

CRISTIANA DA COSTA LIBÓRIO LAGO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ABERTURA
DOS FRASCOS DE SISTEMAS ADESIVOS NA
MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL EM CAVIDADES DE
CLASSE V DE DENTES RESTAURADOS COM RESINA
COMPOSTA.**

**Dissertação apresentada ao Mestrado em
Odontologia da Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal da Bahia, como parte dos pré-
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Odontologia.**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rebeca Barroso Bezerra

Salvador
2006

TERMO DE APROVAÇÃO

CRISTIANA DA COSTA LIBÓRIO LAGO

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ABERTURA DOS FRASCOS DE SISTEMAS ADESIVOS NA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL EM CAVIDADES DE CLASSE V DE DENTES RESTAURADOS COM RESINA COMPOSTA.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Rebeca Barroso Bezerra _____
Doutora em Dentística, Universidade de São Paulo (USP)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Prof^a. Dr^a. Márcia Sepúlveda Noya _____
Doutora em Odontologia, Programa Integrado de Pós-Graduação em Odontologia:
Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Prof. Dr. Silvio José Albergaria da Silva _____
Doutor Livre Docente em Endodontia, Universidade Gama Filho (UGF/RJ)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Salvador, 15 de setembro de 2006.

A **minha mãe**, Marinalva, por ser “minha mãe”, o amor incondicional em minha vida, e estar ao meu lado, em todos os momentos.

A **meu marido**, Maurício, pela nossa trajetória singular, pelo apoio e confiança mútuos, por seu amor e tudo o que dele emana.

AGRADECIMENTOS

Por cada passo de toda a minha vida, da qual esta etapa é mais uma parte, em tudo agradeço a **Deus**.

A **meu pai**, Geraldo, **meus irmãos**, Rildo e Luciana, e **meus sobrinhos**, Marcela e Gustavo, por serem a história da minha vida.

A toda **minha família** (meu sangue, a minha essência: sou um pouco de cada um de vocês!), por todo amor e confiança, e por fazerem de mim uma pessoa muito mais forte e feliz.

Ao meu **tio Marquito**, simplesmente por ouvir, detalhada e pacientemente, cada passo desta trajetória.

Aos meus **sogros**, Denise e Hildenor, e meus **cunhados**, Vinícius, Juliano e Ricardo, por todo amor, carinho, compreensão (foram tantas as ausências...) e incentivo que sempre recebi de vocês. Vocês são muito especiais!

À minha orientadora, **Prof^a. Dr^a. Rebeca Bezerra**, pela confiança e por ter carinhosamente transmitido em cada ensinamento, lições de responsabilidade, compromisso e respeito.

Ao Mestrado em Odontologia da Universidade Federal da Bahia, na pessoa da sua coordenadora, **Prof^a. Dr^a. Luciana Ramalho**, pela oportunidade e confiança.

À **Maria José (Zeca)**, o seu incentivo, força, carinho e determinação, desde o início, sempre foram maior do que tudo. Obrigada, de coração, por sempre acreditar em mim e tornar possível mais esta etapa da minha vida.

Ao professor **Silvio Albergaria**, pela disponibilidade, pelo carinhoso apoio, atenção e receptividade que sempre encontrei cada vez que precisei dos seus ensinamentos.

À professora **Cristina Cangussu**, pela ajuda tantas vezes requisitada e tantas vezes atendida de forma tão paciente, dedicada e carinhosa.

A **André Mallmam**, pelo apoio espontâneo, disposição e boa vontade em oferecer a sua ajuda quando precisei.

Ao **Prof. Dr. Walter Gomes Miranda Jr.** (USP), por todo respaldo e ajuda incondicional e amigável durante a realização da parte experimental deste trabalho.

À **3M ESPE**, na pessoa do seu representante, Dr. Rogério, e à **Dentsply**, que contribuíram muito generosamente para a realização deste trabalho.

A duas pessoas que, como anjos, apareceram em minha vida e, mais do que imaginam, serão sempre exemplos de caráter, força, dignidade, determinação e confiança no próximo: **Sara** e **Dr. James**. Obrigada por me acolherem em suas vidas!

A todos os meus amigos e colegas do SEST por terem, mais do que compreendido, colaborado para que eu conseguisse concretizar esta etapa; especialmente à **Daniela Barros**, minha coordenadora, pela confiança e contribuição, e à **Norma** e **Cris** (THDs), por todo apoio, preocupação e carinho que sempre tiveram comigo durante este período da minha vida.

À minhas amigas **Catarina** e **Fátima**; **Sandra**, **Fernanda**, **Claudia**, **Ana**, **Milena** e **Ticiania**, por compartilharem e comemorarem cada obstáculo superado.

A duas colegas de trabalho que de tão especiais, hoje, com muita satisfação, posso chamar de amigas: **Binha** e **Suzy**. Obrigada pela contribuição nos momentos de sufoco e pela amizade para todos os momentos da vida.

Aos meus colegas e amigos do mestrado, **Alan**, **Conceição**, **Eugênio**, **Jorge**, **Luciana**, **Marcelo**, **Robert**, **Robson**, **Sandra** e **Sérgio**, por toda a amizade e apoio compartilhados, em tantos momentos de preocupação e alegria.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, a minha eterna gratidão.

“Fé: toda certeza que dispensa provas.”

Adriana Falcão, 2003

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência do tempo de abertura dos frascos de dois sistemas adesivos, à base de acetona e etanol/água, na microinfiltração marginal de restaurações de resina composta. Para reproduzir a rotina clínica, foram estimados o tempo médio de 15 segundos de abertura durante a utilização dos frascos de adesivo em cada procedimento restaurador e a quantidade média de restauração realizada em um consultório, 8 pacientes por dia. Quatro frascos de cada sistema adesivo, Prime & Bond NT (PBNT), Dentsply (à base de acetona) e Adper Single Bond 2 (SB2), 3M ESPE (à base de etanol/água), foram abertos diariamente, em um frequência de 8 vezes de 15 segundos, durante os períodos de 0, 30, 60 e 90 dias. Cento e doze cavidades de classe V, localizadas na junção cimento-esmalte, foram preparadas nas faces vestibular e lingual de terceiros molares humanos hígidos e então divididas em oito grupos nos quais os sistemas adesivos foram assim utilizados: G1: PBNT, nenhum dia de abertura; G2: SB2, nenhum dia de abertura; G3: PBNT, 30 dias de abertura; G4: SB2, 30 dias de abertura; G5: PBNT, 60 dias de abertura; G6: SB2, 60 dias de abertura; G7: PBNT, 90 dias de abertura; e G8: SB2, 90 dias de abertura. Todas as cavidades foram restauradas com resina composta Filtek Z250 (3M ESPE). Após acabamento e polimento, os dentes foram termociclados (500 ciclos à $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ e $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$). Os ápices radiculares foram vedados com resina composta Filtek Z250 e, em seguida, foi feita a impermeabilização com duas camadas de esmalte para unha com margem livre de 1mm ao redor das restaurações. Os dentes foram então imersos em solução de azul de metileno a 0,5%, por 24 horas, à 37°C . Cada restauração foi seccionada no sentido vestibulo lingual com disco diamantado em três cortes que foram analisados sob lupa estereoscópica, com o auxílio de um paquímetro digital para a medição da microinfiltração em milímetros. Os resultados foram avaliados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA) e pelos testes de Tukey e T de Student. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, tanto para o Prime & Bond NT, como para o Adper Single Bond 2, considerando o tempo de abertura dos frascos de adesivos. Entre os diferentes substratos, a microinfiltração foi maior em dentina do que em esmalte ($p < 0,05$). Ao comparar os sistemas adesivos entre si, não houve diferença estatisticamente significativa quanto à capacidade de promover o selamento e impedir a microinfiltração. De acordo com as condições experimentais testadas, pôde-se concluir que a abertura dos frascos de adesivo, realizada na rotina de atendimento no consultório odontológico, e a possível volatilização dos solventes presentes nestes sistemas adesivos não promoveram um aumento da microinfiltração nas restaurações de resina composta.

Palavras-chave: adesivos dentinários, solventes, infiltração dentária.

ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to evaluate the influence of repeated opening of two adhesive systems bottles, an acetone based and an ethanol/water based, on the marginal microleakage of composite resin restorations. To reproduce the clinical routine, the opening periods of 15 seconds in restoratives procedure and the amount of restorations accomplished in one day (8 patients/day) were accounted. Four adhesives system bottles, Prime & Bond NT (PBNT), Dentsply (acetone based), and Adper Single Bond 2 (SB2), 3M ESPE (ethanol/water based) were daily opened, 8 times of 15 seconds for 0, 30, 60 and 90 days. One hundred twelve Class V cavities located at the cemento-enamel junction were prepared in bucal and lingual surfaces of human third molars and it were randomly divided into 8 groups, in which the adhesive systems were used as follows: G1: PBNT, no opening; G2: SB2, no opening; G3: PBNT, 30 days of opening; G4: SB2, 30 days of opening; G5: PBNT, 60 days of opening; G6: SB2, 60 days of opening; G7: PBNT, 90 days of opening; e G8: SB2, 90 days of opening. The cavities were restored with composite resin – Filtek Z250 (3M ESPE). After finishing and the polishing teeth were thermocycled (500 cycles at 5°C \pm 2° and 55°C \pm 2°). The radicular apices were sealed with composite resin – Filtek Z250, and the teeth were coated with fingernail varnish within 1mm the margin of the restorations. The teeth were immersed in 0,5% buffered methylene blue solution for 24 hours at 37°C and sectioned in a bucalingual direction using a diamond disc in three sections which were inspected under a stereomicroscope using a digital pachymeter to measure the microleakage in millimeters. Statistical analysis was performed using a two-way ANOVA, Tukey's Test and T Student. There was no statistically significant difference for Prime & Bond NT and Adper Single Bond 2 considering the periods of opening. The microleakage was higher in dentin than enamel margins ($p < 0,05$). There was no statistically significant difference among the adhesive systems about sealing ability and avoiding the microleakage. Based on the experimental conditions tested, it may be concluded that the opening of adhesive's bottles performed in clinical routine and the possible solvent volatilization didn't increase the microleakage in the composite resin restorations.

Keywords: adhesive systems, solvents, microleakage.

LISTA DE FIGURAS

PRANCHA 1	57
Figura 1 – Modelo com as medidas do preparo	
Figura 2 – Determinação do preparo cavitário	
Figura 3 – Brocas 2136 e 1036	
Figura 4 – Preparo cavitário classe V concluído	
Figura 5 – Secagem da cavidade com papel absorvente	
PRANCHA 2	58
Figura 6 – Adesivo Prime & Bond NT (Dentsply)	
Figura 7 – Adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE)	
Figura 8 – Inserção da resina (Filtek Z250 – 3M ESPE)	
Figura 9 – Máquina de ciclagem térmica	
Figura 10 – Vedamento apical com resina (Filtek Z250 – 3M ESPE)	
Figura 11 – Dentes impermeabilizados com esmalte de unha	
PRANCHA 3	59
Figura 12 – Dente do grupo 1 antes da imersão em corante	
Figura 13 – Dente do grupo 1 após a imersão em corante	
Figura 14 – Cortes da restauração	
Figura 15 – Lupa estereoscópica	
Figura 16 – Paquímetro digital	
PRANCHA 4	60
Figura 17 – Microinfiltração ausente em esmalte e dentina	
Figura 18 – Microinfiltração ausente em esmalte e com 0,3mm em dentina	
Figura 19 – Microinfiltração ausente em esmalte e com 0,5mm em dentina	
Figura 20 – Microinfiltração ausente em esmalte e com 2mm em dentina	

LISTA DE QUADROS, TABELAS E GRÁFICOS

Quadro 1 – Grupos experimentais estudados.	52
Tabela 1 – Análise descritiva da microinfiltração. Adesivo: Prime & Bond NT (Dentsply)	62
Tabela 2 – Análise descritiva da microinfiltração. Adesivo: Adper Single Bond 2 (3M ESPE)	62
Tabela 3 – Comparação da microinfiltração entre esmalte e dentina obtida através do teste T de Student .	67
Gráfico 1 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em esmalte. Adesivo: Prime & Bond NT.	63
Gráfico 2 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em esmalte. Adesivo: Adper Single Bond 2	64
Gráfico 3 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em dentina. Adesivo: Prime & Bond NT.	65
Gráfico 4 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em dentina. Adesivo: Adper Single Bond 2.	66
Gráfico 5 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em esmalte por grupo.	68
Gráfico 6 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em dentina por grupo.	68

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANOVA	Análise de variância
cm	Centímetro
<i>et al</i>	“e colaboradores”
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
G5	Grupo 5
G6	Grupo 6
G7	Grupo 7
G8	Grupo 8
°C	Grau Celsius
±	Mais ou menos
mm	Milímetro
mmHg	Milímetro de mercúrio
μL	Microlitro
μm	Micrômetro
mW	Miliwatt
nm	Nanômetro
n°	Número
PBNT	Prime & Bond NT
pH	Potencial de hidrogênio iônico
%	Porcentagem
s	Segundos
SB2	Adper Single Bond 2

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 ADESÃO	19
2.2 SOLVENTES	23
2.2.1 SOLVENTES e UMIDADE DENTINÁRIA	25
2.2.2 SOLVENTES: VOLATILIDADE	31
2.2.3 SOLVENTES: ULTRAESTRUTURA INTERFACIAL e FORÇA DE ADESÃO	33
2.2.4 SOLVENTES: MICROINFILTRAÇÃO	37
2.3 MICROINFILTRAÇÃO e FORÇA DE ADESÃO	38
2.4 MICROINFILTRAÇÃO: ESMÁLTE x DENTINA	39
2.5 SISTEMAS ADESIVOS	40
2.5.1 NANOPARTÍCULAS	40
2.5.2 TÉCNICA DE APLICAÇÃO	42
2.5.3 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	43
3 PROPOSIÇÃO	46
4 METODOLOGIA	48
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	48
4.2 ETAPAS DO EXPERIMENTO	48
4.2.1 ASPECTOS ÉTICOS	48
4.2.2 SELEÇÃO DOS DENTES	49
4.2.3 PREPARO DAS CAVIDADES	49
4.2.4 SELEÇÃO DO MATERIAL RESTAURADOR	50
4.2.5 SIMULAÇÃO DO USO DIÁRIO DOS ADESIVOS e FORMAÇÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS	51
4.2.6 TÉCNICA RESTAURADORA	52
4.2.6.1 PROFILAXIA, CONDICIONAMENTO ÁCIDO E APLICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS	52
4.2.6.2 INSERÇÃO E FOTOPOLIMERIZAÇÃO DA RESINA COMPOSTA	53
4.2.6.3 POLIMENTO DAS RESTAURAÇÕES	54
4.2.7 TERMOCICLAGEM	54
4.2.8 PREPARO DOS ESPÉCIMES	54
4.2.8.1 IMPERMEABILIZAÇÃO	54
4.2.8.2 IMERSÃO DOS ESPÉCIMES EM CORANTE	55
4.2.8.3 CORTES DOS ESPÉCIMES	55
4.2.9 ANÁLISE DA MICROINFILTRAÇÃO	55
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	56

5 RESULTADOS	62
5.1 MICROINFILTRAÇÃO EM ESMALTE	63
5.1.1 Prime & Bond NT	63
5.1.2 Adper Single Bond 2	64
5.2 MICROINFILTRAÇÃO EM DENTINA	65
5.2.1 Prime & Bond NT	65
5.2.2 Adper Single Bond 2	66
5.3 MICROINFILTRAÇÃO: ESMALTE x DENTINA	66
5.4 MICROINFILTRAÇÃO: ENTRE OS SISTEMAS ADESIVOS	67
6 DISCUSSÃO	70
7 CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS	92
ANEXOS	
ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	100
ANEXO B – Parecer da Comissão de Ética	102
ANEXO C – Termo de Doação dos Dentes	103

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia restauradora visa restabelecer à unidade dentária a sua forma, função e estética, proporcionando ao paciente a homeostasia do sistema estomatognático e o seu bem-estar geral. Neste sentido, é imprescindível que os materiais utilizados tenham propriedades como resistência à carga mastigatória e estética.

No que concerne à produção de materiais e ao desenvolvimento de técnicas, a Odontologia restauradora segue um processo evolutivo que vem favorecendo um extraordinário progresso tanto para a execução dos procedimentos, com técnicas mais simplificadas e, ao mesmo tempo, mais eficazes, como para os resultados proporcionados ao paciente. Entretanto, apesar do grande avanço, um dos maiores desafios ainda é o estabelecimento e a manutenção da adesão entre o material restaurador e a estrutura dentária.

Para a compreensão, estudo e pesquisa do complexo mecanismo de adesão é importante se considerar as características e propriedades dos elementos que participam deste processo e que podem, direta ou indiretamente, interferir no selamento, estética e resistência da interface dente-restauração. Dentre estes fatores pode-se destacar: as características do substrato dentário, esmalte e dentina, bem como as suas fisiológicas variações químicas e estruturais (GIANNINI; SOARES; CARVALHO, 2004); os parâmetros utilizados durante a execução do procedimento que, muitas vezes, podem ser de difícil controle e padronização para a prática clínica, como espessura da *smear layer*, controle da umidade dentária, intensidade do condicionamento ácido e da desmineralização, contração de polimerização, dentre

outros (PASHLEY; CARVALHO, 1997; AMARAL *et al.*, 2002); características dos materiais utilizados, como o adesivo empregado e a natureza dos seus componentes, como solvente e carga, além do ácido e do material restaurador (GREGOIRE; AKON; MILLAS, 2002); e influência que a dinâmica da cavidade oral pode exercer sobre a unidade dentária, através do estresse mastigatório, pH, temperatura e umidade relativa (BESNAULT; ATTAL, 2002).

Desde o seu surgimento, os sistemas adesivos proporcionaram um novo rumo para a odontologia restauradora. O selamento produzido por estes sistemas adesivos passou a ser utilizado como um dos parâmetros para garantir a longevidade das restaurações.

Alterações que possam promover uma deficiente adesão na interface dente/restauração podem provocar menor força de adesão e microinfiltrações. Estas, por sua vez, são responsáveis por fatores indesejáveis como sensibilidade pós-operatória, manchamento e infiltração marginal e, possivelmente, cárie, inflamação pulpar e perda da restauração.

Considerando a quantidade e a variedade das investigações acerca das propriedades dos sistemas adesivos, parece claro que a interação entre as resinas compostas e os elementos dentários está diretamente associada à condição da estrutura dentária bem como aos componentes do sistema adesivo. Dentre estes componentes, os solventes utilizados têm importância fundamental. As suas propriedades químicas atribuem a este produto um papel essencial no estabelecimento do complexo sistema de adesão, pois auxiliam no deslocamento das moléculas de água, permitindo a maior penetração dos monômeros hidrofílicos. Por outro lado, outras características químicas, como a volatilidade, acabam por requerer maiores cuidados

durante a manipulação e o armazenamento dos frascos de adesivo (ABATE; RODRIGUEZ; MACCHI, 2000). Os principais solventes utilizados são a acetona, o etanol, a água e uma associação etanol/água.

Apesar de ser altamente eficaz para a remoção de eventuais resíduos da camada residual (CUNNINGHAM; BENINGTON, 1997), qualquer alteração, como perda de massa, produzida pelas propriedades de volatilidade dos solventes, pode proporcionar diferenças clínicas significantes na adesão e conseqüentes falhas nos procedimentos restauradores (PERDIGÃO; SWIFT Jr.; LOPES, 1999).

Na rotina de atendimento realizada no consultório odontológico durante os procedimentos restauradores com resina composta, a abertura dos frascos de adesivo é realizada com certa freqüência. Segundo dados revistos na literatura, esta abertura diária dos frascos de adesivo e a conseqüente volatilização destes solventes podem interferir no estabelecimento e na qualidade da adesão entre a resina e a estrutura dentária (CHO; DICKENS, 2004; REIS *et al.* 2003b). Assim, o presente estudo se propõe a avaliar a hipótese de que a repetida abertura dos frascos de diferentes sistemas adesivos favoreceria a volatilização dos solventes presentes em suas composições, interferindo no estabelecimento da adesão, aumentando, desta forma, a microinfiltração marginal das restaurações de resina composta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ADESÃO

O estabelecimento e a manutenção da integridade da adesão entre a resina composta e a estrutura dentária é uma das etapas mais importantes para o sucesso clínico das restaurações. Por ser também um mecanismo extremamente complexo, se constitui em um dos maiores desafios para a odontologia restauradora.

A união do material restaurador com o dente deve ser o mais próximo possível da união molecular, dispensando assim a necessidade de retenções mecânicas adicionais. Entretanto, a incapacidade de unir-se à estrutura dentinária, da mesma forma que se unem entre si, ainda é um dos maiores problemas nos materiais restauradores.

O surgimento dos sistemas adesivos, em 1967, trouxe novos rumos para a odontologia restauradora, como a possibilidade de um preparo cavitário mais conservador e o estabelecimento de uma adesão mais eficaz entre o material restaurador e a estrutura dentária (SWIFT Jr.; PERDIGÃO; HEYMANN, 1995).

A adesão e o consequente selamento produzido pelo sistema adesivo podem ser considerados parâmetros para garantir a qualidade do procedimento restaurador realizado. A incapacidade de promover um selamento ideal favorece a formação de microinfiltrações com efeitos deletérios tanto para a restauração como para a unidade dentária.

A microinfiltração, que pode ser definida como “a passagem, indetectável clinicamente, de bactérias, fluido, moléculas ou íons na interface dente-restauração” (KIDD, 1976), é responsável pela maioria dos insucessos da odontologia restauradora, tais como, manchamento marginal das restaurações estéticas, cáries recidivantes,

hipersensibilidade e desenvolvimento de patologias pulpares (CRIM; GARCIA-GODOY, 1987; GOMES; PORTO NETO; LOFFREDO, 1999; BEATRICE; SILVA, 2000).

Desde o seu desenvolvimento, os sistemas adesivos têm passado por um intenso processo de evolução e melhoria. As pesquisas sobre a biocompatibilidade e o comportamento químico–mecânico das interfaces estabelecidas entre o adesivo e a estrutura dentária têm contribuído para a instituição de profundas transformações.

Objetivando maior praticidade e rapidez, as técnicas empregadas pela maioria dos sistemas adesivos dentinários utilizados atualmente refletem um intenso processo de simplificação, como os sistemas adesivos de “frasco-único”, que combinam *primer* e adesivo em uma única solução (TAY; GWINNET; WEI, 1996). Vale ressaltar, entretanto, que apesar das indiscutíveis vantagens oferecidas, como maior facilidade de manipulação, resultados de pesquisas recentes têm demonstrado que esta simplificação pode comprometer a qualidade da adesão dentinária devido a uma maior sensibilidade à técnica (RITTER; BERTOLI; SWIFT Jr., 2001; SILVA *et al.*, 2002).

A adesão requer a maior difusão possível do adesivo nas estruturas desmineralizadas da dentina (túbulos e espaço intertubulares), promovendo assim a formação da camada híbrida, primeiramente descrita por Nakabayashi, Kojima e Masuhara (1982). Após o condicionamento ácido para remoção da *smear layer*, desmineralização parcial da dentina e exposição da rede de fibras colágenas (dissolução da hidroxiapatita), é feita a aplicação do sistema *primer/adesivo*. O adesivo é uma mistura de monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos dissolvidos em solventes orgânicos (acetona ou álcool) ou água. O papel dos solventes orgânicos é, principalmente, o de permitir que os monômeros se difundam através da dentina desmineralizada. Ao deslocar moléculas de água, ao mesmo tempo em que transporta

os monômeros do *primer*, permite que estes se alojem o mais profunda e internamente nos túbulos dentinários, bem como nas paredes da dentina, proporcionando a formação da camada híbrida, permitindo assim o embricamento desejado. Assim, a integridade da adesão está diretamente relacionada à infiltração dos sistemas adesivos tanto para os espaços intertubulares (camada híbrida propriamente dita) como para os espaços intratubulares (*tags*). Para a formação da camada híbrida é de grande importância que a dentina tenha sido mantida úmida, após condicionamento ácido, ou reidratada pela incorporação de água aos solventes utilizados pelos sistemas adesivos, impedindo, desta forma, o colapso das fibras colágenas e garantindo a re-expansão destas fibras que permitirá a permeação do sistema adesivo para estes espaços. (BUONOCORE; MATSUI; GWINNETT, 1968; NAKABAYASHI; KOJIMA; MASUHARA, 1982; KANCA, 1992; CARVALHO *et al.*, 1996; PASHLEY; CARVALHO, 1997; MARSHALL Jr. *et al.*, 1997; PERDIGÃO; SWIFT Jr.; LOPES, 1999; BEATRICE; SILVA, 2000; SILVA *et al.*, 2002; GREGOIRE; AKON; MILLAS, 2002; YIU *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2005).

Os primeiros sistemas adesivos utilizados eram hidrofóbicos, sendo, portanto, ineficazes na presença de água. A impossibilidade de se estabelecer um meio totalmente livre de água durante o procedimento restaurador levou ao surgimento de novos sistemas adesivos com características mais hidrofílicas. A água mantida na dentina úmida, ou aplicada com os sistemas adesivos que contém água na sua composição, é necessária para manter a rede de fibras colágenas expandida, impedindo o seu colapso, preservando, assim, a porosidade necessária para penetração dos monômeros (PASHLEY; CARVALHO, 1997; PASHLEY *et al.*, 2002).

Considerando a complexidade do sistema de adesão, a união das resinas compostas à estrutura dentinária é, ainda hoje, um dos aspectos mais criteriosos dos

procedimentos restauradores. Quanto aos aspectos biológicos, além do variável nível de mineralização do substrato (dentina e esmalte), da baixa tensão superficial e das características hidrofílicas e tubular (com presença de processos odontoblásticos no interior do túbulo) da dentina, a cavidade oral favorece uma série de alterações da dinâmica adesiva, tanto pelas condições de temperatura e umidade relativa (BESNAULT; ATTAL, 2002) como pelas forças oclusivas e pH proporcionado pela flora bucal (SWIFT Jr.; PERDIGÃO; HEYMANN, 1995; VERONEZI *et al.*, 2002).

Fatores como contração de polimerização e o estresse mastigatório também são capazes de promover alterações volumétricas que favorecem o surgimento de microinfiltrações, promovendo um pobre selamento na interface dente/restauração. (SWIFT Jr.; PERDIGÃO; HEYMANN, 1995; VERONEZI *et al.*, 2002; BESNAULT; ATTAL, 2002; AMARAL *et al.*, 2002). Crim e Garcia-Godoy (1987) realizaram um estudo para avaliar o efeito da ciclagem térmica e do tempo de armazenamento das unidades experimentais. Apesar de não estatisticamente significante, os resultados demonstraram que os dentes ciclados imediatamente após a execução da restauração tiveram escores de microinfiltração maiores do que os que tiveram um período de armazenamento de 24 horas. Os autores atribuíram estes resultados à expansão da restauração, conseqüente à sorção da água no período de armazenamento, que, apesar de não impedir totalmente, reduziria a infiltração do corante.

Analisando os aspectos químicos-mecânicos da adesão dentinária, há de se considerar, portanto, uma grande quantidade de variáveis que estão associadas às propriedades dos componentes dos sistemas adesivos. Dentre estas, a volatilidade dos solventes orgânicos constitui-se em um importante critério a ser considerado.

2.2 SOLVENTES

Segundo Silva e colaboradores (2002), o solvente é o fator mais relevante e influente nas propriedades de manipulação e armazenamento dos adesivos dentinários. Além da água que pode ser utilizada como solvente inorgânico, os principais solventes orgânicos utilizados são acetona, etanol e uma associação de etanol/água (NUNES; SWIFT Jr.; PERDIGÃO, 2001; SILVA *et al.*, 2002). As diferenças nas propriedades químicas destes solventes exercem efeito direto e indireto sobre a integridade do sistema adesivo.

O papel da acetona no estabelecimento da adesão está associado às suas características e propriedades químicas. A acetona possui a capacidade de diminuir a viscosidade da solução (aumentando o poder de penetração do sistema adesivo na dentina desmineralizada), diminuir a tensão superficial da água (deslocando-a dos túbulos dentinários) e aumentar a pressão de vapor da água, removendo-a da superfície das fibras colágenas (permitindo maior embricamento dos sistemas adesivos para estas regiões) (KANCA, 1992).

A acetona apresenta menor temperatura de evaporação (56,5°C) e maior pressão de vapor (180mmHg) do que o etanol e a água e, por possuir a capacidade de remover eficientemente a água da rede de fibras colágenas, permite melhor saturação pelos componentes do *primer*. Pode, entretanto, provocar o colapso das fibras colágenas quando usada sobre a dentina seca, requerendo, por isso, atuação sobre a dentina úmida (KANCA, 1992; CHAPPELL *et al.*, 1994; ABATE *et al.*, 1996; TAY; GWINNETT; WEI, 1996; PASHLEY; CARVALHO, 1997; TAY; GWINNETT; WEI, 1998; HASHIMOTO *et al.*, 2002; PASHLEY *et al.*, 2002). Além disso, por possuir uma baixa

temperatura de volatilidade, a acetona requer maiores cuidados durante o seu uso e armazenamento (ABATE; RODRIGUEZ; MACCHI, 2000; SILVA *et al.*, 2002).

O etanol possui temperatura de evaporação de 78,3°C e pressão de vapor de 43,9mmHg. Apresenta propriedades com características intermediárias, quando comparado à acetona e à água (ABATE; RODRIGUEZ; MACCHI, 2000; SILVA *et al.* 2002). Quando associado à água como solvente inorgânico, além da maior estabilidade da solução, a água presente no sistema adesivo pode promover a reidratação das fibras colágenas, impedindo o seu colapso, aumentando a permeação do adesivo (PASHLEY; CARVALHO, 1997; PASHLEY *et al.*, 2002). Segundo Silva e colaboradores (2002), dependendo da técnica a ser utilizada, o etanol tem a capacidade de atuar tanto sobre a dentina úmida como na dentina seca. Em casos de dentina úmida, é necessária a aplicação de mais de uma camada e, nos casos de dentina seca, um aumento do tempo de contato.

A água apresenta baixa pressão de vapor, apenas 17,5mmHg, entretanto por apresentar a mais alta temperatura de evaporação (100°C), apresenta maior estabilidade quando comparada às características de volatilidade da acetona e do etanol. Apesar de uma boa penetração nos túbulos dentinários abertos e da reidratação da estrutura dentinária (requerendo, portanto, atuação sobre a dentina seca), o que, por sua vez, minimiza as dificuldades apresentadas pelos sistemas adesivos à base de acetona, os adesivos à base da água como solvente inorgânico proporcionam menor força de adesão e a formação de uma camada híbrida menos homogênea, por não exercerem “pressão” suficiente para promover uma adequada penetração dos monômeros na intimidade das fibras colágenas expostas (PERDIGÃO; RAMOS; LAMBRECHTS, 1997; ABATE; RODRIGUEZ; MACCHI, 2000; SILVA *et al.* 2002).

2.2.1 SOLVENTES e UMIDADE DENTINÁRIA

A umidade da dentina, após o condicionamento ácido, é de extrema importância para o estabelecimento da adesão e está diretamente relacionada às propriedades químicas inerentes ao tipo de solvente empregado por cada sistema adesivo (PASHLEY; CARVALHO, 1997), bem como às diferenças na composição estrutural da dentina (MARSHALL Jr. *et al.*, 1997).

Se para o esmalte a umidade não demonstra ter um efeito significativo tanto para a força de adesão como para o selamento (JAIN; STEWART, 2000; WALLS; LEE; McCABE, 2001; MOLL; GARTNER; HALLER, 2002; TORII *et al.*, 2002; CHUANG *et al.*, 2006a; CHUANG *et al.*, 2006b), com adesivos à base de acetona ou etanol, a dentina quando desmineralizada e mantida seca, favorece o colapso das fibras colágenas com o desaparecimento dos espaços interfibrilares, reduzindo, desta forma, a penetração dos sistemas adesivos (PASHLEY *et al.*, 2002). Por outro lado, o excesso de umidade compete com os monômeros hidrofílicos pelos espaços desmineralizados no interior da dentina, não permitindo a permeação dos mesmos (NAKAOKI *et al.*, 1982; MOHAN; KANDASWAMY, 2005).

Um dos métodos recomendados atualmente para melhor controle desta umidade é a secagem, após condicionamento ácido e lavagem, com papel absorvente (TAY; GWINNET; WEI, 1998; MOHAN; KANDASWAMY, 2005). Entretanto, Owens (2003) comparou a microinfiltração em função da secagem com leve jato de ar e com esponjas sintéticas. Ao contrário do esperado, menor microinfiltração foi obtida com o grupo secado com leve jato de ar. O autor sugere que uma possível explicação seria a

deposição de pequena quantidade de água, projetadas junto com o jato de ar, que na superfície dentinária promoveria a reidratação da superfície colágena.

Alguns autores (CARVALHO *et al.*, 1996; TAY; GWINNET; WEI, 1997; PERDIGÃO *et al.*, 1999; PERDIGÃO; FRANKENBERGER, 2001) realizaram estudos com o objetivo de avaliar a influência de substâncias que promovem a reidratação da dentina sobre a ultraestrutura da interface resina/dentina e sobre a força de adesão. Os resultados permitiram aos autores sugerirem que a presença da água pode restaurar a plasticidade e permeabilidade da rede de fibras colágenas perdidas por desnaturação. Desta forma, a técnica de pré-tratamento com agentes que promovem a reidratação pode ser realizada sobre a rede de colágeno desmineralizada para promover melhores resultados.

Muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a influência da umidade da dentina em relação aos adesivos utilizados (com diferentes solventes) e o consequente efeito sobre a formação da camada híbrida e a força de adesão. Kanca (1992) realizou um estudo com o objetivo de comparar a força de adesão proporcionada pelos sistemas adesivos à base de acetona, etanol e água utilizados sobre a dentina úmida e seca (jato de ar por 5 segundos). Tanto sobre a dentina úmida como sobre a dentina seca, os adesivos à base de acetona demonstraram maiores valores. Os menores valores sobre a dentina úmida foram proporcionados pelos adesivos à base de água e sobre a dentina seca, pelos adesivos à base de etanol. Corroborando com estes resultados, Jacobsen e Soderholm (1998) compararam dois adesivos, à base de água e de acetona, sobre a dentina úmida e seca. Os sistemas adesivos à base de acetona aplicados sobre a dentina úmida tiveram os mais altos valores de força de adesão.

Tay, Gwinnet e Wei (1998) realizaram um estudo com o objetivo de investigar a ultraestrutura da interface resina/dentina em função de diferentes concentrações de água (GI: 0%; GII: 5% e GIII: 17%) presentes no sistema adesivo (All-Bond 2, Bisco) e do grau de umidade da dentina (GIA, GIIA e GIIIA: secada com jato de ar por 30 segundos; GIB, GIIB e GIIBB: secada com jato de ar por 3 segundos; e GIC, GIIC e GIIBC: mantida visivelmente úmida). Para avaliar a integridade da interface resina/dentina, os autores utilizaram como parâmetros a infiltração intertubular (camada híbrida) e intratubular (*tags*). A partir dos resultados observados nos nove grupos, os autores consideraram o excesso de umidade e uma dentina excessivamente seca como dois extremos opostos. Entre estes dois extremos, considerando os aspectos morfológicos da interface resina/dentina, os autores estabeleceram uma “janela de oportunidade” na qual, sob determinado grau de umidade, uma ótima hibridização e selamento tubular podem ser alcançados simultaneamente. Uma melhor camada híbrida foi observada nos grupos em que a dentina foi mantida úmida ou reidratada pela incorporação de água nos solventes, devendo-se considerar, entretanto que no grupo no qual o *primer* com 17% de água foi aplicado sobre a dentina úmida houve uma diminuição da densidade desta camada híbrida. Por outro lado, os *tags* foram mais longos nos grupos em que a dentina foi dissecada, uma vez que a presença de água no interior dos túbulos dentinários limitaria a penetração do adesivo. Entretanto, apesar de curtos *tags*, a infiltração tubular nos grupos IIC e IIIB foram consideradas ótimas. Os autores ressaltam que mais importante do que o comprimento dos *tags* são a formação de um selamento efetivo e a eliminação da microinfiltração, devendo-se considerar ainda que em condições clínicas, os túbulos, por estarem preenchidos pelo fluido dentinário, certamente proporcionam a formação de *tags* mais curtos. Desta forma, os

autores afirmam que para se estabelecer o espectro ideal de umidade devem ser considerados igualmente importantes o grau de umidade dentinária e a composição dos sistemas adesivos, tanto a quantidade de água presente, como o tipo de solvente utilizado. Além disso, uma vez que diferentes níveis de hibridização e formação de *tags* foram observados dentro de um mesmo grupo, os autores ressaltam ainda a importância em se considerar a alta sensibilidade dos sistemas adesivos à técnica empregada.

Perdigão e colaboradores (1999) realizaram um estudo para avaliar a sensibilidade de três diferentes sistemas adesivos, à base de etanol (Optibond SOLO; Kerr), à base de acetona (Prime & Bond 2.1; Dentsply) e à base de etanol e água (Single Bond; 3M ESPE), à umidade da dentina tanto para o estabelecimento da força de adesão como para as características da camada híbrida. Para os resultados, os autores sugeriram que a grande variação observada para os valores da força de adesão do Prime & Bond 2.1 pode ser uma consequência do acúmulo de água no interior da camada híbrida, permitindo a formação de espaços não infiltrados. Para o Single Bond, a ausência de camada híbrida e a menor força de adesão encontrados quando o sistema adesivo foi aplicado sobre a dentina seca, permitiram aos autores sugerirem que, no caso do Single Bond, a camada híbrida, formada na dentina intertubular, é responsável por apenas 25% da força de adesão (75% seria atribuído à formação de *tags* na dentina intratubular), ao contrário do Prime & Bond 2.1, no qual o mecanismo de adesão está substancialmente associado à camada híbrida.

Comparando-se o efeito do Prime & Bond NT (Dentsply), à base de acetona, e do Single Bond (3M ESPE), à base de etanol e água, Perdigão e Frankenberger (2001) demonstraram não haver diferença estatisticamente significativa, quanto à força de

adesão, entre estes dois adesivos quando aplicados sobre a dentina úmida. Entretanto, sobre a dentina seca, o Prime & Bond NT obteve menores valores. Entretanto, estes resultados não foram corroborados por Moll, Gartner e Haller (2002). Como sistemas adesivos, os autores utilizaram, dentre outros, o Prime & Bond 2.1 (Dentsply), à base de acetona, e o Single Bond (3M ESPE), à base de etanol/água. Os resultados demonstraram uma maior força de adesão para o Prime & Bond 2.1, tanto sobre a dentina úmida (papel absorvente) como sobre a dentina seca (jato de ar). Além disso, enquanto as amostras nas quais os autores utilizaram o Prime & Bond 2.1 não demonstraram variação da força de adesão entre dentina úmida e seca, as unidades experimentais restauradas com Single Bond demonstraram uma menor força de adesão quando aplicada sobre a dentina úmida.

Hashimoto e colaboradores (2002) avaliaram a diferença da força de adesão e da infiltração do adesivo em restaurações com resina composta, quando sistemas adesivos à base de acetona (Prime & Bond NT; Dentsply e One-Step; Bisco) foram aplicados sobre dentina úmida (secada com papel absorvente) e seca (jato de ar por 5 segundos). Para a força de adesão, o One-Step demonstrou acentuada redução quando aplicado sobre a dentina seca. Entretanto, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi verificada no Prime & Bond NT. Quanto à penetração do sistema adesivo para a formação da camada híbrida, ambos demonstraram uma diminuição, estatisticamente significativa, quando aplicados sobre a dentina seca.

Também para estabelecer uma correlação entre a força de adesão e o espectro de umidade da dentina desmineralizada, Reis e colaboradores (2003a) realizaram um estudo com diferentes sistemas adesivos, à base de etanol/água (Single Bond, 3M ESPE), acetona (One-Step, Bisco) e água (Syntac Single Component, Vivadent),

utilizados sobre a dentina reidratada com 1.5, 2.5, 3.5, 4.0 e 4.5 μ L de água destilada. Os resultados também demonstraram uma variação do espectro de umidade requerido por cada sistema adesivo, de acordo com a sua composição química. Os sistemas adesivos à base de acetona demonstraram melhores resultados sobre a dentina úmida, enquanto os sistemas adesivos à base de água e etanol/água tiveram melhor desempenho quando aplicados sobre a dentina seca. Entretanto, em 2004, Reis e colaboradores avaliaram este efeito sobre a estabilidade da adesão após um período de 6 meses. Ao contrário do esperado, as amostras cuja adesão foi estabelecida em condições ideais de umidade mostraram redução na força de adesão. Os autores sugerem que, aparentemente, a sorção da água foi menos evidente nos adesivos polimerizados em condições de baixa umidade, o que poderia explicar a maior estabilidade da adesão.

Por outro lado, Cardoso e colaboradores (2005a), ao avaliarem a força de adesão em restaurações com resina composta nas quais foram utilizados dois diferentes sistemas adesivos, à base de etanol (Gluma Comfort Bond; Heraeus-Kulzer) e acetona (Gluma One Bond; Heraeus-Kulzer), aplicados sobre a dentina úmida (papel absorvente) e seca (jato de ar por 10 segundos), observaram uma maior força de adesão obtida pelos adesivos à base de etanol quando aplicados sobre a dentina úmida.

Mohan e Kandaswamy (2005) desenvolveram estudo com o objetivo de comparar o efeito de sistemas adesivos à base de etanol e água (Single Bond; 3M ESPE), água (Syntac Single Component; Vivadent) e acetona (Prime & Bond NT; Dentsply) sobre a formação da camada híbrida e *tags*, quando aplicados sobre a

dentina úmida (secada com papel absorvente), molhada (através da adição de água destilada, deixando a cavidade visivelmente com excesso de água) e seca (jato de ar por 3 e 30 segundos). Os resultados da avaliação na interface da adesão demonstraram uma máxima hibridização e formação dos *tags* para o Prime & Bond NT aplicado sobre a dentina úmida.

2.2.2 SOLVENTES: VOLATILIDADE

Considerando ainda a característica de volatilidade dos solventes orgânicos, alguns estudos têm sido realizados com a finalidade de investigar o efeito desta volatilidade sobre a adesão estabelecida na interface dente/restauração.

Perdigão, Swift Jr. e Lopes (1999) realizaram um estudo que objetivou comparar o efeito da repetida abertura (1 minuto, 2 vezes ao dia) dos frascos de adesivo, durante 3 semanas, sobre a força de adesão à dentina. Os autores concluíram que os adesivos à base de água promovem uma menor força de adesão do que os sistemas à base de acetona ou álcool e que a evaporação da acetona pode reduzir a reatividade do adesivo à dentina úmida.

Abate, Rodriguez e Macchi (2000) transferiram 1 mL de oito diferentes marcas comerciais de sistemas adesivos para um recipiente de vidro e compararam a evaporação destes materiais em função do tempo (1, 7, 14, 21, 28, 60 e 75 dias) e concluíram que há uma relação direta entre a possibilidade de evaporação dos solventes utilizados nos adesivos de frasco único e a perda de massa durante o armazenamento. Os resultados demonstraram que os sistemas adesivos à base de acetona tiveram a mais alta percentagem de perda de massa, enquanto os sistemas à base de água obtiveram os menores índices. Os autores sugeriram que tal perda de

massa, produzida pela evaporação do solvente, pode favorecer alterações indesejadas na adesão e conseqüentemente nas restaurações propriamente dita.

Gallo, Burgess e Xu (2001) compararam a força de adesão de quatro diferentes sistemas adesivos (One Coat, Bisco One Step, Prime & Bond 2.1 e 3M Single Bond) quando utilizados imediatamente após a abertura dos frascos (grupos controles) e quando dispensados em um recipiente 10 minutos antes da sua aplicação. Apesar de não ter havido diferença estatística entre os grupos experimentais e os seus respectivos grupos controles, os autores afirmaram que os adesivos à base de acetona demonstraram maior tendência em diminuir a força de adesão quando não utilizados imediatamente.

Reis e colaboradores (2003b) avaliaram as alterações nos pesos de dois sistemas adesivos, à base de acetona (Prime & Bond 2.1; Dentsply) e etanol (Single Bond; 3M ESPE) quando as tampas dos frascos foram removidas. As medidas foram estabelecidas nos tempos de 1 minuto, 2 e 48 horas. Os resultados mostraram uma variação muito pequena para ambos os sistemas adesivos testados e, apesar de não estatisticamente significativa, o Prime & Bond 2.1 apresentou maior redução.

Cardoso e colaboradores (2005b) avaliaram a perda de massa em função da volatilização de dois sistemas adesivos, à base de acetona e etanol. Aproximadamente 16 μ L de cada adesivo foi transferido para um recipiente de vidro e colocado sobre uma balança analítica. As medidas foram estabelecidas nos tempos de 1, 2, 3, 4, 5 e 20 minutos. Os resultados demonstraram que os sistemas adesivos à base de acetona tiveram, de fato, uma maior perda de massa durante os primeiros 5 minutos. Entretanto,

no tempo de 20 minutos, uma perda de massa de aproximadamente 50% foi observada para ambos os sistemas adesivos.

Visando avaliar o efeito da abertura dos frascos de adesivos durante a rotina clínica, Lima e colaboradores (2005) coletaram, das clínicas da faculdade, nove frascos de dois sistemas adesivos, à base de acetona (Prime & Bond; Dentsply) e etanol/água (Single Bond; 3M ESPE), e compararam a taxa de volatilização e a capacidade de selamento destes adesivos em uso com dois frascos dos mesmos adesivos nunca antes utilizados. A maior taxa de volatilização foi encontrada para os adesivos à base de acetona. Os grupos controles (não abertos) demonstraram capacidade de selamento semelhante. Entretanto, considerando os adesivos que já estavam em uso, os maiores escores de microinfiltração foram encontrados para os adesivos à base de acetona.

2.2.3 SOLVENTES: ULTRAESTRUTURA INTERFACIAL e FORÇA DE ADESÃO

Muitos estudos têm sido realizados com o intuito de avaliar a influência do tipo de solvente sobre a força de adesão e sobre a formação da camada híbrida. Perdigão, Ramos e Lambrechts (1997) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a força de adesão e a hibridização da dentina desmineralizada em quatro sistemas adesivos com diferentes tipos de solventes: à base de água (Syntac Single-Component; Vivadent), à base de água e etanol (Single Bond; 3M ESPE) e à base de acetona (Prime & Bond 2.1; Dentsply e Tenure Quik with Fluorid; Den-Mat). A hipótese inicial era de que os adesivos à base de água promoveriam uma menor força de adesão e a formação de uma camada híbrida deficiente. Entretanto, os adesivos à base de água obtiveram uma força de adesão, estatisticamente significativa, mais alta do que um dos sistemas à base de acetona (Tenure Quik). Além disso, os *tags* formados pelo sistema adesivo à

base de água, apesar de mais delgados, foram mais longos do que os demais sistemas testados. Os autores concluíram que a composição química, como um todo, de cada sistema adesivo é mais importante do que especificamente o tipo de solvente utilizado.

Segundo Zheng e colaboradores (2001), alguns estudos questionam esta correlação usualmente estabelecida da camada híbrida como fator determinante da força de adesão. Neste sentido, os autores estudaram dois sistemas adesivos, à base de água (Clearfil Liner Bond 2V; Kuraray) e de etanol/água (Single Bond; 3M ESPE). Para o adesivo à base de água, houve um aumento da força de adesão, à medida que a espessura da camada híbrida aumentou. Entretanto, para o adesivo à base de etanol, a força de adesão diminuiu significativamente com o aumento da espessura da camada híbrida. Estes resultados foram também corroborados por estudos desenvolvidos por Sunico e colaboradores (2002). Com o objetivo de avaliar a força de adesão e caracterizar a interface resina/dentina, os autores utilizaram o Prime & Bond NT (Dentsply) com diferentes tipos de condicionamento ácido e materiais restauradores. Enquanto com a resina composta Spectrum TPH houve um aumento da força de adesão nos grupos que exibiram uma boa hibridização, com a Dyract AP, os resultados demonstraram uma maior força de adesão nas amostras nas quais não foram constatadas a formação da camada híbrida.

Nunes, Swift Jr. e Perdigão (2001) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a influência da composição dos sistemas adesivos sobre a força de adesão. Os sistemas adesivos utilizados foram: Single Bond (3M ESPE; à base de etanol/água), Experimental Single Bond (com carga), Prime & Bond NT (Dentsply; à base de acetona), Experimental Prime&Bond NT (sem nanopartículas) e One Coat Bond (Coltène; à base de água). Os autores concluíram que, além das diferenças

relacionadas com a carga de cada adesivo, os adesivos à base de etanol proporcionaram maior força de adesão do que os solventes à base de água e acetona. Estes resultados foram também corroborados por Ritter, Bertoli e Swift Jr. (2001), em um estudo que comparou a força de adesão de sistemas adesivos à base de etanol (Gluma Comfort Bond; Heraeus Kulzer) e acetona (Gluma One Bond; Heraeus Kulzer).

Quanto à micromorfologia na interface resina/dentina, Gregoire, Akon e Millas (2002) desenvolveram um estudo comparando, através da microscopia ótica e eletrônica de varredura, a formação de *tags* e camada híbrida de restaurações de resina composta utilizando-se sistemas adesivos à base de água (Syntac Single Component; Vivadent), acetona (Prime & Bond 2.1 e Prime & Bond NT; Dentsply) e água/etanol (F2000 Primer/Adhesive; 3M ESPE). Os resultados demonstraram que os sistemas adesivos à base de acetona proporcionaram a formação de uma camada híbrida mais espessa e contínua e com *tags* em íntimo contato com as paredes dos túbulos dentinários. Estes resultados foram corroborados por Chuang e colaboradores (2006a). Através da microscopia eletrônica de varredura, os autores compararam a integridade marginal de restaurações realizadas com o Prime & Bond NT (Dentsply) e Single Bond (3M ESPE) tanto sobre a dentina úmida como sobre a dentina seca. Os resultados demonstraram uma melhor integridade marginal nos grupos restaurados com Prime & Bond NT. Por outro lado, através de um estudo semelhante, Velazquez e colaboradores (2003) concluíram não haver influência do tipo de solvente utilizado sobre a força de adesão bem como sobre a camada híbrida formada.

Dentre os solventes orgânicos mais utilizados, a acetona é o mais volátil, justamente por apresentar menor temperatura de evaporação (56,5%). Cho e Dickens (2004) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar se a variação da concentração

de acetona pode afetar a espessura da camada de adesivo bem como a força de adesão. Além disso, os autores investigaram ainda se a espessura da camada de adesivo pode, de fato, ser considerada como fator determinante da força de adesão. Os autores utilizaram sistemas adesivos experimentais com diferentes concentrações de acetona (27, 37, 47, 57 e 67%). Os resultados demonstraram que com a diminuição da concentração de acetona, houve um aumento linear da espessura da camada de adesivo. Quanto à força de adesão, também foi observado um aumento inversamente proporcional à concentração de acetona, quando considerado o intervalo de 67 a 37%. Entretanto, a força de adesão no grupo contendo 27% de acetona foi menor do que no grupo com 37%. Os autores concluíram que mais importante do que a espessura da camada de adesivo, a presença de pequenas fissuras na interface com a camada híbrida ou com o adesivo (não observadas nos sistemas adesivos com concentrações de 27, 37 e 47%), devido à evaporação da acetona nos sistemas adesivos com maior concentração deste solvente (57 e 67%), é sugerido como mecanismo determinante para a diminuição da força de adesão. Os autores sugeriram ainda que mais baixas concentrações de acetona, o que pode representar uma consequência natural da abertura dos frascos de adesivo para o uso clínico, não diminuíram a força de adesão, mas, ao contrário, melhoraram a integridade da adesão.

Lopes e colaboradores (2006) desenvolveram um estudo no qual a força de adesão entre cinco diferentes sistemas adesivos (quatro deles à base de acetona e um à base de etanol, grupo controle) foi comparada tanto em esmalte como em dentina. Os resultados demonstraram que, em esmalte, os sistemas adesivos demonstraram força de adesão estatisticamente semelhante. Entretanto, à dentina, o grupo restaurado com o sistema adesivo à base de etanol demonstrou melhores resultados.

2.2.4 SOLVENTES: MICROINFILTRAÇÃO

Quanto à infiltração, alguns estudos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar a influência do tipo de solvente utilizado sobre a capacidade de promover o selamento, impedindo a microinfiltração, entre o dente e a restauração.

Santini e Mitchell (1998) avaliaram a microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com quatro sistemas adesivos, dois à base de água (EBS Bonding System, ESPE Seefeld; Syntac Single-Component, Vivadent) um à base de etanol/água (Scotchbond 1, 3M ESPE) e um à base de acetona (Prime & Bond 2.1, Dentsply) aplicados sobre a dentina seca (jato de ar por 2 segundos) e úmida (papel absorvente). Os resultados não demonstraram diferença tanto entre os sistemas adesivos utilizados como entre a técnica da dentina úmida ou seca.

Em um estudo com 30 restaurações classe V, Beatrice e Silva (2000), compararam a microinfiltração entre três sistemas adesivos: Single Bond (3M ESPE), à base de etanol/água, Prime & Bond 2.1 (Dentsply), à base de acetona, e Bond 1 (Jeneric/Pentron), à base de acetona, e concluíram que, apesar de o grupo restaurado com Prime & Bond 2.1 ter apresentado uma maior variação e o grupo restaurado com Bond 1 ter apresentado melhor vedamento marginal, os sistemas adesivos testados apresentaram comportamento semelhante no controle da infiltração marginal, sendo que nenhum deles foi capaz de evitar totalmente a penetração do corante na margem das restaurações.

Em 2001, Lopes e colaboradores compararam a microinfiltração marginal em cavidades de classe V restauradas com resina composta e quatro sistemas adesivos com diferentes solventes: à base de etanol (Excite; Vivadent), à base de água (One Coat Bond; Coltène), à base de acetona (Prime & Bond NT; Dentsply) e à base de

etanol/água (Single Bond; 3M ESPE). A hipótese inicial dos autores era de que os adesivos com alto poder de volatilização, como acetona e álcool, propiciariam maior resistência à microinfiltração. Entretanto, os resultados demonstraram que o tipo e a quantidade de solvente não tiveram relevância no que diz respeito à capacidade de selamento marginal. Estes resultados foram também corroborados por Cardoso e colaboradores (1999), Gagliardi e Avelar (2002) e Lima e colaboradores (2005), que após avaliarem diferentes tipos de adesivos, incluindo o Single Bond (3M ESPE) e o Prime & Bond NT (Dentsply), não constataram diferença significativa entre o comportamento dos sistemas adesivos testados em evitar a microinfiltração.

2.3 MICROINFILTRAÇÃO e FORÇA DE ADESÃO

Segundo Pashley e Carvalho (1997) materiais capazes de proporcionar alta força de adesão são geralmente associados a menores valores de microinfiltração. Entretanto esta correlação nem sempre é estabelecida de maneira adequada. Segundo os autores, a microinfiltração ocorre em espaços entre o material restaurador e a estrutura dentária, estando, portanto, mais diretamente associada à incapacidade dos sistemas adesivos de preencher completamente a dentina desmineralizada do que com a permeabilidade deste substrato.

Ateyah e Elhejazi (2004) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a correlação entre microinfiltração e força de adesão. Para a microinfiltração, 20 cavidades de classe V (incisivos bovinos) foram restauradas com diferentes sistemas adesivos (Scotch Bond Multi-Purpose, 3M ESPE; All-Bond 2, Bisco; One-Step, Bisco; e Perma Quick, Ultradent) e resina Z100 (3M ESPE) e, após a imersão em corante, analisados na lupa estereoscópica. Para a análise da força de adesão, 20 restaurações

foram preparadas, utilizando-se os mesmos sistemas adesivos e resina, na superfície dentinária de incisivos bovinos. Os resultados não demonstraram correlação entre microinfiltração e força de adesão.

2.4 MICROINFILTRAÇÃO: ESMALTE x DENTINA

Ao analisar o mecanismo de adesão é importante considerar as diferenças estruturais e bioquímicas entre esmalte e dentina. O esmalte possui uma estrutura eminentemente prismática e mineral (96%), enquanto a dentina possui menor composição mineral (45%), maior percentagem de líquido e uma estrutura mais tubular do que o esmalte. Estas diferenças estão diretamente associadas às maiores dificuldades em se estabelecer a adesão à dentina do que ao esmalte (GOMES; PORTO NETO; LOFFREDO, 1999; GOMES *et al.*, 2000; DIBB *et al.*, 2001; LOPES *et al.*, 2001; ATEYAH; ELHEJAZI, 2004). Segundo Pashley e Carvalho (1997) uma das principais características morfológicas da dentina é a sua estrutura tubular e o preenchimento destes túbulos por fluido pulpar.

É importante também considerar as alterações fisiológica, químicas e estruturais, dos componentes fundamentais nas diferentes localizações da dentina (MARSHALL Jr. *et al.*, 1997; GIANNINI; SOARES; CARVALHO, 2004). Segundo Carvalho e colaboradores (1996), resultados obtidos a partir de um estudo realizado com o objetivo de avaliar as alterações dimensionais na dentina humana após desmineralização permitiram os autores concluírem que a contração da dentina, provocada pelo colapso das fibras colágenas, não ocorre de modo uniforme devido às características heterogêneas da sua estrutura, como orientação das fibras colágenas e direção dos túbulos. Segundo estes autores, a desmineralização da dentina promoveu alterações

volumétricas não estatisticamente significantes. Quando o volume da dentina foi medido após a secagem com ar, ocorreu uma redução de aproximadamente 65% do seu volume. Após a imersão em água por 24 horas, entretanto, a dentina restabeleceu seu volume original de quando desmineralizada.

Apesar de o estabelecimento da adesão à dentina ser muito mais complexo do que ao esmalte, alguns autores (SWIFT Jr. *et al.*, 2001; REIS *et al.*, 2003b) afirmaram que o significativo progresso na tecnologia de desenvolvimento dos novos sistemas adesivos faz com que muitos destes sistemas comercializados atualmente demonstrem capacidade de estabelecer força de adesão similar em esmalte e dentina.

Quanto à microinfiltração, Santini e Mitchell (1998) não observaram diferenças entre esmalte e dentina. Entretanto, a maioria dos autores (MAY Jr. *et al.*, 1996; GOMES; PORTO-NETO; LOFFREDO, 1999; GOMES *et al.*, 2000; DIBB *et al.*, 2001; LOPES *et al.*, 2001; MANHART *et al.* 2001; SETIEN *et al.*, 2001; GAGLIARDI; AVELAR, 2002; ATEYAH; ELHEJAZI, 2004), afirmaram que, apesar de não existir um material capaz de eliminar completamente a microinfiltração marginal, há um melhor selamento nas margens em esmalte do que em dentina ou cimento.

2.5 SISTEMAS ADESIVOS

2.5.1 NANOPARTÍCULAS

Alguns dos sistemas adesivos mais recentes diferenciam-se por apresentarem nanopartículas em sua composição. De acordo com vários estudos (FANNING *et al.*, 1995; MIYAZAKI *et al.*, 1995; PFLUG, 1998; TAY; MOULDING; PASHLEY, 1999; GREGOIRE; AKON; MILLAS, 2002), a adição de nanopartículas propiciaram um aumento da resistência da camada adesiva e reforçam os *tags* resinosos. Segundo

Tay, Moulding e Pashley (1999) e Kim e colaboradores (2005), entretanto, é importante considerar que, em relação às nanopartículas, há um tamanho e uma concentração ideais, acima dos quais pode ocorrer a sua agregação e a conseqüente redução da penetração para os espaços interfibrilares.

O Prime & Bond NT (Dentsply) possui a mesma formulação do seu antecessor, Prime & Bond 2.1, com modificações nas suas propriedades físicas. Através da adição de nanopartículas (7nm) e de pequenas moléculas com ligações cruzadas, os fabricantes afirmaram que a adesão é reforçada pela melhor infiltração para o interior da matriz colágena (Dentsply, 1998).

O Adper Single Bond 2 (3M ESPE) também se diferencia do seu antecessor, Single Bond, por causa da adição de nanopartículas de sílica com 5nm de diâmetro (3M ESPE, 2004).

Perdigão, Baratieri e Lopes (1999) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a camada híbrida e a força de adesão ao esmalte e à dentina de dois sistemas adesivos, ambos à base de acetona: o Prime & Bond NT (Dentsply), com adição de nanopartículas, e o seu antecessor, Prime & Bond 2.1. Os valores da força de adesão, tanto em esmalte como em dentina, foram maiores para o Prime & Bond NT. Quanto às características da interface resina/dentina, foi observado que as nanopartículas do Prime & Bond NT penetraram nos túbulos dentinários e infiltraram em microespaços entre as fibras colágenas. Segundo Sunico e colaboradores (2002), o Prime & Bond NT foi capaz de infiltrar na dentina descalcificada formando uma camada híbrida quase ao mesmo nível da dentina original. Estes resultados foram também corroborados por Gregoire, Akon e Millas (2002). Ao caracterizarem a micromorfologia da interface resina/dentina, através de microscopia ótica e eletrônica de varredura, de

restaurações de resina composta realizadas utilizando-se, dentre outros sistemas adesivos, o Prime & Bond 2.1 e o Prime & Bond NT, os autores observaram que os grupos restaurados com o Prime & Bond NT demonstraram uma camada híbrida mais intimamente associada com a dentina e a formação de *tags* com melhor preenchimento e selamento tubular.

2.5.2 TÉCNICA DE APLICAÇÃO

Segundo recomendações dos fabricantes, os sistemas adesivos possuem técnicas específicas de aplicação de acordo com as suas propriedades. Considerando o grande número de adesivos disponíveis no mercado, várias diferentes técnicas podem ser indicadas. Alguns autores têm pesquisado o efeito das diversas técnicas existentes sobre a adesão com a estrutura dentária.

Swift Jr. e colaboradores (1997) avaliaram o efeito da aplicação de múltiplas camadas dos sistemas adesivos sobre a força de adesão. Os sistemas adesivos utilizados foram Prime & Bond (Dentsply), One-Step (Bisco-Dental) e Tenure Quik (Dent-Mat). Os autores concluíram que o crescente número de aplicações para cada sistema adesivo proporcionou uma menor força de adesão, apesar de apenas no grupo de quatro aplicações do One-Step esta diferença ter sido estatisticamente significativa.

Entretanto, Platt e colaboradores (2001) realizaram um estudo no qual os sistemas adesivos foram utilizados dobrando-se o número de aplicações recomendada pelo fabricante. Dentre os adesivos utilizados (Prime & Bond NT - Dentsply, Optibond Solo - Kerr e One-Step - Bisco-Dental), apenas o Prime & Bond NT demonstrou diferença. A análise ao microscópio demonstrou que a aplicação de apenas uma

camada do sistema adesivo, conforme recomendação do fabricante, proporcionou uma espessura não uniforme da camada de adesivo.

Mathew, Parameswaran Nair e Krishnan (2001) comprovaram que a aplicação de uma segunda camada dos sistemas adesivos avaliados (Single Bond, 3M ESPE e Prime & Bond 2.1, Dentsply) demonstrou uma maior capacidade de reduzir a microinfiltração para ambos os adesivos.

2.5.3 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

A microinfiltração para os espaços vazios, consequência de uma pobre adesão relacionada diretamente à falhas na formação da camada híbrida (SANTINI; MITCHELL, 1998), permitirá o preenchimento destes espaços com água e fluidos orais, os quais acelerarão a degradação da adesão estabelecida entre a estrutura dentária e o material restaurador (PASHLEY; CARVALHO, 1997). Li, Burrow e Tyas (2001) avaliaram a nanoinfiltração em função do armazenamento, em solução salina (pH 7.4), à 37°C, após 24 horas, 3, 6 e 12 meses. O aumento da nanoinfiltração durante este período permitiu aos autores sugerirem o efeito hidrolítico à que as restaurações podem, de fato, estar submetidas ao longo do tempo.

Com relação à performance clínica dos sistemas adesivos, à base de etanol e acetona, Swift Jr. e colaboradores (2001) avaliaram, nos períodos de 0, 6, 18 e 36 meses, a performance clínica de dois sistemas adesivos. Características como retenção, hipersensibilidade pós-procedimento restaurador, cáries recidivantes, descoloração marginal e integridade da adaptação marginal foram analisados em 101 restaurações de lesão cervical não cariosa, em 33 pacientes. Os resultados demonstraram que após 18 meses, o grupo restaurado com adesivos à base de

acetona apresentou melhores resultados, ao contrário do que ocorreu na avaliação após 36 meses, onde os adesivos à base de etanol tiveram melhor desempenho. Entretanto, estas diferenças não foram estatisticamente significantes.

Considerando o complexo mecanismo de estabelecimento da adesão, bem como os componentes e as características dos sistemas adesivos, Yiu e colaboradores (2004) consideraram a hidrofiliabilidade como o fator determinante para a extensão da sorção da água e a consequente formação da camada híbrida. Os solventes presentes nos sistemas adesivos aumentam esta capacidade de sorção. Os autores afirmaram que futuros estudos ainda serão necessários para investigar as características de sorção e solubilidade dos adesivos quando dissolvidos em solventes orgânicos, bem como o efeito destes solventes sobre as propriedades físicas dos sistemas adesivos.

De acordo com a literatura consultada, pôde-se perceber que ao eleger um sistema adesivo deve-se considerar não apenas as propriedades químico-mecânicas de cada sistema, mas as características intrínsecas de cada material bem como dos seus constituintes, que de forma direta ou indireta, refletirão na qualidade e sucesso clínico da restauração.

Pouco se tem publicado sobre o efeito da volatilidade dos solventes orgânicos utilizados na composição dos sistemas adesivos, considerando tempo de abertura e período médio de uso dos frascos de adesivo, de modo que vise simular prática clínica diária do cirurgião-dentista. Desta forma, o presente estudo pretende avaliar a influência que a repetida abertura dos frascos de adesivo exerce sobre a microinfiltração marginal das restaurações de resina composta.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Com base nos dados revistos da literatura, o presente trabalho se propõe a:

- Objetivo Geral

Avaliar, *in vitro*, a influência do tempo de abertura dos frascos de diferentes sistemas adesivos na adesão entre a resina composta e a estrutura dentária em cavidades de classe V de dentes restaurados com resina composta.

- Objetivos específicos

Avaliar:

- Microinfiltração marginal, em esmalte e em dentina, em função do tempo de abertura dos frascos de adesivos dentinários;
- Diferença da microinfiltração marginal em função dos substratos avaliados (esmalte e dentina);
- Diferença da microinfiltração marginal em função das diferentes composições dos sistemas adesivos testados.

4 METODOLOGIA

4 METODOLOGIA

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

- Estudo experimental do tipo laboratorial.
- Variáveis
 - Independentes:
 - Tempo diário de abertura dos frascos de adesivo;
 - Tipos de solventes;
 - Substratos: esmalte e dentina.
 - Dependente:
 - Grau de microinfiltração marginal.
- Unidades experimentais
 - 112 preparos cavitários de classe V restaurados com resina composta.

4.2 ETAPAS DO EXPERIMENTO

4.2.1 ASPECTOS ÉTICOS

- As amostras selecionadas foram terceiros molares hígidos extraídos por indicação ortodôntica, periodontal ou cirúrgica. Os pacientes foram informados dos objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A), atendendo à resolução 196 do Ministério da Saúde.

- Este projeto foi submetido à avaliação e aprovação pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Federal da Bahia (UFBA), com aprovação em 16 de maio de 2005, conforme anexo B.

4.2.2 SELEÇÃO DOS DENTES

Após aprovação pela Comissão de Ética, foram selecionados 80 terceiros molares humanos hígidos, recém extraídos por indicação ortodôntica, periodontal, ou cirúrgica, os quais foram obtidos conforme Termo de Doação (Anexo C).

Após as extrações, para remoção de cálculo e tecido aderido, os dentes foram raspados com curetas periodontais e foi realizada profilaxia com escova de Robinson e pasta de pedra pomes e água.

Para se manterem hidratados até o momento da sua utilização, os dentes foram conservados em água destilada, a 37°C, com troca semanal da mesma.

Foram realizadas cavidades tipo classe V nas faces vestibular e lingual totalizando 112 unidades experimentais.

- Critérios de inclusão:

Os dentes coletados estavam hígidos, sem lesão cariosa, não-cariosa ou qualquer tipo de alteração estrutural, como fraturas ou fissuras, que pudessem provocar alterações nos resultados do experimento. Para tanto, os dentes foram examinados visualmente com lupa com aumento de 2 vezes de magnitude.

4.2.3 PREPARO DAS CAVIDADES

Foram confeccionadas cavidades do tipo classe V, nas faces vestibular e lingual, localizadas na região da junção cimento-esmalte, com margem oclusal situada em esmalte e margem cervical situada em cimento.

As dimensões das cavidades foram: 2mm de profundidade, 3mm no sentido cérvico-oclusal e 5mm no sentido mésio-distal, com término cervical localizado à uma distância de, aproximadamente, 1 a 2mm além da junção amelo-cementária.

Para definição da extensão em cada amostra, o contorno das cavidades foi previamente desenhado com caneta Nankin (Figuras 1 e 2). Para a padronização dos preparos foram utilizados um paquímetro digital e uma sonda periodontal milimetrada.

As cavidades foram confeccionadas em alta rotação, sob refrigeração, utilizando-se a ponta diamantada cônica topo arredondada nº 2136 (KG Sorensen), sendo as mesmas descartadas a cada cinco preparos para que mantivessem a excelência do corte. Para que não se ultrapassasse a profundidade desejada, a broca foi marcada com caneta para retroprojctor vermelha, na medida de 2mm (Figura 3 e 4). Ao final do preparo, para o aplanamento da parede pulpar, foi utilizada broca cônica invertida nº 1036 (KG Sorensen).

4.2.4 SELEÇÃO DO MATERIAL RESTAURADOR

Os sistemas adesivos empregados para confecção das restaurações foram o Prime & Bond NT (Dentsply), à base de acetona, e o Adper Single Bond 2 (3M ESPE), à base de etanol/água.

Todas as unidades experimentais de análise foram restauradas com resina composta híbrida Filtek Z250 (3M ESPE), na cor A3.

4.2.5 SIMULAÇÃO DO USO DIÁRIO DOS ADESIVOS e FORMAÇÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS

Visando reproduzir a rotina clínica do cirurgião-dentista, foi feita uma estimativa do tempo médio de 15 segundos de abertura durante a utilização dos frascos de adesivos em cada procedimento restaurador e da quantidade média de restauração que é realizada em um consultório (4 pacientes em cada turno; totalizando 8 pacientes/dia), resultando em uma frequência de abertura diária de 8 vezes com 15 segundos de duração e intervalo de 1 hora.

As amostras foram divididas em 8 grupos, compostos por 14 cavidades (unidades experimentais) cada um. Os grupos de números ímpares (1, 3, 5 e 7) foram restaurados com o sistema adesivo Prime & Bond NT (Dentsply), à base de acetona, e os grupos de números pares (2, 4, 6 e 8), com Adper Single Bond 2 (3M ESPE), à base de etanol/água. O período de abertura dos frascos foram 0, 30, 60 e 90 dias. Nos grupos 1 e 2, os sistemas adesivos foram utilizados sem terem passado por nenhum período de abertura prévio; nos grupos 3 e 4, após um período diário de abertura de 30 dias; nos grupos 5 e 6, após 60 dias e nos grupos 7 e 8, após 90 dias. Para que o último dia de abertura de todos os grupos coincidissem, permitindo que as demais etapas do experimento fossem realizadas simultaneamente, os grupos 7 e 8 foram abertos do 1º ao 90º dia, totalizando 90 dias de abertura; os grupos 5 e 6, do 30º ao 90º dia, totalizando 60 dias de abertura e os grupos 3 e 4, do 60º ao 90º dia, totalizando 30 dias de abertura.

A formação dos grupos experimentais conforme o tipo de sistema adesivo (solvente) utilizado e tempo de abertura dos frascos estão especificados no Quadro 1.

Quadro 1 – Grupos experimentais estudados.

Grupo	Sistema Adesivo	Resina	Período de abertura dos frascos de adesivo (em dias)			Total de Dias Abertos
			1° – 30°	31° – 60°	61° – 90°	
1	Prime & Bond NT (Dentsply)	Z 250 (3M ESPE)				0
2	Adper Single Bond 2 (3M ESPE)	Z 250 (3M ESPE)				0
3	Prime & Bond NT (Dentsply)	Z 250 (3M ESPE)			X	30
4	Adper Single Bond 2 (3M ESPE)	Z 250 (3M ESPE)			X	30
5	Prime & Bond NT (Dentsply)	Z 250 (3M ESPE)		X	X	60
6	Adper Single Bond 2 (3M ESPE)	Z 250 (3M ESPE)		X	X	60
7	Prime & Bond NT (Dentsply)	Z 250 (3M ESPE)	X	X	X	90
8	Adper Single Bond 2 (3M ESPE)	Z 250 (3M ESPE)	X	X	X	90

4.2.6 TÉCNICA RESTAURADORA

4.2.6.1 PROFILAXIA, CONDICIONAMENTO ÁCIDO E APLICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS

Inicialmente foi realizada profilaxia com escova de Robinson e uma mistura de pedra pomes e água.

Para o condicionamento das paredes cavitárias foi aplicado ácido fosfórico a 35% (3M ESPE). A aplicação foi iniciada pelas superfícies em esmalte, seguindo-se as superfícies dentinárias, quando, após o completo preenchimento da cavidade, foi iniciada a contagem do tempo de 10 segundos, totalizando 15 segundos de

condicionamento. Em seguida, as superfícies foram lavadas com *spray* ar/água por 15 segundos e então secadas com papel absorvente para melhor controle da unidade (Figura 5).

A aplicação dos sistemas adesivos foi feita com aplicadores descartáveis (*microbrush* - KG Sorensen) segundo recomendações do fabricante:

- Para o sistema adesivo Prime & Bond NT (Dentsply), (Figura 6), após a sua aplicação, aguardou-se 20 segundos, para que o sistema adesivo pudesse permear bem a dentina desmineralizada, procedendo-se então a aplicação de breve e suave jato de ar, sendo, em seguida, fotopolimerizada por 10 segundos.
- Para o adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE), (Figura 7), foi feita aplicação de duas camadas consecutivas, agitando-as, moderadamente, por 15 segundos, com intervalo de 20 segundos entre as mesmas, as quais foram secadas com um breve e suave jato de ar e, em seguida, fotopolimerizadas por 10 segundos.

Para a fotopolimerização, utilizou-se o aparelho Fotopolimerizador Ultralux (Dabi Atlante) com densidade de potência de $500\text{mW}/\text{cm}^2$, previamente aferido com radiômetro.

4.2.6.2 INSERÇÃO E FOTOPOLIMERIZAÇÃO DA RESINA COMPOSTA

As unidades experimentais foram restauradas com resina composta Filtek Z250 (3M ESPE), cor A3, utilizando-se espátula de titânio (Millennium). A inserção da resina composta foi realizada através da técnica incremental oblíqua, em um total de 3 incrementos. (Figura 8).

A fotopolimerização foi realizada durante 20 segundos em cada incremento, com o mesmo aparelho utilizado para fotopolimerizar os sistemas adesivos.

4.2.6.3 POLIMENTO DAS RESTAURAÇÕES

Após armazenamento por 24 horas em água destilada, foi realizado o acabamento e polimento das restaurações com lâminas de bisturi nº 15C (Surgical Blade) e discos de óxido de alumínio Sof-Lex (3M ESPE), em ordem decrescente de abrasividade, em baixa rotação, que foram descartados a cada três restaurações.

4.2.7 TERMOCICLAGEM

Objetivando reproduzir as mudanças térmicas intra-orais, as amostras foram submetidas à ciclagem térmica na Universidade de São Paulo (USP): 500 ciclos de termociclagem com temperatura de $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ e $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ com duração de 30 segundos de imersão e intervalo de 5 segundos entre os banhos (Figura 9).

4.2.8 PREPARO DOS ESPÉCIMES

4.2.8.1 IMPERMEABILIZAÇÃO

Previamente ao procedimento de imersão dos espécimes no corante, para evitar a penetração do corante por via apical, foi feito o vedamento dos ápices radiculares, (Figura 10), com resina composta Filtek Z250 (3M ESPE) e adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE) e impermeabilização das demais áreas não restauradas, a uma distância de 1mm das margens da restauração, com duas camadas de esmalte de unhas (Niasi), com intervalo entre as aplicações para permitir a secagem. Para os grupos de 1 a 8, as cores dos esmaltes foram, respectivamente, branco, amarelo, laranja, rosa, lilás, vermelho, azul e verde (Figura 11).

4.2.8.2 IMERSÃO DOS ESPÉCIMES EM CORANTE

As amostras foram imersas em solução aquosa de azul de metileno a 0,5%, por 24 horas, à 37°C. Após este período, os dentes foram lavados em água corrente, por 15 minutos (Figura 12 e 13).

4.2.8.3 CORTE DOS ESPÉCIMES

Previamente ao procedimento de corte, todo o esmalte utilizado para impermeabilização foi removido por raspagem.

Utilizando-se um disco diamantado segmentado dupla face nº 7011 (KG Sorensen) foi feita a remoção das raízes e faces oclusais. Em seguida, foi realizada uma secção no sentido méso-distal para separação das faces vestibular e lingual. Cada restauração foi então seccionada em 3 partes para posterior análise (Figura 14).

4.2.9 ANÁLISE DA MICROINFILTRAÇÃO

Previamente ao procedimento de leitura, cada espécime foi acondicionada em um pequeno envelope de papel identificado com o número do grupo. Em seguida, a identificação foi coberta e um novo papel com nova numeração estabelecida aleatoriamente foi atribuída a cada envelope, para que a leitura fosse realizada de forma a caracterizar um estudo cego.

Para avaliação da microinfiltração foram utilizados uma lupa estereoscópica (Zeiss) do Departamento de Endodontia da Faculdade de Odontologia da UFBA, com 20 vezes de aumento (Figura 15) e um paquímetro digital eletrônico (Digimess) (Figura 16).

Após a remoção do pó remanescente do procedimento de corte com uma escova de dentes de cerdas macias (Oral B), os 3 cortes foram fixados em uma placa de cera utilidade (Uraby) e analisados em conjunto na lupa estereoscópica, sendo então selecionada o de maior grau de microinfiltração em esmalte e dentina para estabelecimento do valor em milímetros através do paquímetro (Figuras 17, 18, 19 e 20).

As leituras foram realizadas individualmente por dois avaliadores previamente treinados, sendo atribuídos valores absolutos determinados em milímetros com o paquímetro. Em caso de divergência foi considerado o resultado de maior grau de microinfiltração.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram tabelados e analisados estatisticamente, para tal utilizou-se medidas de tendência central e de dispersão para descrever os dados por grupo.

Após identificada a distribuição normal, para comparação da microinfiltração em cada substrato (esmalte e dentina), em função do tempo de abertura dos frascos de adesivos e em função dos sistemas adesivos testados, foram utilizados a ANOVA e o teste de Tukey. Para a comparação em função dos substratos, em cada período, aplicou-se o teste T de Student.

Todas as estatísticas foram calculadas considerando um intervalo de confiança de 95%.

PRANCHA 1

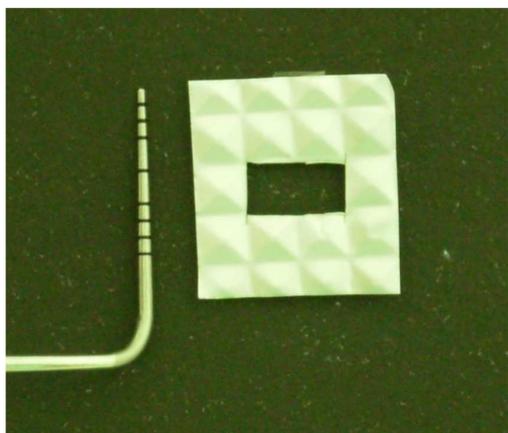


Figura 1 – Modelo com as medidas do preparo



Figura 2 – Determinação do preparo cavitário



Figura 3 – Brocas 2136 (marcada com caneta para retroprojektor vermelha em 2mm) e 1036



Figura 4 – Preparo cavitário classe V concluído

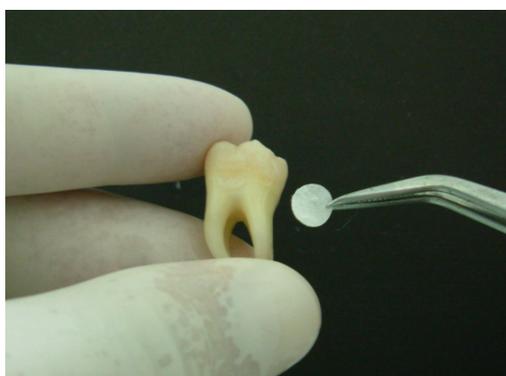


Figura 5 – Secagem da cavidade com papel absorvente

PRANCHA 2



Figura 6 – Adesivo Prime & Bond NT (Dentsply).



Figura 7 – Adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE)

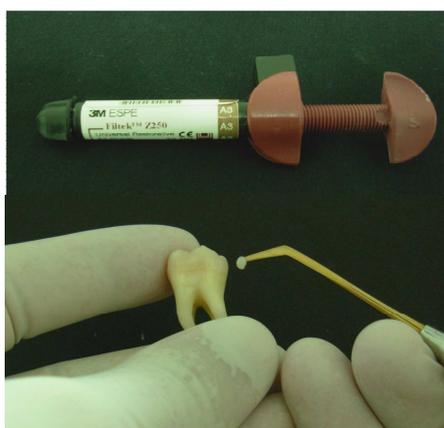


Figura 8 – Inserção da resina (Filtek Z250–3M ESPE)

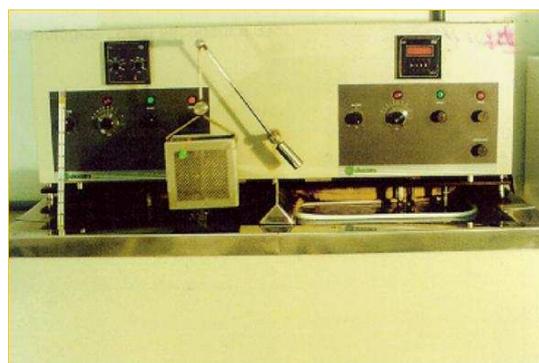


Figura 9 – Máquina de ciclagem térmica

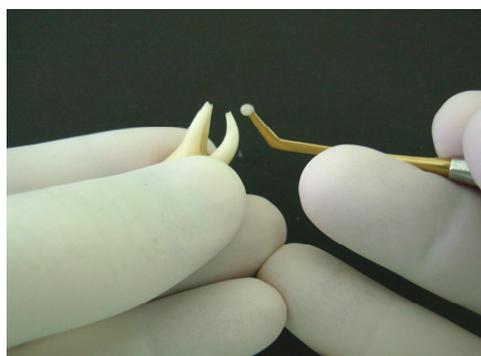


Figura 10 – Vedamento apical com resina (Filtek Z250 – 3M ESPE)



Figura 11- Dentes impermeabilizados com esmalte de unha

PRANCHA 3



Figura 12 – Dente do grupo 1 antes da imersão em corante



Figura 13 – Dente do grupo 1 após a imersão em corante



Figura 14 – Cortes da restauração



Figura 15 – Lupa estereoscópica



Figura 16 – Paquímetro digital

PRANCHA 4



Figura 17 – Microinfiltração ausente em esmalte e dentina



Figura 18 – Microinfiltração ausente em esmalte e com 0,3mm em dentina

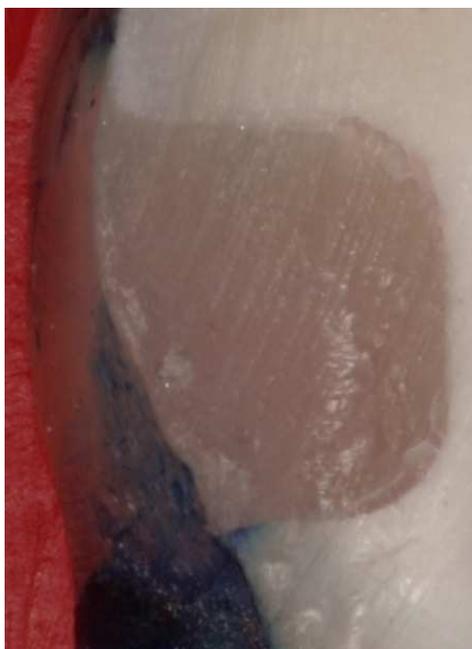


Figura 19 – Microinfiltração ausente em esmalte e com 0,5mm em dentina



Figura 20 – Microinfiltração ausente em esmalte e com 2,0mm em dentina

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

A partir da análise descritiva da microinfiltração em dentina e esmalte dos grupos restaurados com o adesivo Prime & Bond NT (Tabela 1) e Adper Single Bond 2 (Tabela 2), constatou-se que houve microinfiltração marginal em todos os grupos estudados.

Tabela 1 – Análise descritiva da microinfiltração.

Adesivo: Prime & Bond NT (Dentsply)

Grupos	Esmalte		Dentina	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
1	0,128	0,347	0,629	0,611
3	0,186	0,533	0,732	0,678
5	0,393	0,644	0,843	0,549
7	0,443	0,732	0,593	0,559

Tabela 2 – Análise descritiva da microinfiltração.

Adesivo: Adper Single Bond 2 (3M ESPE)

Grupos	Esmalte		Dentina	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
2	0,664	0,740	0,664	0,612
4	0,293	0,407	0,585	0,313
6	0,421	0,484	0,979	0,677
8	0,329	0,391	0,936	0,807

5.1 MICROINFILTRAÇÃO EM ESMALTE

5.1.1 Prime & Bond NT

Através do gráfico 1 pode-se observar que houve um aumento da microinfiltração em esmalte, em função do tempo de abertura de 0, 30, 60 e 90 dias, entretanto o teste de Tukey 95% demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos

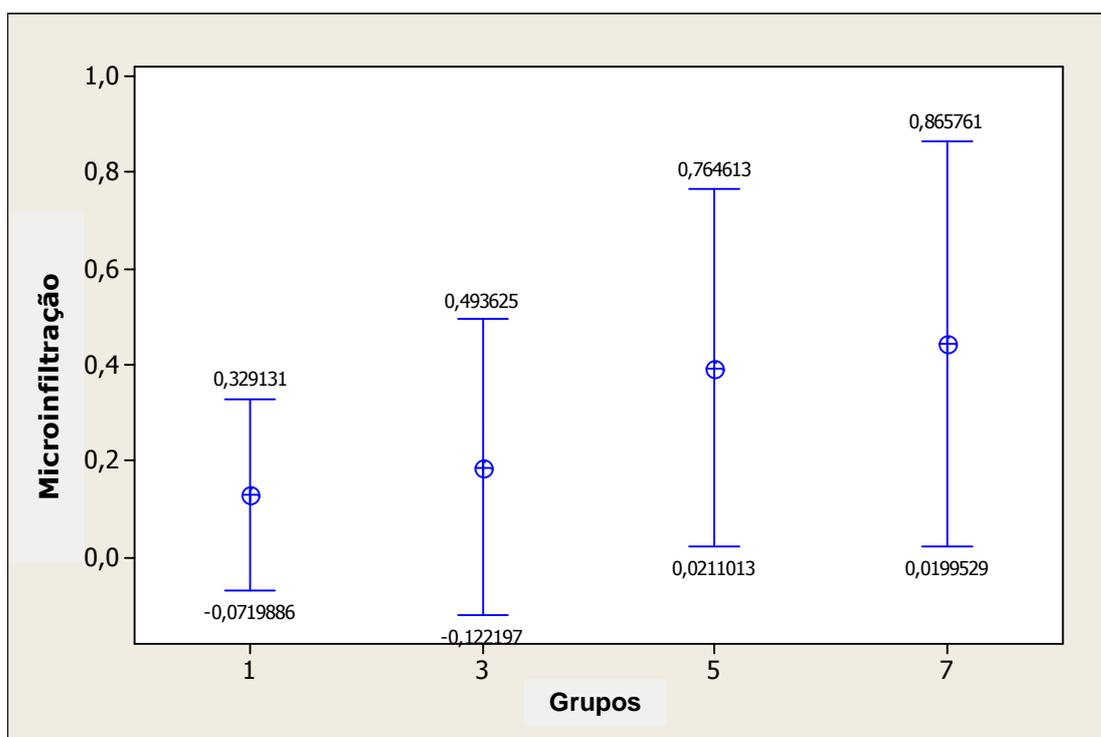


Gráfico 1 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em esmalte; $p = 0,54$. Adesivo: Prime & Bond NT

5.1.2 Adper Single Bond 2

Não foi observado o aumento da microinfiltração em esmalte em função do tempo de abertura e o teste de Tukey 95% demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Gráfico 2).

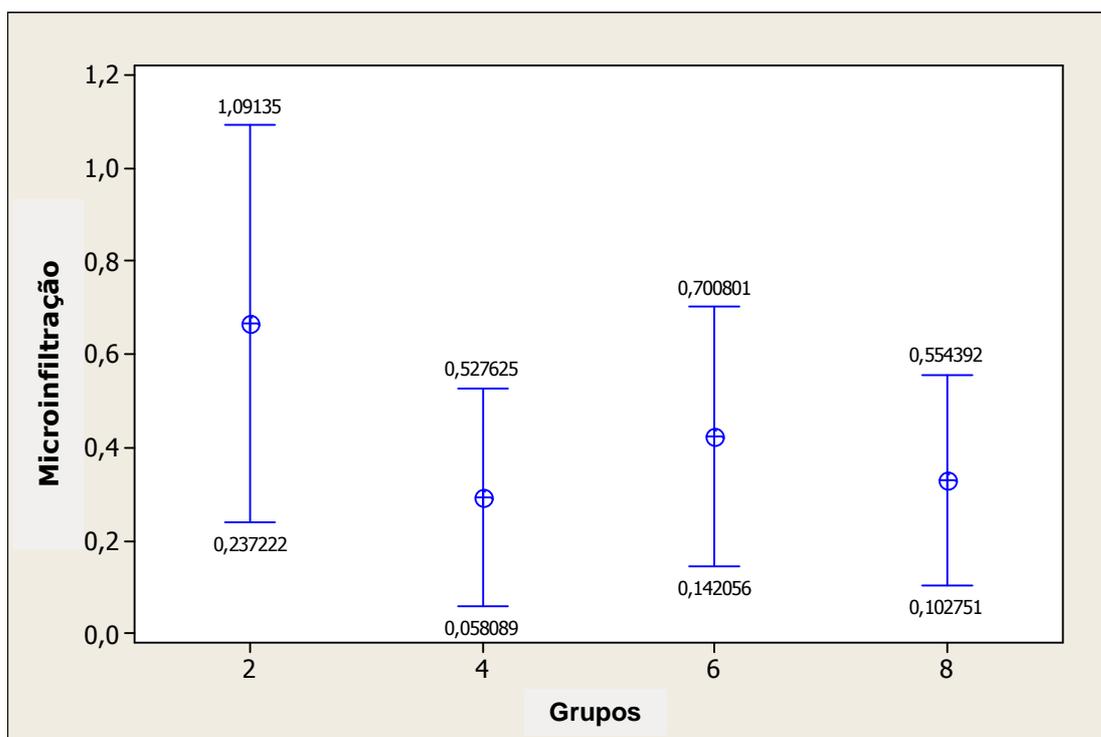


Gráfico 2 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em esmalte; $p = 0,69$. Adesivo: Adper Single Bond 2

5.2 MICROINFILTRAÇÃO EM DENTINA

5.2.1 Prime & Bond NT

Através do gráfico 3 pode-se observar que houve um aumento da microinfiltração em dentina, considerando os períodos de 0, 30 e 60 dias de abertura dos frascos, entretanto o teste de Tukey 95% demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

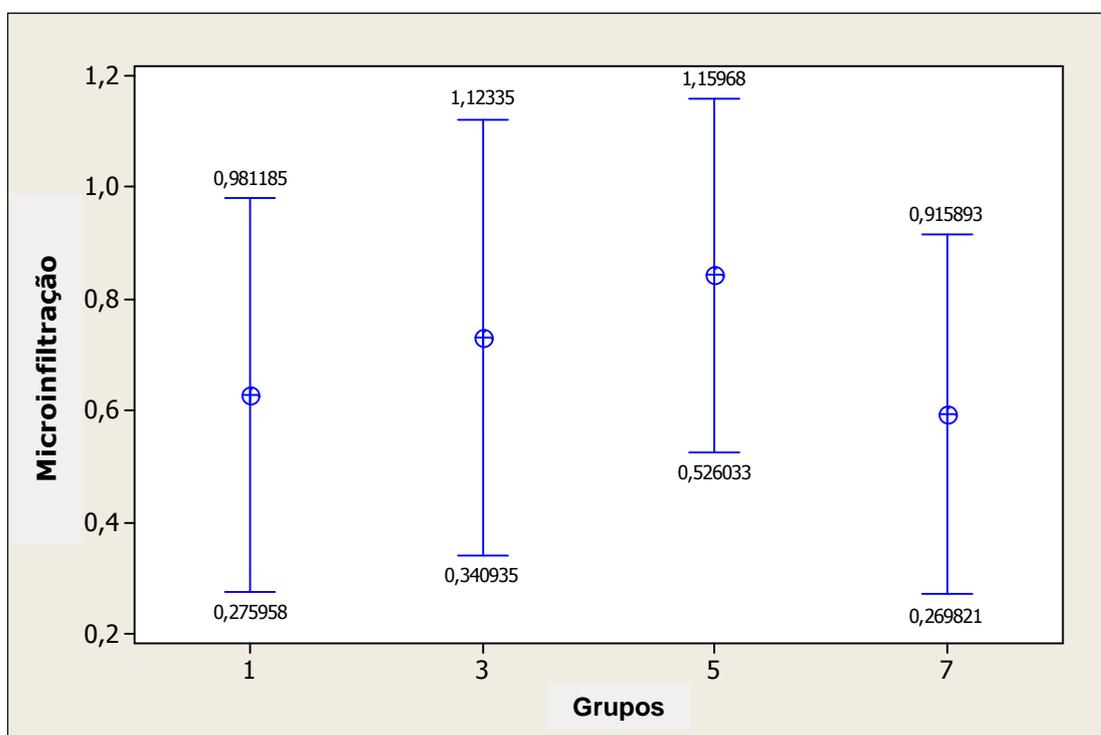


Gráfico 3 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em dentina; $p = 0,83$. Adesivo Prime & Bond NT

5.2.2 Adper Single Bond 2

Não foi observado o aumento da microinfiltração em dentina em função do tempo de abertura e o teste de Tukey 95% demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Gráfico 4).

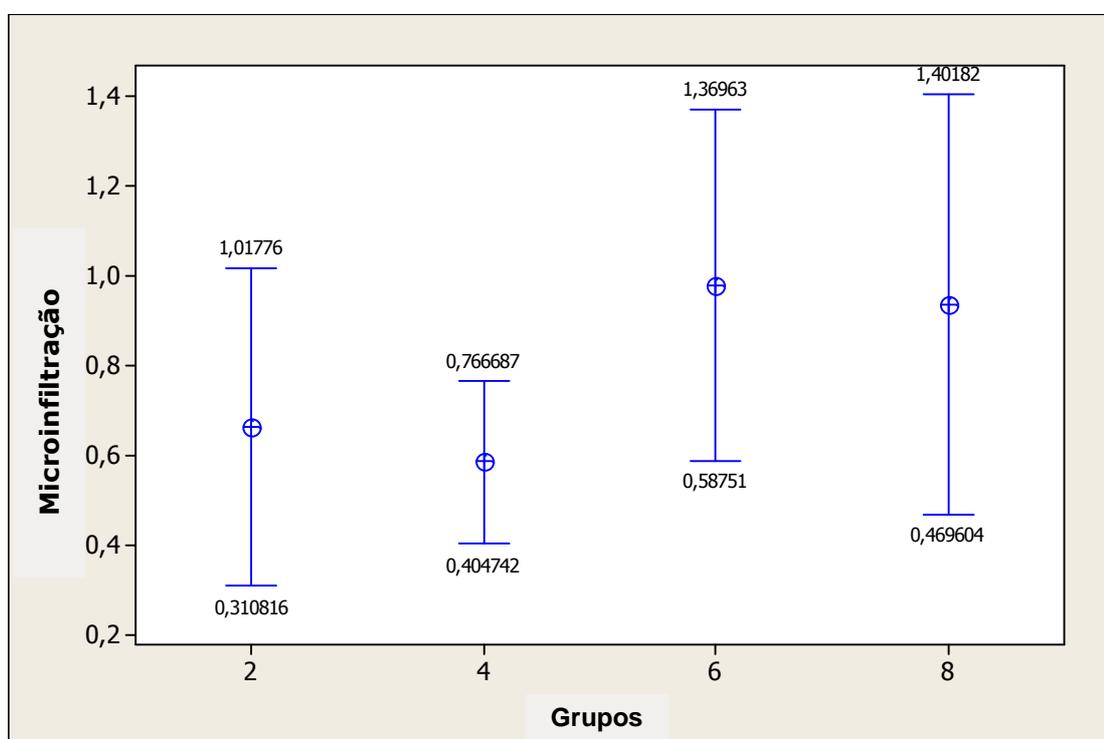


Gráfico 4 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em dentina; $p = 0,34$. Adesivo: Adper Single Bond 2

5.3 MICROINFILTRAÇÃO: ESMALTE x DENTINA

Através do teste T de Student, foi feita a comparação da microinfiltração entre esmalte e dentina. Houve diferença estatisticamente significativa entre esmalte e

dentina de toda a amostra e nos grupos 1, 3, 4, 6 e 8, tendo a dentina um maior grau de infiltração (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação da microinfiltração entre esmalte e dentina obtida através do teste T de Student.

	Esmalte	Dentina	P
Toda a amostra	0,357	0,745	0,000*
Grupo 1	0,129	0,629	0,015*
Grupo 2	0,664	0,664	1,000
Grupo 3	0,186	0,732	0,026*
Grupo 4	0,293	0,586	0,043*
Grupo 5	0,393	0,843	0,058
Grupo 6	0,421	0,979	0,020*
Grupo 7	0,443	0,593	0,548
Grupo 8	0,329	0,936	0,021*

* valor estatisticamente significante ($p < 0,05$)

5.4 MICROINFILTRAÇÃO: ENTRE OS SISTEMAS ADESIVOS

Para a comparação da microinfiltração em função dos sistemas adesivos, o teste de Tukey 95% demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os dois sistemas adesivos, tanto em esmalte (Gráfico 5; $p=0,277$) como em dentina (Gráfico 6; $p=0,514$).

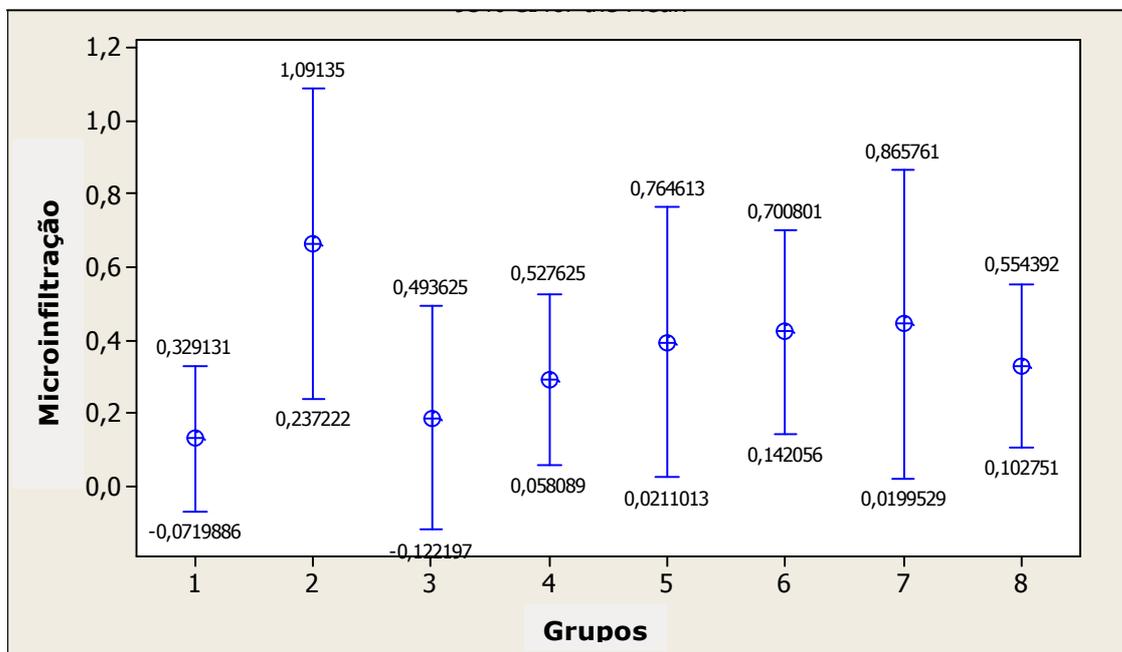


Gráfico 5 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em esmalte por grupo; $p = 0,277$.

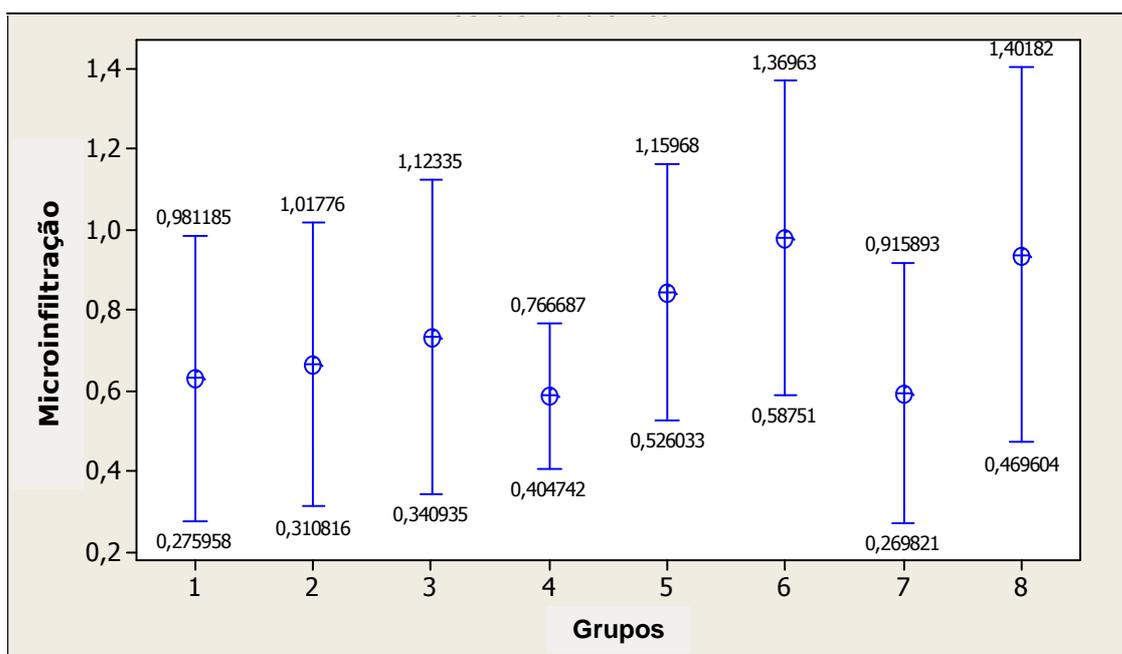


Gráfico 6 – Média e intervalo de confiança 95% da microinfiltração (mm) em dentina por grupo; $p = 0,514$

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

O grande número de estudos desenvolvidos com a finalidade de avaliar a variedade de materiais utilizados na odontologia restauradora e também as variáveis que podem interferir na sua utilização e nos resultados proporcionados, demonstra a incessante busca da odontologia restauradora por materiais, bem como por técnicas, que promovam o restabelecimento da forma, função e estética do elemento dental ao sistema estomatognático.

A capacidade de promover o selamento, impedindo ou minimizando a microinfiltração marginal ocorrida na interface dente/restauração é, ainda hoje, uma das propriedades mais almejadas para os materiais utilizados na odontologia restauradora, uma vez que uma deficiente adesão pode ser responsável por consequências indesejáveis como sensibilidade pós-operatória, manchamento marginal, cárie, alterações pulpares e perda da restauração (CRIM; GARCIA-GODOY, 1987; GOMES; PORTO NETO; LOFFREDO, 1999; BEATRICE; SILVA, 2000).

Considerando o complexo mecanismo para se estabelecer a adesão entre o material restaurador e o dente, os estudos desenvolvidos com este objetivo têm um grande número de variáveis como foco das suas pesquisas, tanto no que concerne à propriedades dos materiais como às técnicas empregadas.

Devido à grande variedade de técnicas experimentais utilizadas atualmente, para análise e comparação entre diferentes estudos, ainda que com o mesmo objetivo, faz-se extremamente importante considerar a metodologia utilizada em cada experimento, uma vez que diferentes parâmetros podem interferir diretamente nos resultados. Assim, para avaliação *in vitro* da microinfiltração, a metodologia empregada pode exercer

influência sobre os resultados e, portanto, deve ser rigorosamente planejada e embasada na literatura para permitir uma análise consistente e confiável.

Para a realização do presente estudo, os dentes escolhidos foram terceiros molares, hígidos, recém extraídos por indicação ortodôntica, cirúrgica ou periodontal, nos quais, nas faces vestibular e lingual, foram preparadas cavidades do tipo classe V, com dimensões de 2mm de profundidade, para que se atingisse a dentina sem, entretanto, atingir a câmara pulpar, 3mm no sentido cérvico-oclusal, para que a margem superior ficasse localizada em esmalte e a inferior em dentina, e 5mm no sentido méso-distal, fornecendo extensão suficiente para realização do maior número possível de cortes para análise na lupa estereoscópica (ATEYAH; ELHEJAZI, 2004; BRACKETT, 2004).

O término cervical das cavidades foi localizado a uma distância de aproximadamente 1 a 2mm além da junção amelo-cementária, por se tratar de uma área crítica à microinfiltração marginal, critério de avaliação proposto neste estudo (MAY Jr. *et al.*, 1996; SANTINI; MITCHELL, 1998; GOMES; PORTO NETO; LOFFREDO, 1999; BEATRICE; SILVA, 2000; GOMES *et al.*, 2000; LOPES *et al.*, 2001; MANHART *et al.*, 2001; SETIEN *et al.*, 2001; OWENS, 2003; ATEYAH; ELHEJAZI, 2004; BRACKETT, 2004).

Por serem sistemas adesivos das versões mais atuais dos seus fabricantes, bastante difundidos entre os profissionais e com tipos de solventes diferentes, os sistemas adesivos empregados para confecção das restaurações foram o Prime & Bond NT (Dentsply), à base de acetona, e o Adper Single Bond 2 (3M ESPE), à base de etanol/água.

O método de secagem após o condicionamento ácido é de grande importância para o estabelecimento da adesão, uma vez que a umidade dentinária deve ser mantida, evitando extremos como cavidade excessivamente seca ou úmida. Apesar de ter sido demonstrado por Owens (2003) menor microinfiltração nos grupos secados com leve jato de ar, a maioria dos estudos (TAY; GWINNET; WEI, 1996; PERDIGÃO; RAMOS; LAMBRECHTS, 1997; TAY; GWINNET; WEI, 1998; DIBB *et al.*, 2001; HASHIMOTO *et al.*, 2002; MOHAN; KANDASWAMY, 2005) sugerem a secagem com papel absorvente para melhor controle da umidade, método este utilizado neste estudo. Alguns estudos (SANTINI; MITCHELL, 1998; SWIFT Jr. *et al.*, 2001) realizaram ainda a secagem com leve jato de ar para os grupos a serem restaurados utilizando-se sistemas adesivos à base de etanol/água e secagem com papel absorvente para os sistemas adesivos à base de acetona. Outros autores sugerem ainda a utilização de substâncias que promovam a reidratação dentinária após a secagem com jato de ar (CARVALHO *et al.*, 1996; TAY; GWINNET; WEI, 1997; PERDIGÃO *et al.*, 1999; PERDIGÃO; FRANKENBERGER, 2001).

Os sistemas adesivos foram aplicados segundo instruções do fabricante e a inserção da resina composta foi realizada através da técnica incremental oblíqua, em um total de 3 incrementos, considerando o fator de configuração cavitária e visando a diminuição da tensão de contração de polimerização da resina composta e, conseqüentemente, da microinfiltração (GOMES; PORTO NETO; LOFFREDO, 1999; GOMES *et al.*, 2000; AMARAL *et al.*, 2002; BESNAULT; ATTAL, 2002; BRACKETT *et al.*, 2004).

Segundo relatos de Kidd (1976) e Alani e Toh (1997), o procedimento de termociclagem é realizado com a finalidade de reproduzir, laboratorialmente, as

variações clínicas de temperatura a que são submetidas as restaurações na cavidade oral, com a ingestão de alimentos frios e quentes, e que podem promover alterações volumétricas nas restaurações, favorecendo a microinfiltração. Estudos recentes (VERONEZI *et al.*, 2002) demonstraram não haver diferença nos resultados quando a termociclagem não foi realizada ou quando ciclos diferentes foram aplicados. Entretanto, por ainda se tratar de dados em fase investigativa, neste estudo, optou-se pela realização da termociclagem (500 ciclos à $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ e $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ com duração de 30 segundos de imersão e intervalo de 5 segundos entre os banhos) de acordo com a maioria das metodologias revistas na literatura para investigação da microinfiltração (SANTINI; MITCHELL, 1998; CARDOSO *et al.*, 1999; BEATRICE; SILVA, 2000; GOMES *et al.*, 2000; DIBB *et al.*, 2001; MANHART *et al.*, 2001; SETIEN *et al.*, 2001; AMARAL *et al.*, 2002; OWENS, 2003; BRACKETT *et al.*, 2004; LIMA *et al.*, 2005;).

O vedamento apical e a impermeabilização das demais áreas ao redor da restauração foram realizados, respectivamente, com restauração de resina composta e duas camadas de esmalte de unhas, conforme dados revistos na literatura, para evitar que a infiltração retrógrada ocorresse via forame apical ou através de fissuras, restringindo, desta forma, a penetração do corante à área a ser investigada na interface dente/restauração (GOMES; PORTO NETO; LOFFREDO, 1999; BESNAULT; ATTAL, 2002; GOMES *et al.*, 2000; ATEYAH; ELHEJAZI, 2004).

Segundo alguns autores (ALANI; TOH, 1997), a técnica utilizada para avaliar a microinfiltração pode interferir na comparação dos resultados de diferentes pesquisas. Variados corantes são utilizados na literatura, como fucsina e nitrato de prata (GOMES; PORTO NETO; LOFFREDO, 1999; LI; BURROW; TYAS, 2001; VERONEZI *et al.*, 2002; ATEYAH; ELHEJAZI, 2004). Neste estudo, entretanto, optou-se pelo o azul de metileno

por ter sido largamente utilizado pelos estudos revistos na literatura (MANHART *et al.*, 2001; LOPES *et al.*, 2001; AMARAL *et al.*, 2002; OWENS, 2003; BRACKETT *et al.*, 2004).

Segundo Alani e Toh (1997) o método de imersão em corantes é um dos mais antigos e utilizados para estudos da microinfiltração. De acordo com estes autores, uma das desvantagens deste método é a análise subjetiva dos resultados, geralmente baseada em escores. Entretanto, no presente estudo, para análise da microinfiltração, ao contrário da maioria dos estudos que utilizam análise qualitativa através de escores (CRIM; GARCIA-GODOY, 1987; MAY Jr. *et al.*, 1996; SANTINI; MITCHELL, 1998; CARDOSO *et al.*, 1999; GOMES *et al.*, 2000; DIBB *et al.*, 2001; MANHART *et al.*, 2001; GAGLIARDI; AVELAR, 2002; ATEYAH; ELHEJAZI, 2004; LIMA *et al.*, 2005;), optou-se pelo paquímetro digital para que os dados fossem atribuídos em valores absolutos, diminuindo, desta forma, o caráter subjetivo da avaliação. Não obstante, no estudo de Veronezi e colaboradores (2002) metodologias de leitura qualitativa (escores) e quantitativa (linear, em milímetros) para medir a penetração do corante na interface dente/restauração equivaleram-se nas avaliações tanto de valores médios quanto dos máximos de penetração do corante.

O papel dos solventes na composição dos sistemas adesivos está diretamente relacionado ao deslocamento da água dos túbulos dentinários e transporte dos monômeros do *primer*, permitindo que estes se alojem o mais profunda e internamente nos espaços inter e intratubulares para a formação, respectivamente, da camada híbrida e dos *tags*. Entretanto, é necessário considerar que a investigação da microinfiltração *in vitro*, em dentes despulpados, ainda que hidratados, não sofre a influência direta da pressão da água na intimidade destes túbulos na mesma

intensidade de um dente vitalizado, onde a água que preenche os túbulos dentinários provém da polpa com maior pressão (SWIFT Jr.; PERDIGÃO; HEYMANN, 1995).

Neste sentido, várias pesquisas compararam as propriedades inerentes aos diferentes solventes utilizados, bem como as variáveis que podem influenciar na função por eles desempenhada.

Este estudo considerou, como hipótese inicial, a repetida abertura dos frascos de adesivos como fator que, por promover a volatilização dos solventes, facilitaria a microinfiltração marginal. Esta hipótese foi rejeitada uma vez que os resultados, apesar de terem demonstrado um aumento da microinfiltração, não mostraram diferenças estatisticamente significantes.

Vale ressaltar, entretanto, a importância de se considerar, para esta análise, a complexidade do mecanismo de adesão bem como a sensibilidade dos sistemas adesivos utilizados à técnica empregada. Vários estudos demonstraram a dificuldade em se padronizar determinados fatores que inevitavelmente podem influenciar na técnica utilizada e, conseqüentemente, nos resultados avaliativos da microinfiltração.

Em relação ao esmalte, muitos estudos demonstraram que a umidade não exerce efeito significativo (JAIN; STEWART, 2000; WALLS; LEE; McCABE, 2001; MOLL; GARTNER; HALLER, 2002; TORII *et al.*, 2002; CHUANG *et al.*, 2006a). Entretanto, sabe-se que a água mantida na dentina úmida (ou aplicada com os sistemas adesivos que contém água na sua composição) é importante para impedir o colapso da rede de fibras colágenas, mantendo-as expandidas, preservando espaço para a penetração dos monômeros hidrofílicos (PASHLEY; CARVALHO, 1997; PASHLEY *et al.*, 2002). Entretanto, Nakaoki e colaboradores (1982), Tay, Gwinnet e Wei (1998 e 1996) e Perdigão e colaboradores (1999) afirmam que o excesso de

umidade pode reduzir a penetração dos monômeros, uma vez que a água ocuparia os espaços desmineralizados no interior da dentina.

A dificuldade em se controlar a umidade dentinária é abordada por muitos estudos e, conseqüentemente, responsável pela grande variação nos resultados obtidos, mesmo em estudos semelhantes. Neste sentido, vários trabalhos demonstraram a dificuldade em se padronizar a umidade da dentina e a influência que esta não padronização pode exercer sobre a microinfiltração (PASHLEY; CARVALHO, 1997; SANTINI; MITCHELL, 1998; TAY; GWINNET; WEI, 1998; PERDIGÃO *et al.*, 1999; LOPES *et al.*, 2001; GREGOIRE; AKON; MILLAS, 2002; REIS *et al.*, 2003a).

Considerando a composição química dos sistemas adesivos utilizados neste estudo, há de se observar as diferenças quanto à técnica empregada e ao grau de umidade dentinária requerido por cada um deles. Segundo Silva e colaboradores (2002), o solvente é um fator determinante, não apenas do armazenamento, mas, principalmente, da técnica utilizada, justamente pela sua característica de volatilidade.

As propriedades químicas dos solventes utilizados neste estudo, acetona (Prime & Bond NT; Dentsply) e etanol/água (Single Bond; 3M ESPE), exercem uma influência direta sobre a sua utilização. Por apresentar menor temperatura de evaporação (56,5°C), a acetona estaria mais sujeita aos efeitos da volatilidade, que ocorreriam com a abertura dos frascos de adesivos, do que o etanol, que possui temperatura de evaporação de 78,3°C.

Entretanto, é importante considerar ainda que, apesar da menor temperatura de volatilidade, a acetona possui pressão de vapor de 180mmHg, bem maior do que a do etanol, apenas 43,9mmHg, o que, por sua vez, confere à acetona uma maior

capacidade de diminuir a viscosidade da solução (aumentando o poder de penetração do sistema adesivo na dentina desmineralizada), diminuir a tensão superficial da água (deslocando-a dos túbulos dentinários) e remover a água da superfície das fibras colágenas (permitindo maior embricamento dos sistemas adesivos para estas regiões) (KANCA, 1992; CHAPELL *et al.*, 1994; ABATE *et al.*, 1996; TAY; GWINNETT; WEI, 1996; PASHLEY; CARVALHO, 1997; TAY; GWINNETT; WEI, 1998; HASHIMOTO *et al.*, 2002; PASHLEY *et al.*, 2002). Estes autores afirmaram, entretanto, que a acetona requer maiores cuidados durante o seu uso e armazenamento e a sua atuação deve ser sobre a dentina úmida, a fim de evitar o colapso das fibras colágenas. Já o sistema adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE) por possuir também água associada ao etanol, como solvente, pode atuar tanto sobre a dentina úmida e seca (porém, não desidratada), uma vez que a água promoveria a reidratação das fibras colágenas, impedindo o seu colapso, aumentando o poder de permeação do adesivo (PASHLEY; CARVALHO, 1997; ABATE; RODRIGUEZ; MACCHI, 2000; PASHLEY *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2002).

Corroborando com os resultados observados no presente estudo, que não demonstraram diferenças entre os sistemas adesivos utilizados, vários outros estudos que objetivaram avaliar a influência do tipo de solvente sobre determinadas características da interface dente/restauração demonstraram que não há um consenso quanto ao tipo de solvente mais eficaz na promoção do selamento e diminuição da microinfiltração. A princípio, dada a menor temperatura de volatilidade da acetona, no presente estudo, poderia se esperar que nestes grupos os valores da microinfiltração fossem maiores. Entretanto, apesar de não ter havido diferença estatisticamente significativa entre os sistemas adesivos utilizados, os valores da microinfiltração dos

grupos que utilizaram o Prime & Bond NT (acetona) foram menores. É necessário considerar, portanto, a influência simultânea de outros fatores, como a dificuldade em padronizar o grau de umidade da dentina no estabelecimento da adesão.

Para avaliar a influência da umidade sobre a força de adesão, muitos estudos demonstram resultados distintos, mesmo quando compararam sistemas adesivos idênticos e metodologia semelhante.

Enquanto alguns dos autores obtiveram melhor resultado com a acetona aplicada tanto sobre a dentina úmida (KANCA, 1992; JACOBSEN; SODERHOLM, 1998; MOLL; GARTNER; HALLER, 2002; REIS *et al.*, 2003a) ou seca (KANCA, 1992; MOLL; GARTNER; HALLER, 2002), outros demonstraram uma melhor performance dos sistemas adesivos à base de água e etanol/água (REIS *et al.*, 2003a; CARDOSO *et al.*, 2005a). Os autores atribuíram esta grande variação nos resultados à grande dificuldade em se padronizar a umidade dentinária, sugerindo que para os sistemas adesivos à base de acetona a umidade da dentina é mais importante do que para os sistemas adesivos à base de etanol.

De acordo com os resultados de Hashimoto e colaboradores (2002), dentre os adesivos à base de acetona, o Prime & Bond NT parece ser menos sensível às variações da umidade dentinária, o que poderia justificar a menor variabilidade dos resultados observados para este sistema adesivo.

O grande número de autores que realizaram estudos com o objetivo de avaliar a microinfiltração ou outras propriedades relacionadas à qualidade da adesão na interface dente/restauração ressaltaram esta dificuldade em se padronizar a umidade dentinária. Pashley e Carvalho (1997), Tay, Gwinnet e Wei (1998) e Perdigão e colaboradores (1999), ao analisarem os resultados dos seus trabalhos, questionaram como o operador

poderia, de fato, distinguir uma cavidade molhada, úmida e seca. Segundo Gregoire, Akon e Millas (2002) é impossível determinar quando o excesso de água foi removido e quando a dentina já começa a ficar seca e que este parâmetro está na dependência direta do operador. Reis e colaboradores (2003a) ressaltaram a dificuldade, principalmente em condições clínicas, em se determinar o espectro ideal de umidade. Segundo estes autores, a falta de controle da quantidade de água suficiente para deixar a dentina úmida pode levar pesquisadores a interpretar seus resultados em um espectro de umidade no qual variações do parâmetro pesquisado não seriam constatadas. Neste contexto, Lopes e colaboradores (2001) afirmaram ainda que, em uma mesma cavidade, áreas de sobreumidificação e regiões com falta de umidade podem ser observadas. Tal fato pode ajudar a explicar como, neste estudo, resultados tão distintos foram encontrados dentro de um mesmo grupo.

Segundo Santini e Mitchell (1998) esta dificuldade torna-se ainda maior clinicamente, quando a pressão pulpar força os fluídos para o interior dos túbulos dentinários, influenciando adicionalmente e de forma subjetiva no controle da umidade dentinária. Segundo estes autores, na literatura, não há um consenso quanto à influência do nível de umidade dentinária tanto sobre a força de adesão como sobre a microinfiltração.

Perdigão e colaboradores (1999) discutiram as diferenças no estabelecimento da adesão entre Single Bond e Prime & Bond 2.1 que diferem quanto ao tipo de solvente empregado e a presença de água na sua composição. A camada híbrida parece ter uma maior importância para o Prime & Bond 2.1 do que para o Single Bond, para o qual a formação dos *tags* seria o principal fator determinante da adesão. Segundo os autores, a importância da umidade da dentina está mais correlacionada ao Prime &

Bond 2.1 do que ao Single Bond, uma vez a água presente na composição do Single Bond promoveria a re-expansão da rede de fibras colágenas, impedindo o colapso da mesma. Entretanto, os seus resultados não corroboraram com esta teoria. Segundo os autores, a concentração da água presente no Single Bond (3 a 8%, segundo informações do fabricante) não seria suficiente para expandir a rede de fibras colágenas e permitir a penetração do adesivo. Não obstante, os resultados encontrados por Moll, Gartner Haller (2002), que também utilizaram Single Bond e Prime & Bond 2.1, e Cardoso e colaboradores (2005a), que utilizaram sistemas adesivos de composição idêntica, variando apenas o tipo de solvente (Gluma One Bond, à base de acetona e Gluma Comfort Bond, à base de etanol/água; ambos da Heraeus-Kulzer), demonstraram uma menor variação da força de adesão, em relação à variação da umidade dentinária, dos adesivos à base de acetona em relação aos sistemas adesivos à base de etanol/água. Desta forma, uma nova abordagem dos sistemas adesivos passa, portanto, a ser considerada: a concentração ideal de água presente na sua composição que seria necessária para, de fato, impedir o colapso das fibras colágenas. Segundo trabalho desenvolvido por Carvalho e colaboradores, em 1996, essa concentração seria entre 9 e 50%, valores muito acima das concentrações encontradas nos atuais sistemas adesivos. A capacidade de promover uma satisfatória re-expansão da rede de fibras colágenas associada aos adesivos à base de água foi demonstrada em estudo desenvolvido por Meerbeek e colaboradores (1998) para os adesivos OptiBond Dual Cure (Kerr Co.) e Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE) que contêm, respectivamente, 23 e 50% de água. Reis e colaboradores (2003a), baseados nos resultados dos seus estudos, sugeriram ainda que quando a dentina desmineralizada é desidratada através da aplicação do jato de ar, a quantidade de água requerida para re-

expandir as fibras colágenas pode ser específica para cada sistema adesivo. Tais informações tornam questionável, portanto, a eficácia destes sistemas adesivos contendo, como solvente, etanol/água, quando esta eficácia é atribuída principalmente à água presente na sua composição.

Segundo Pashley e Carvalho (1997), quando sistemas adesivos contendo água são utilizados sobre a dentina seca dois eventos podem ocorrer: se a concentração de água no sistema adesivo for muito baixa, antes de ocorrer a re-expansão das fibras colágenas, os solventes e a resina presentes nos sistemas adesivos promoverão um enrijecimento das fibras colágenas; entretanto se houver quantidade de água suficiente, a re-expansão das fibras colágenas ocorrerá antes do enrijecimento, permitindo assim maior penetração dos monômeros hidrofílicos dos sistemas adesivos para a zona desmineralizada. Por outro lado, uma quantidade excessiva de água também não seria benéfico, uma vez que, além de promover uma rápida re-expansão das fibras colágenas, também promoveria uma maior diluição dos monômeros.

São dados que sugerem que a sensibilidade do Adper Single Bond 2 ao nível de umidade dentinária parece, portanto, ser tão intensa quando a do Prime & Bond NT e que o nível de umidade considerado ótimo para o Prime & Bond NT certamente não seria o mesmo para Adper Single Bond 2.

Considerando as propriedades dos solventes utilizados pelos sistemas adesivos avaliados neste estudo, o Prime & Bond NT, que utiliza a acetona como solvente, estaria mais sujeito aos efeitos da volatilidade, uma vez que a temperatura de evaporação da acetona é de apenas 56,5°C, quando comparado com o etanol do Adper Single Bond 2, cuja temperatura de volatilização é de 78,3°C. Entretanto, apesar da

indiscutível maior probabilidade de evaporação dos solventes à base de acetona, o resultado deste estudo, corroborando com outros trabalhos revistos na literatura (PERDIGÃO; RAMOS; LAMBRECHTS, 1997; GREGOIRE; AKON; MILLAS, 2002; VELAZQUEZ *et al.*, 2003; CHUANG *et al.*, 2006a), parece demonstrar que este parâmetro não exerce efeito determinante no estabelecimento da adesão ou ainda que outros fatores poderiam mascarar o efeito desta volatilização. É importante salientar que apesar de a acetona apresentar uma menor temperatura de evaporação, ainda assim, esta é muito superior à temperatura ambiente, na qual foi desenvolvido o presente estudo, e que o formato dos frascos dos sistemas adesivos é projetado para permitir uma mínima evaporação dos solventes (REIS *et al.*, 2003b).

Muitos estudos avaliaram a influência que esta maior evaporação da acetona pode exercer tanto sobre as propriedades químicas dos sistemas adesivos como sobre as características da adesão estabelecida (PERDIGÃO; SWIFT Jr.; LOPES, 1999; ABATE; RODRIGUEZ; MACCHI, 2000; GALLO; BURGESS; XU, 2001; REIS *et al.*, 2003b). A disparidade observada em muitos resultados demonstra a dificuldade em se realizar e analisar estudos que investigam as características da adesão na interface dente/restauração. Em pesquisa desenvolvida por Perdigão, Swift Jr. e Lopes (1999), após a abertura dos frascos (1 minuto, 2 vezes ao dia, durante 3 semanas) de 4 diferentes sistemas adesivos, os resultados foram tão variáveis quanto difíceis de discutir. Dos grupos controles (antes de iniciar a abertura) o que obteve maior força de adesão foi o One Step (Bisco), à base de acetona. Após as três semanas de abertura, entretanto, o Single Bond (3M ESPE), à base de etanol/água, obteve maior valor, maior inclusive do que o seu grupo controle.

Os resultados deste estudo não demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os sistemas adesivos à base de acetona e etanol/água, sugerindo que a maior volatilização da acetona não estaria diretamente associada a uma maior microinfiltração. Cardoso e colaboradores (2005b), comparando a evaporação de dois sistemas adesivos, à base de acetona e etanol, sobre uma balança analítica, nos tempos de 1, 2, 3, 4, 5 e 20 minutos, comprovaram a maior volatilidade da acetona apenas nos primeiros 5 minutos, com perda de massa semelhante entre os sistemas adesivos à base de acetona e etanol no tempo de 20 minutos. O estudo de Cardoso e colaboradores (2005b) ratifica que, apesar da comprovada maior volatilidade da acetona, este fato pode não ser determinante na influência sobre as características da adesão.

Quanto à capacidade de impedir a microinfiltração, Gregoire, Akon e Millas (2002) ressaltaram que a camada híbrida de fato pode estar associada à adesão, mas que a capacidade de selamento pode não depender da camada híbrida. Os autores afirmam que a homogeneidade da camada híbrida, sem imperfeições, espaços vazios parece ser mais importante. Do ponto de vista mecânico, é menos provável que os *tags* se movam se eles estiverem em íntimo contato com a parede do túbulo. Para evitar a microinfiltração, os autores afirmaram que os *tags* devem estar em continuidade e íntimo contato com a camada híbrida. Neste sentido, apesar de resultados diversos demonstrarem que os adesivos à base de água formaram *tags* mais longos, apesar de mais delgados, e obterem maior força de adesão do que os sistemas à base de acetona (PERDIGÃO; RAMOS; LAMBRECHTS, 1997), vários estudos mais recentes, quando compararam sistemas adesivos dos mesmos fabricantes testados neste experimento, observaram uma maior força de adesão para o Prime & Bond 2.1 e o seu sucessor, o

Prime & Bond NT (MOLL; GARTNER; HALLER, 2002; CHUANG *et al.*, 2006a) e a camada híbrida formada por este sistema adesivo mais espessa, mais contínua e com *tags* em íntimo contato com as paredes dos túbulos dentinários do que o Single Bond (GREGOIRE; AKON; MILLAS, 2002; CHUANG *et al.*, 2006a) o que estaria relacionado com a maior capacidade de selamento observada também no presente estudo.

Cho e Dickens (2004) também sugeriram que a homogeneidade da camada híbrida, mais do que a espessura, é fator determinante para a força de adesão. Entretanto, diferindo da maioria dos estudos analisados na revisão bibliográfica e dos resultados neste estudo observado, estes autores, ao investigarem sistemas adesivos com diferentes concentrações de acetona (27, 37, 47, 57 e 67%), sugeriram que menores concentrações de acetona nos sistemas adesivos, que ocorreriam como uma consequência da abertura dos frascos durante a sua utilização, poderia promover uma camada híbrida mais homogênea e, conseqüentemente, uma maior força de adesão e melhor capacidade de selamento. Vale ressaltar, entretanto, que as concentrações testadas pelos autores estão abaixo das concentrações presentes nos sistemas adesivos. Segundo Reis e colaboradores (2003b), a concentração dos solventes presentes nos sistemas adesivos equivale a 80% para o Prime & Bond 2.1 e 30% para o Single Bond. De acordo com estes autores, a maior volatilização observada nos sistemas adesivos à base de acetona proporciona maior viscosidade à solução prejudicando o estabelecimento da adesão.

Em um dos poucos estudos que avaliaram volatilização e microinfiltração, Lima e colaboradores (2005) ao analisarem a capacidade de selamento de frascos de adesivos, à base de acetona (Prime & Bond 2.1) e etanol (Single Bond) que estavam sendo utilizados em clínicas da faculdade, observaram maior microinfiltração do Prime & Bond

2.1. Os autores sugeriram que o Prime & Bond 2.1, por possuir acetona como solvente, seria mais sujeito aos efeitos da volatilização, demonstrado através do aumento da microinfiltração não observado para o Single Bond. Entretanto, a não padronização da metodologia, como o tempo de uso de cada frasco, que é essencial neste tipo de análise, não fornece dados muito conclusivos. O próprio autor ressaltou o fato de os frascos estarem sendo manipulados por estudantes como um fator a ser considerado para análise dos seus resultados.

Considerando a grande variação nos resultados de estudos que avaliaram a influência do tipo de solvente sobre força de adesão e microinfiltração, muitos outros estudos sugeriram que a composição como um todo, mais do que o tipo de solvente, é determinante para o estabelecimento da adesão (PERDIGÃO; RAMOS; LAMBRECHTS, 1997).

Quanto aos demais componentes presentes nos sistemas adesivos que influenciam no mecanismo de adesão, pode-se destacar a sua carga. Nos sistemas adesivos testados neste experimento, ambos se diferenciam dos seus antecessores por possuírem nanopartículas na sua composição. Segundo alguns autores, a inclusão de nanopartículas permite uma maior permeação nos túbulos dentinários e melhor adaptação das resinas às paredes dos túbulos, reforçando os *tags* e a camada híbrida (FANNING *et al.*, 1995; MIYAZAKI *et al.*, 1995; PFLUG, 1998; TAY; MOULDING; PASHLEY, 1999; GREGOIRE; AKON; MILLAS, 2002).

Em um estudo sobre a adição de nanopartículas à composição dos sistemas adesivos, Nunes, Swift Jr. e Perdigão (2001) obtiveram maior força de adesão com os Single Bond (sem adição de partículas) quando comparada com o Single Bond Experimental (no qual foi adicionada partículas). Os autores, entretanto, ressaltaram

que esta diminuição poder ter sido provocada, não pela adição de partículas, mas sim pelo aumento da viscosidade conferido à solução adesiva, uma vez que o tamanho das partículas adicionadas foi considerado relativamente grande, 0,6 μ m. Segundo Tay, Moulding e Pashley (1999) e Kim e colaboradores (2005), se o tamanho e a concentração das nanopartículas ultrapassarem os parâmetros considerados ideais, poderia ocorrer agregação destas nanopartículas e a sua não penetração nos espaços interfibrilares. Neste mesmo estudo, Nunes, Swift Jr. e Perdigão (2001) avaliaram a força de adesão proporcionada pelo Prime & Bond NT, e por um tipo experimental de Prime & Bond NT, no qual as nanopartículas foram removidas. A maior força de adesão foi encontrada para o Prime & Bond NT, que segundo Manual Técnico Dentsply, 1998, possui nanopartículas de apenas 7nm, não aumentando a viscosidade em relação ao seu antecessor, o Prime & Bond 2.1.

Em relação ao tipo de solvente e a microinfiltração, corroborando com os resultados observados neste estudo, a maioria dos trabalhos revistos na literatura não encontraram diferenças entre os sistemas adesivos à base de acetona e à base de etanol/água, inclusive utilizando sistemas adesivos idênticos aos utilizados no presente estudo, como o Prime & Bond NT, ou os seus respectivos antecessores, Prime & Bond 2.1 e Single Bond (SANTINI; MITCHELL, 1998; CARDOSO *et al.*, 1999; BEATRICE; SILVA, 2000; LOPES *et al.*, 2001; SWIFT Jr. *et al.*, 2001; GAGLIARDI; AVELAR, 2002; LIMA *et al.*, 2005).

Quanto à viscosidade, o Prime & Bond NT, corroborando com os dados revistos na literatura sobre os sistemas adesivos que contém acetona em sua composição, possui uma menor viscosidade do que o Adper Single Bond 2, o que confere à solução

um maior poder de penetração do sistema adesivo na dentina desmineralizada. Quanto à técnica de aplicação, segundo recomendações do fabricante, deve ser aplicada apenas 1 camada do Prime & Bond NT, enquanto o Single Bond 2 deve ser polimerizado após a aplicação de 2 camadas. Alguns estudos investigaram a influência que a técnica de aplicação poderia exercer sobre o estabelecimento da adesão. A maior viscosidade do Adper Single Bond 2 junto com a aplicação das duas camadas, recomendadas pelo fabricante, poderia, respectivamente, ser responsável por uma menor penetração do adesivo e formação de uma camada mais espessa entre a estrutura dentária e o material restaurador.

Enquanto o estudo de Swift Jr. e colaboradores (1997) demonstrou uma redução da força de adesão com um aumento do número de camadas aplicadas, Platt e colaboradores (2001), avaliando o Prime & Bond NT, e Mathew, Parameswaran Nair e Krishnan (2001), avaliando o Prime & Bond 2.1 e o Single Bond, obtiveram melhor homogeneidade na espessura da camada híbrida e maior selamento quando duas camadas dos sistemas adesivos foram aplicadas.

Quanto à diferença da capacidade de selamento no esmalte e na dentina, este estudo demonstrou uma maior microinfiltração em dentina do que em esmalte, quando comparada toda a amostra e quando comparados nos grupos 1, 3, 4, 6 e 8, conforme Tabela 3. Estes resultados estão de acordo com a maioria dos trabalhos revistos na literatura (MAY Jr. *et al.*, 1996; GOMES; PORTO-NETO; LOFFREDO, 1999; GOMES *et al.*, 2000; DIBB *et al.*, 2001; LOPES *et al.*, 2001; MANHART *et al.* 2001; SETIEN *et al.*, 2001; GAGLIARDI; AVELAR, 2002; ATEYAH; ELHEJAZI, 2004).

Entretanto, considerando ainda as características estruturais do substrato, alguns autores (MARSHALL Jr. *et al.*, 1997; GIANNINI; SOARES; CARVALHO, 2004)

ressaltaram a importância de se considerar, para análise da adesão, que diferenças químicas e estruturais na composição da dentina, como orientação das fibras colágenas e direção dos túbulos, pode variar de acordo com a idade, não restrita apenas à infância, localização ou outros fatores inerentes a cada unidade dentária. Desta forma, estes relatos de grande implicação clínica devem ser levados em consideração ao se analisar os resultados deste estudo, no qual valores de microinfiltração bem variados foram observados dentro de um mesmo grupo ou de uma mesma restauração. Segundo Pashley e Carvalho (1997), isto reflete a não uniformidade da adesão dentro de uma mesma restauração. Além dos fatores discutidos anteriormente, os autores ressaltaram diferenças como variações na espessura da *smear layer*, diferentes níveis de profundidade de desmineralização pelo condicionamento ácido e tensão de contração de polimerização.

Desta forma, a grande variação dos resultados observada nos estudos discutidos sobre as características da adesão e selamento, bem como aos parâmetros investigados, como os solventes utilizados em cada sistema adesivo e a influência sobre a microinfiltração, demonstraram a complexidade do mecanismo de adesão e dificuldade em se investigar a influência que alterações no tipo de solvente e na composição dos sistemas adesivos possam, de fato, exercer sobre a adesão (YIU *et al.*, 2004).

Vale salientar as limitações dos estudos *in vitro*, ressaltando a importância da realização de estudos em situações onde se reproduzam condições clínicas como a pressão intra-pulpar, temperatura e a presença de fluidos nos túbulos dentinários que podem influenciar nos procedimentos adesivos.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Baseando-se na análise estatística dos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

1. A abertura diária dos frascos dos adesivos, nos períodos de 0, 30, 60 e 90 dias, não influenciou na microinfiltração em esmalte e em dentina, tanto para o sistema adesivo Prime & Bond NT (Dentsply) como para o Adper Single Bond 2 (3M ESPE).
2. A microinfiltração observada, tanto quando utilizou-se o sistema adesivo Prime & Bond NT (Dentsply), como o Adper Single Bond 2 (3M ESPE), foi estatisticamente maior em dentina do que em esmalte, nos grupos 1, 3, 4, 6 e 8 e quando a análise foi realizada comparando-se toda a amostra.
3. Ao comparar os sistemas adesivos entre si, não houve diferença estatisticamente significativa quanto à capacidade de promover o selamento e impedir a microinfiltração.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- ABATE, P. F. *et al.* Shear bond strengths of adhesive composite systems to human dentin. **Acta Odontológica Latinoamericana**, v. 9, p. 21-26, 1996.
- ABATE, P. F.; RODRÍGUEZ, V. I.; MACCHI, R. L. Evaporation of solvent in one bottle adhesives. **Journal of Dentistry**, v. 28, p. 437-440, 2000.
- ALANI, A. H.; TOH, C. G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. **Operative Dentistry**, v. 22, p. 173-185, 1997.
- AMARAL, C. M. *et al.* Influence of resin composite polymerization techniques on microleakage and microhardness. **Quintessence International**, v. 33, p. 685-689, 2002.
- ATEYAH, N. Z.; ELHEJAZI, A. A. Shear bond strength and microleakage of four types of dentin adhesive materials. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 5, n.1, p. 63-73, feb. 2004.
- BEATRICE, L. C. S.; SILVA, A. K. C. Infiltração dos adesivos dentinários em cavidades classe V: estudo "in vitro". **Revista do Conselho Regional de Odontologia de Pernambuco**, v. 3, n. 1, p. 01-05, jan/june 2000.
- BESNAULT, C.; ATTAL, J. P. Influence of a simulated oral environment on microleakage of two adhesives systems in Class II composite restorations. **Journal of Dentistry**, v. 30, p. 1-6, 2002.
- BRACKETT, W. W. *et al.* Microleakage of Class V resin composite restorations placed with self-etching adhesives. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 91, n. 1, p. 42-45, jan. 2004.
- BUONOCORE, M. G.; MATSUI, A.; GWINNETT, A. J. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. **Archives of Oral Biology**, v. 13, n. 1, p. 61-67, jan. 1968.
- CARDOSO, P. E. *et al.* Microleakage of Class V resin-based composite restorations using simplified adhesive systems. **American Journal of Dentistry**, v. 12, n. 6, p. 291-294, dec. 1999.
- CARDOSO, P. C. *et al.* Effect of solvent type on microtensile bond strength of a total-etch one-bottle adhesive system to moist or dry dentin. **Operative Dentistry**, v. 30, n. 3, p. 376-381, may-june 2005a.
- CARDOSO, P. C. *et al.* Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 7, n. 2, p. 143-149, summer. 2005b.

CARVALHO, R. M. *et al.* *In vitro* study on the dimensional changes of human dentine after demineralization. **Archives of Oral Biology**, v. 41, n. 4, p. 369-377, 1996.

CARVALHO, R. M. *et al.* A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. **Biomaterials**, v. 26, n. 9, p. 1035-1042, mar. 2005.

CHAPELL, R. P. *et al.* Dentinal tubule anastomosis: a potential factor in adhesive bonding? **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 72, p. 183-188, 1994.

CHO, B. H.; DICKENS, S. H. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. **Dental Materials**, v. 20, n. 2, p. 107-115, feb. 2004.

CHUANG, S. F. *et al.* Influence of enamel wetness on resin composite resin composite restorations using various dentine bonding agents: Part I – effects on marginal quality and enamel microcrack formation. **Journal of Dentistry**, v. 34, n. 5, p. 343-351, may 2006a.

CHUANG, S. F. *et al.* Influence of enamel wetness on resin composite resin composite restorations using various dentine bonding agents: Part II – effects on shear bond strength. **Journal of Dentistry**, v. 34, n. 5, p. 352-361, may 2006b.

CRIM, G. A.; GARCIA-GODOY, F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 57, n. 5, p. 574-576, may 1987.

CUNNINGHAM, J. L.; BENINGTON, I. C. A survey of the pre-bonding preparation of denture teeth and the efficiency of dewaxing methods. **Journal of Dentistry**, v. 25, n. 2, p. 125-128, 1997.

DENTSPLY. **Prime and Bond NT – Dentsply Technical Manual**. Konstanz, 1998.

DIBB, R. G. P. *et al.* Avaliação *in vitro* da microinfiltração marginal em restaurações classe V de materiais restauradores estéticos. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 30, n. 1, p. 75-86, 2001.

FANNING, D. E. *et al.* Effect of filled adhesive on bond strength in three dentinal bonding systems. **General Dentistry**, v. 43, n. 3, p. 256-262, may-june 1995.

GAGLIARDI, R. M.; AVELAR, R. P. Evaluation of microleakage using different bonding agents. **Operative Dentistry**, v. 27, n. 6, p. 582-586, nov-dec. 2002.

GALLO, J. R.; BURGESS, J. O.; XU, X. Effect of delayed application on shear bond strength of four fifth-generation bonding systems. **Operative Dentistry**, v. 26, n. 1, p. 48-51, jan-feb. 2001.

GIANNINI, M.; SOARES, C. J.; CARVALHO, R. M. Ultimate tensile strength of tooth structures. **Dental Materials**, v. 20, p. 322-329, 2004.

GOMES, J. C. *et al.* Avaliação *in vitro* da microinfiltração marginal em cavidades de classe V, utilizando quatro novos sistemas adesivos. **Jornal Brasileiro de Clínica & Estética em Odontologia**, v. 4, n. 24, p. 66-71, nov-dez. 2000.

GOMES, O. M. G.; PORTO NETO, S. T.; LOFFREDO, L. C. M. Análise "*in vitro*" da microinfiltração marginal em cavidades de classe V, restauradas com três diferentes sistemas adesivos. **Revista ABO Nacional**, v. 7, n. 3, p. 147-151, june-july 1999.

GREGOIRE, G. L.; AKON, B. A.; MILLAS, A. Interfacial micromorphological differences in hybrid layer formation between water- and solvent-based dentin bonding systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 87, n. 6, p. 633-641, june 2002.

HASHIMOTO, M. *et al.* The extent to which resin can infiltrate dentin by acetone-based adhesives. **Journal of Dental Research**, v. 81, n. 1, p. 74-78, 2002.

JACOBSEN, T.; SODERHOLM, K. J. Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. **American Journal of Dentistry**, v. 11, n. 5, p. 225-228, oct. 1998.

JAIN, P.; STEWART, G. P. Effect of dentin primer on shear bond strength of composite resin to moist and dry enamel. **Operative Dentistry**, v. 25, n. 1, p. 51-58, jan-feb. 2000.

KANCA, J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. **American Journal of Dentistry**, v. 5, n. 4, p. 213-215, aug. 1992.

KIDD, E. A. M. Microleakage: a review. **Journal of Dentistry**, v. 4, n. 5, p. 199-206, sep. 1976.

KIM, J. S. *et al.* Effect of the hydrophilic nanofiller loading on the mechanical properties and the microtensile bond strength of an ethanol-based one-bottle dentin adhesive. **Journal of Biomedical Materials Research**, v. 72, n. 2, p. 284-291, feb. 2005.

LI, H. P.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. The effect of long-term storage on nanoleakage. **Operative Dentistry**, v. 26, n. 6, p. 609-616, nov-dec. 2001.

LIMA, F. G. *et al.* One-bottle adhesives: *in vitro* analysis of solvent volatilization and sealing ability. **Brazilian Oral Research**, v. 19, n. 4, p. 278-283, 2005.

LOPES, G. C. *et al.* Efeito do tipo de solvente na microinfiltração de restaurações de resina composta usando adesivos de frasco único. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 30, n. 1, p. 21-29, 2001.

LOPES, G. C. *et al.* Shear bond strength of acetone-based one bottle adhesive system. **Brazilian Dentistry Journal**, v. 17, n. 1, p. 39-43, may 2006.

MANHART, J. *et al.* Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. **Journal of Dentistry**, v. 29, p. 123-130, 2001.

MARSHALL Jr., G. W. *et al.* The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **Journal of Dentistry**, v. 25, n. 6, p. 441-458, nov. 1997.

MATHEW, M.; PARAMESWARAN NAIR, E. K.; KRISHNAN, K. Bonding agent is a decisive factor in determining the marginal leakage of dental composites subjected to thermal cycling: an *in vitro* study. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 28, n. 1, p. 68-77, jan. 2001.

MAY Jr., K. N. M. *et al.* Effect of a surface sealant on microleakage of Class V restorations. **American Journal of Dentistry**, v. 9, n. 3, p. 133-136, june 1996.

MEERBEEK, B. V. *et al.* A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. **Journal of Dental Research**, v. 77, n. 1, p. 50-59, jan. 1998.

MIYAZAKI, M. *et al.* Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. **Dental Materials**, v. 11, n. 4, p. 234-238, july 1995.

MOHAN, B.; KANDASWAMY, D. A confocal microscopic evaluation of resin-dentin interface using adhesive systems with three different solvents bonded to dry and moist dentin *in vitro* study. **Quintessence International**, v. 36, n. 7-8, p. 511-521, july-aug. 2005.

MOLL, K.; GARTNER, T.; HALLER, B. Effect of moist bonding on composite/enamel bond strength. **American Journal of Dentistry**, v. 15, n. 2, p. 85-90, apr. 2002.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **Journal of Biomedicine Material Research**, v. 16, n. 3, p. 265-273, may 1982.

NAKAOKI, Y. *et al.* Effect of residual water on dentin bond strength and hybridization of a one-bottle adhesives system. **Operative Dentistry**, v. 27, n. 6, p. 563-568, nov-dec. 2002.

NUNES, M. F.; SWIFT Jr., E. J.; PERDIGAO, J. Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin. **American Journal of Dentistry**, v. 14, n. 6, p. 340-343, dec. 2001.

OWENS, B. M. The effect of different drying methods for single step adhesive systems on microleakage of tooth colored restorations. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 4, n. 1, p. 1-9, feb. 2003.

PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. Dentine permeability and dentine adhesion. **Journal of Dentistry**, v. 25, n. 5, p. 355-372, sep. 1997.

PASHLEY, D. H. *et al.* Solvation of dried dentin matrix by water and other polar solvents. **American Journal of Dentistry**, v. 15, n. 2, p. 97-102, apr. 2002.

PERDIGAO, J.; RAMOS, J. C.; LAMBRECHTS, P. *In vitro* interfacial relationship between human dentin and one-bottle dental adhesives. **Dental Materials**, v. 13, p. 218-227, july 1997.

PERDIGAO, J.; BARATIERI, L. N.; LOPES, M. Laboratory evaluation and clinical application of a new one-bottle adhesive. **Journal of Esthetic Dentistry**, v. 11, n. 1, p. 23-35, 1999.

PERDIGAO, J. *et al.* The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. **Dental Materials**, v. 15, p. 282-295, 1999.

PERDIGAO, J.; SWIFT Jr., E. J.; LOPES, G. C. Effects of repeated use on bond strengths of one-bottle adhesives. **Quintessence International**, v. 30, n. 12, p. 819-823, dec. 1999.

PERDIGAO, J.; FRANKENBERGER, R. Effects of solvent and rewetting dentin adhesion. **Quintessence International**, v. 32, n. 5, p. 385-390, may 2001.

PFLUG, K. P. Prime & Bond NT – introducing nano-technology to adhesive dentistry. **Internationa Journal of Dentistry**. v. 5, p. 17, 1998.

PLATT, J. A. *et al.* The effect of double adhesive application on shear bond strength to dentin of compomers using three one-bottle adhesive systems. **Operative Dentistry**, v. 26, n. 3, p. 313-317, may-june 2001.

REIS, A. *et al.* Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 5, n. 3, p. 183-192, 2003a.

REIS, A. F. *et al.* The effect of organic solvents on one-bottle adhesives bond strength to enamel and dentin. **Operative Dentistry**, v. 28, n. 6, p. 700-706, nov-dec. 2003b.

REIS, A. *et al.* Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. **Dental Materials**, v. 20, n. 7, p. 669-676, sep. 2004.

RITTER, A. V.; BERTOLI, C.; SWIFT Jr., E. J. Dentin bond strengths as a function of solvent and glutaraldehyde content. **American Journal of Dentistry**, v. 14, n. 4, p. 221-226, aug. 2001.

SANTINI, A.; MITCHELL, S. Microleakage of composite restorations bonded with three new dentin bonding agents. **Journal of Esthetic Dentistry**, v. 10, n. 6, p. 296-304, 1998.

SETIEN, V. J. *et al.* Cavity preparation devices: effect on microleakage of Class V resin-based composite restorations. **American Journal of Dentistry**, v. 14, n. 3, p. 157-162, june 2001.

SILVA, J. *et al.* Princípios de Adhesión Dentinaria. **Odous Científica – Revista de la Facultad de odontología de la Universidad de Carabobo**, v. 3, n. 2, jul/dic. 2002.

SUNICO, M. C. *et al.* Effect of surface conditioning and restorative material on the shear bond strength and resin–dentin interface of a new one-bottle nanofilled adhesive. **Dental Materials**, v. 18, n. 7, p. 535-542, nov. 2002.

SWIFT Jr., E. J.; PERDIGÃO, J.; HEYMANN, H. D. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. **Quintessence International**, v. 26, n. 2, p. 95-110, feb. 1995.

SWIFT Jr., E. J. *et al.* Shear bond strengths of one-bottle dentin adhesives using multiple applications. **Operative Dentistry**, v. 22, n. 5, p. 194-199, sep-oct. 1997.

SWIFT Jr., E. J. *et al.* Clinical evaluation of two one-bottle dentin adhesives at three years. **Journal American Dental Association**, v. 132, n. 8, p. 1117-1123, aug. 2001.

TAY, F. R.; GWINNETT, J. A.; WEI, S. H. Y. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. **Dental Materials**, v. 12, p. 236-244, july 1996.

TAY, F. R.; GWINNETT, J. A.; WEI, S. H. Y. Ultrastructure of resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. **American Journal of Dentistry**, v. 10, n.2, p. 77-82, apr. 1997.

TAY, F. R.; GWINNETT, J. A.; WEI, S. H. Y. Relation between water content in acetone/alcohol-based primer and interfacial ultrastructure. **Journal of Dentistry**, v. 26, n. 2, p. 147-156, mar. 1998.

TAY, F. r.; MOULDING, K. M.; PASHLEY, D. H. Distribution of nanofillers from a simplified-step adhesive in acid-conditioned dentin. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 1, n. 2, p. 103-117, 1999.

TORII, Y. *et al.* Enamel tensile bond strength and morphology os resin-enamel interface created by acid atching system with or without moisture and self-etching priming system. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 29, n.6, p. 528-533, june 2002.

3M ESPE. **Sistema Adesivo Adper™ Single Bond 2 – Perfil Técnico do Produto**. St Paul, 2004.

VELAZQUEZ, E. *et al.* Effect of primer solvent and curing mode on dentin shear bond strength and interface morphology. **Quintessence International**, v. 34, n. 7, p. 548-555, july-aug 2003.

VERONEZI, M. C. *et al.* Influência da ciclagem térmica e do método de avaliação na determinação da microinfiltração em restaurações de resina composta. **Faculdade de Odontologia de Lins**, v. 14, n. 1, p. 9-18, jan-june 2002.

WALL, A. W.; LEE, J.; McCABE, J. F. The bonding of composite resin to moist enamel. **British Dental Journal**, v. 191, n. 3, p. 148-150, aug. 2001.

YIU, C. K. Y. *et al.* Effect of resin hydrophilicity and water storage an resin strength. **Biomaterials**, v. 25, p. 5789-5796, 2004.

ZHENG, L. *et al.* Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. **Operative Dentistry**, v. 26, n. 1, p. 97-104, jan-feb. 2001.

ANEXOS

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

As informações contidas neste termo são fornecidas pela Dr^a. Cristiana da Costa Libório Lago, para firmar acordo de consentimento livre e esclarecido, através do qual você, doador, autoriza a utilização de seu (s) dente (s), com conhecimento da natureza do trabalho a ser realizado, com a capacidade de livre-arbítrio e livre de qualquer coação.

1. Propósito do estudo

Avaliar *in vitro* a influência do tempo de abertura dos frascos de diferentes sistemas adesivos, por um período de 3 meses, na microinfiltração marginal em cavidades de classe V de dentes restaurados com resina composta.

2. Desconfortos ou riscos esperados

Não há riscos para os pacientes doadores, pois as exodontias não serão executadas para a realização da pesquisa e sim por razões individuais como indicação periodontal, ortodôntica ou de outra natureza terapêutica.

3. Formas de acompanhamento e assistência

Os doadores serão devidamente acompanhados pelos profissionais que realizarem as extrações, visto que no procedimento científico da pesquisa sua participação não será necessária.

4. Esclarecimentos e benefícios da pesquisa

Os doadores voluntários têm a garantia de que receberão respostas a quaisquer perguntas, ou esclarecimento a qualquer dúvida, com relação ao trabalho de pesquisa a ser realizado. Os pesquisadores também assumem o compromisso de não utilizar os dentes que não tem a devida autorização por parte de seus doadores.

Com a avaliação dos resultados encontrados poderemos a melhorar as técnicas atualmente utilizadas para realização de restaurações de resina composta.

Portanto, mesmo que o estudo não represente um benefício imediato para você que participou da pesquisa, com certeza vai contribuir para o desenvolvimento de uma técnica restauradora mais aprimorada.

5. Consentimento e liberdade de doação

Sua doação é voluntária, ou seja, você não é obrigado a participar do estudo, conforme determinação da Resolução 196/96 do CNS do Ministério da Saúde.

6. Garantia de sigilo

Todas as informações coletadas sobre você durante a pesquisa serão mantidas em segredo completo. Qualquer informação divulgada em artigos ou trabalhos científicos não terá seu nome e endereço, ou qualquer outra forma de identificação.

7. Formas de ressarcimento de despesas e de indenização

Este estudo de pesquisa não possui fins lucrativos ou empresa patrocinadora e não há previsão de gastos para os indivíduos doadores dos dentes.

8. Consentimento

Eu, _____, certifico que tendo lido as informações acima citadas e estar suficientemente esclarecido de todos os itens pela Dr^(a). _____. Estou plenamente de acordo e autorizo a utilização de meu dente neste experimento e dispenso o recebimento de qualquer auxílio financeiro.

Salvador, _____ de _____ de _____.

Nome: _____

Assinatura do Paciente: _____

Assinatura do Responsável: _____

Testemunha 1: _____

Testemunha 2: _____

ATENÇÃO: Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva ou telefone para a Comissão de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia. Endereço: Av. Avenida Araújo Pinho, 62. Canela, Salvador-Bahia. CEP: 40110.150 Telefones: (71) 3365776 /3365976 Tele-Fax: (71) 3375564

1ª Via - Instituição; 2ª Via do Doador.

ANEXO B – Parecer da Comissão de Ética

ANEXO C – Termo de Doação dos Dentes