



**Universidade Norte do Paraná**

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

**GEORGES GARCIA**

ESTUDO DA RETENÇÃO DOS SOLVENTES CONTIDOS NOS  
SISTEMAS ADESIVOS DENTINÁRIOS EM MATRIZ DE DENTINA  
DESMINERALIZADA E AVALIAÇÃO DO MODO DE  
APLICAÇÃO PELOS CIRURGIÕES-DENTISTAS

---

Londrina  
2007

**GEORGES GARCIA**

ESTUDO DA RETENÇÃO DOS SOLVENTES CONTIDOS NOS  
SISTEMAS ADESIVOS DENTINÁRIOS EM MATRIZ DE DENTINA  
DESMINERALIZADA E AVALIAÇÃO DO MODO DE  
APLICAÇÃO PELOS CIRURGIÕES-DENTISTAS

Dissertação apresentada à Universidade Norte  
do Paraná como parte integrante dos requisitos  
para obtenção do título de Mestre em  
Odontologia

**Orientadora:**  
**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Linda Wang**

Londrina  
2007

## GEORGES GARCIA

Filiação	Pedro Garcia Solangen Terezinha Mendes
Naturalidade	Londrina – PR
Nascimento	23 de julho de 1964
1982-1986	Graduação em Odontologia – Universidade Estadual de Londrina (UEL)
2005-2008	Curso de Pós-Graduação na área de Dentística, nível Mestrado, na Universidade Norte do Paraná – UNOPAR, Londrina, PR
Associações	SBPqO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica  SBOE – Sociedade Brasileira de Odontologia Estética



**UNIVERSIDADE NORTE DO PARANÁ**

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Coordenadoria de Pós-Graduação

**PROVA DE JULGAMENTO DE DISSERTAÇÃO PARA MESTRADO**

Programa: Pós-Graduação.

Curso: MESTRADO.

Candidato (a): GEORGES GARCIA

DISSERTAÇÃO: "*Estudo da retenção de solventes contidos nos sistemas adesivos dentinários em matriz de dentina desmineralizada e avaliação do modo de aplicação pelos cirurgiões-dentistas*".

COMISSÃO EXAMINADORA:

1º EXAMINADOR (A): HERALDO RIEHL, Professor Doutor;

2º EXAMINADOR (A): ALCIDES GONINI JR. Professor Doutor;

3º EXAMINADOR (A): LINDA WANG (Presidente), Professora Doutora (orientadora).

Londrina, 28 de Novembro de 2007.

1º. Examinador.

2º. Examinador.

3º. Examinador.

***Dedico este trabalho***

*A Deus, que é o Senhor e Criador de todas as coisas e que nos guia por caminhos corretos.*

*Aos meus pacientes, os quais eu acredito serem os principais beneficiários de toda evolução e conhecimento científico odontológico.*

*Aos meus pais Pedro e Solangen, por confiarem em minha formação profissional e científica.*

*À minha esposa Tânia por acreditar em meu trabalho e pela sua paciência e amor.*

*Aos meus filhos, Rafael, Natália e Tiago, que representam a maior felicidade em minha vida e através dos quais eu descobri o sentido de amor incondicional.*

## *Agradecimentos*

Ao meu pai, Pedro, por ter investido em minha educação e ter mostrado que os caminhos da formação profissional e da vontade de vencer devem ser objetivos a serem conquistados.

À minha mãe Solangen, por ter sido exemplo de que os revezes da vida não são motivos para desânimo, mas oportunidade de olhar à frente.

À minha esposa Tânia, pela paciência, compreensão e apoio nessas etapas de nossa vida onde se sacrifica algo por uma causa de grande relevância.

Ao meu filho Rafael que ainda adolescente, mostra maturidade, dedicação ao estudo e ao esporte. Obrigado pelo seu carinho, amor e companheirismo. Eu te amo.

À minha filha Natália, esportista e estudante exemplar, pelo caráter e personalidade, pelo amor e compreensão e por sua dedicação às atividades que realiza. Eu te amo.

Ao meu filho Tiago, menino de personalidade marcante e divertida, por sua demonstração de perseverança e vontade de vencer mesmo com pouca idade. Eu te amo.

***A vocês, todo meu amor. Obrigado.***

## *Agradecimentos aos Professores e Amigos*

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Linda Wang, por todo auxílio, interesse verdadeiro de ensinar e conhecimento científico. Obrigado também por sua firmeza, honestidade, integridade, sinceridade e competência. Tenho certeza que fui agraciado com a orientação de uma grande profissional e um maravilhoso ser humano. Muito obrigado.

Aos professores das disciplinas básicas e específicas do mestrado, pela dedicação, conhecimento e auxílio.

Ao prof. Dr. Alcides Gonini Jr e prof. Heraldo Riehl pela colaboração no desenvolvimento e revisão deste trabalho.

À prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karen Barros Parron Fernandes pela orientação da análise estatística deste trabalho e pelas aulas ministradas.

Aos colegas da turma de Mestrado: Alessandro Takahashi, Christiane Salvador, Flávio Miguel, Luís Tanaka, Márcia Rodrigues, Maria Paula Botelho, Mônica Paganini, Rodrigo Guergolette, Marisol Lara, Tiago Fernandes e Valéria Troca, que além de ótimos companheiros, foram excelentes amigos.

Às funcionárias do laboratório, Veralucia dos Santos e Dionadir de Almeida, pela presteza no trabalho do experimento laboratorial desta pesquisa.

Aos professores do curso de especialização em dentística da AONP, Bruno Rosa, Flávio Sambatti e Adriana Manso pela valiosa formação e pela compreensão no momento de opção por novo caminho.

*Muito Obrigado.*

## *Agradecimentos*

À Universidade Norte do Paraná, UNOPAR, representada pelo Chanceler, Sr. Marco Antonio Laffranchi, e pela Reitora, Prof<sup>a</sup> Elisabeth Bueno Laffranchi;

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, representada pelo Prof. Hélio Hiroshi Suguimoto;

Ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, representada pelo Prof. Ruy Moreira da Costa Filho;

À Coordenadoria do Curso de Odontologia, representada pelos Profs. Drs. Luiz Reynaldo de Figueiredo Walter e Fernão Hélio Campos Leite Júnior;

Aos fornecedores 3M ESPE, Ivoclar/Vivadent e Dentsply, pelos materiais empregados neste trabalho;

A todos os funcionários da UNOPAR, especialmente à Vera Martins;

Por terem possibilitado a realização desta Dissertação

....o meu *MUITO OBRIGADO*



GARCIA, G. **Estudo da retenção dos solventes contidos nos sistemas adesivos dentinários em matriz de dentina desmineralizada e avaliação do modo de aplicação pelos cirurgiões-dentistas.** 2007. 89p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Norte do Paraná, Londrina.

## RESUMO

Os sistemas adesivos comerciais contêm solventes como a acetona, etanol ou água que possuem características próprias de interação com a dentina durante o procedimento adesivo de materiais restauradores. Um dos aspectos essenciais para obtenção de uma eficiente adesão ao substrato dentinário é a evaporação adequada dos solventes após sua aplicação. Este trabalho foi dividido em: Parte A - experimento laboratorial cujo objetivo foi analisar a evaporação e retenção final de solventes de diferentes sistemas adesivos comerciais quando aplicados em matriz de dentina desmineralizada. Trinta e seis espécimes de dentina bovina foram desmineralizados por 7 dias em EDTA a 0,5M e divididos em grupos de seis para cada sistema testado: Scotchbond *primer*, Single Bond 2, Excite, AdheSE *primer*, Prime & Bond NT e Xeno III. Estes foram saturados do sistema adesivo por 5min em frascos devidamente fechados e protegidos de luz. Cada espécime foi mensurado em uma balança digital nos tempos iniciais, de 10, 20, 30s, 1, 2 e 5min. Os resultados foram analisados por ANOVA a dois critérios e Tukey ( $p < 0,05$ ). Houve significância para os fatores material e tempo para os materiais Excite e Prime & Bond NT a partir dos tempos 2 e 5min, respectivamente. Não houve interação entre os materiais analisados em todos os intervalos de tempo. A quantidade evaporada espontaneamente mostrou-se bastante limitada, mesmo para os materiais que contêm acetona; Parte B – estudo transversal observacional junto a cirurgiões-dentistas de Londrina, PR, com o objetivo de obter dados em relação ao conhecimento dos solventes contidos nos sistemas adesivos por estes profissionais. Foi elaborado um questionário para verificar como o cirurgião-dentista usa os sistemas adesivos com foco na etapa clínica da evaporação dos solventes. Os dados coletados foram submetidos à análise estatística utilizando SPSS for Windows 8.0. Os resultados indicaram haver desconhecimento da maioria dos pesquisados em relação ao solvente contido no sistema adesivo de uso habitual. Foram detectados erros pela maioria dos profissionais no que diz respeito ao procedimento de evaporação do solvente contido no sistema adesivo.

**Palavras-chave:** Dentina. Solventes. Adesivos dentinários. Evaporação.

GARCIA, G. **Analysis of solvent retention of dentin bonding systems from demineralized dentin matrix and their application mode by practitioners.** 2007. 89p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Norte do Paraná, Londrina.

## ABSTRACT

Commercial dentin bonding systems contain solvents as acetone, ethanol and water, which present specific characteristics of interaction with dentin. One of the most essential aspects to obtain efficient bonding relies on the adequate evaporation of the solvents after their application. This study was divided in Part A- in vitro study, which aimed to analyze final evaporation and retention of different commercial bonding systems when applied to demineralized dentin matrix. Thirty six specimens from bovine dentin were demineralized for 7 days in 0.5M EDTA and divided into six groups for each tested materials: Scotchbond *primer*, Single Bond 2, Excite, AdheSE *primer*, Prime & Bond NT and Xeno III. These specimens were saturated by the systems for 5min maintained in vials protected against light exposure. Each specimen was measured using a digital balance in beginning, 10, 20, 30s, 1, 2 and 5min times. Data were analyzed by two-way ANOVA and Tukey ( $p < 0.05$ ). There was significant differences for material and time for Excite and Prime & Bond NT from 2 and 5min, respectively. There was no significant of interaction between materials and time in all evaluated periods. The amount spontaneously evaporated was limited even for acetone-based ones. Part B- Observational transversal assessment to practitioners from Londrina – PR, with the aim to get data related to knowledge of solvents contained in bonding systems by these professionals. A questionnaire was formulated to verify how professionals deal with bonding systems, focusing on clinical step of solvent evaporation details. Collected data were submitted to statistical analysis using SPSS for Windows 8.0. Results indicated poor correct information by most of the professionals related to usual contained solvent of the bonding systems. It was also detected mistakes on professional dealing regarding to evaporation of solvent from bonding systems procedures.

**Keywords:** Dentin. Solvents. Dentin bonding adhesives. Evaporation.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Classificação dos sistemas adesivos atuais.....	28
FIGURA 2 – Sistemas adesivos utilizados no teste.....	46
FIGURA 3 – Politriz no desgaste dos espécimes.....	47
FIGURA 4 – Espécime sendo medido.....	47
FIGURA 5 – Confirmação da mensuração.....	47
FIGURA 6 – Mesa giratória com os espécimes.....	48
FIGURA 7 – Material no eppendorf.....	49
FIGURA 8 – Espécime imerso no material.....	49
FIGURA 9 – Eppendorf protegido por papel alumínio.....	49
FIGURA 10 – Caixa para proteção da luz.....	49
FIGURA 11 – Balança analítica digital (a) e verificação da massa do espécime saturado no sistema adesivo (b, c).....	50

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICO 1 – Perfil de perda de massa dos diferentes sistemas testados no período de tempo total de 5 minutos .....	56
GRÁFICO 2 – Representação da quantidade em porcentagem evaporada no período total de 5min para o Scotchbond Multi purpose (primer).....	57
GRÁFICO 3 – Representação da quantidade em porcentagem evaporada no período total de 5min para o Single Bond 2.....	57
GRÁFICO 4 – Representação da quantidade em porcentagem evaporada no período total de 5min para o AdheSE (primer).....	57
GRÁFICO 5 – Representação da quantidade em porcentagem evaporada no período total de 5min para o Excite.....	57
GRÁFICO 6 – Representação da quantidade em porcentagem evaporada no período total de 5min para o Prime & Bond NT.....	57
GRÁFICO 7 – Representação da quantidade em porcentagem evaporada no período total de 5min para o Xeno. III.....	57
GRÁFICO 8 – Comparação entre os sistemas comerciais em relação à retenção do solvente no tempo de 30 segundos.....	58
GRÁFICO 9 – Comparação entre os sistemas comerciais em relação à retenção do solvente no tempo de 5 minutos.....	59

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Valores de média e erro padrão em porcentagem da perda de massa dos sistemas testados nos períodos de tempo avaliados.....	55
TABELA 2 – Nível de formação dos profissionais pesquisados.....	60
TABELA 3 – Tempo de formação dos profissionais pesquisados.....	60
TABELA 4 – Local de atuação dos profissionais pesquisados.....	61
TABELA 5 – Classificação dos sistemas adesivos utilizados.....	61
TABELA 6 – Marcas comerciais usadas pelos profissionais pesquisados.....	62
TABELA 7 – Porcentagem dos profissionais que dizem conhecer ou não o solvente do sistema habitual.....	62
TABELA 8 – Porcentagem dos profissionais que acertaram ou não o solvente.....	63
TABELA 9 – Modo de facilitar ou não a evaporação do solvente.....	63
TABELA 10 – Conhecimento do solvente e procedimento correto da evaporação.	64
TABELA 11 – Tamponamento do frasco após o uso.....	64

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Valores de parâmetro de solubilidade - em $(\text{J}/\text{cm}^3)^{1/2}$ .....	33
QUADRO 2 – Sistemas adesivos utilizados.....	45

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	23
2.1 Evolução dos Sistemas Adesivos e o substrato dentinário.....	23
2.2 Etapas do procedimento adesivo.....	26
2.3 A umidade do substrato dentinário e o papel dos solventes.....	28
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	43
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	45
PARTE A – Experimento laboratorial.....	45
4.1 Material.....	45
4.2 Métodos.....	46
4.2.1 Obtenção dos espécimes.....	46
4.2.2 Mensuração da evaporação dos solventes dos sistemas adesivos.....	48
4.2.3 Análise estatística.....	51
PARTE B – Investigação da forma de uso dos sistemas adesivos.....	51
<b>5 RESULTADOS</b> .....	55
PARTE A – Experimento laboratorial.....	55
PARTE B – Investigação da forma de uso dos sistemas adesivos.....	59
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	66
PARTE A – Experimento laboratorial.....	67
PARTE B – Investigação da forma de uso dos sistemas adesivos.....	71
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	78
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	80
<b>ANEXOS</b> .....	88

## **1 Introdução**

---



## 1 Introdução

Nas últimas décadas, conceitos na odontologia restauradora têm sido continuamente modificados em direção a procedimentos mais conservadores da estrutura dental. Os métodos tradicionais de reter restaurações diretas por meio de preparações amplas e retenções mecânicas foram sendo substituídos por métodos conservadores adesivos (VAN MEERBEEK, 1998).

Na prática clínica, em diversas especialidades, cirurgiões-dentistas utilizam freqüentemente os sistemas adesivos como materiais capazes de promover adesão entre o substrato dentário e materiais restauradores, especialmente os resinosos. Por se tratar de um produto de técnica sensível, está sujeito a variações de utilização em função de diferentes formulações. Apesar de complexa, a etapa clínica adesiva demanda um tempo curto de trabalho, o que pode levar os profissionais a ignorarem os cuidados técnicos de sua utilização (DE MUNCK *et al.*, 2003; HASHIMOTO *et al.*, 2006).

Como se pretende que o procedimento adesivo seja duradouro e estável, é imprescindível que o odontólogo seja conhecedor do tipo, da composição e do mecanismo de ação para obter sucesso nesta etapa. O profissional, ao utilizar um sistema adesivo, deve estar atento a tudo aquilo que tem influência diretamente na qualidade da adesão a ser obtida e ter conhecimento dos detalhes técnicos e das propriedades do material que irá utilizar (CARVALHO, 2004).

Para facilitar a difusão e a molhabilidade dos monômeros resinosos do sistema adesivo na dentina, são utilizados solventes em grande concentração na

sua composição (HASHIMOTO *et al.*, 2005). Essas substâncias funcionam como carreadores de monômeros resinosos para a intimidade da dentina condicionada para adesão (KANCA III, 1992; YIU *et al.*, 2005).

Nos sistemas adesivos comerciais há variabilidade em relação ao solvente contido. Em geral, os solventes presentes nessas formulações podem ser água, etanol e acetona usados isolados ou combinados (KANCA III, 1998; PERDIGÃO e FRANKENBERG, 2001) e exercem diferentes interações com as fibrilas de colágeno da dentina, que ficam expostas após o condicionamento ácido, podendo ser capazes de provocar contração ou expansão e tornar a matriz de dentina desmineralizada mais ou menos rígida, de acordo com a natureza e quantidade aplicada (MACIEL *et al.*, 1996). A água, por exemplo, é capaz de prevenir o enrijecimento dessa matriz, favorecendo a infiltração dos monômeros resinosos enquanto a acetona poderá contrair a matriz levando à diminuição da permeabilidade ao monômero resinoso (PASHLEY *et al.*, 2003). Por esta razão, a dentina condicionada deve exibir uma umidade de superfície diferente conforme o solvente contido no sistema (REIS *et al.*, 2003).

Entretanto, após desempenharem sua função, os solventes devem ser evaporados para se conseguir eficiente adesão. Um dos erros mais comuns dos profissionais da odontologia está relacionado à deficiente evaporação dos solventes antes da fotopolimerização do adesivo (HASHIMOTO *et al.*, 2006). Portanto, existe grande importância na compreensão dos processos físico-químicos para se entender qual a aplicação ideal durante o procedimento adesivo em conformidade com os diferentes solventes presentes nos sistemas comerciais.

A presença de solvente remanescente dentro da camada adesiva polimerizada é deletéria, causando diversos prejuízos ao estabelecimento da adesividade entre o material resinoso e a dentina, como: diluição dos monômeros do sistema adesivo (WALSHAW e MACCOMB, 1996; HASHIMOTO *et al.*, 2006); interferência na polimerização da camada adesiva (TAY *et al.*, 1995); diminuição da resistência adesiva e no grau de conversão dos monômeros (JACOBSEN e SÖDERHOLM, 1995; DICKENS e CHO, 2005; CALDENARO *et al.*, 2005); separação de fases dos componentes do sistema adesivo (SPENCER e WANG, 2002); aumento da permeabilidade da camada adesiva (HASHIMOTO *et al.*, 2005; CALDENARO *et al.*, 2005) e favorecimento da degradação adesiva e do colágeno dentinário (HASHIMOTO *et al.*, 2000; TAY, PASHLEY e YOSHIYAMA, 2002; DE MUNCK *et al.*, 2003; PASHLEY *et al.*, 2004).

Um dos fatores que pode levar a uma infiltração deficiente de monômeros é a permanência de resíduo de solvente durante o procedimento adesivo, o que poderá levar a conseqüências indesejáveis como infiltração marginal, fenda na interface, sensibilidade pós-operatória e cárie recorrente (TAY *et al.*, 1995; CAVALHEIRO *et al.*, 2006).

O tipo de solvente e as condições da superfície em que são aplicados podem influenciar em sua volatilização, sendo necessário maior ou menor tempo para que o máximo possível de solvente seja eliminado. Além disso, os diversos solventes utilizados têm suas características próprias de pressão de vapor e parâmetro de solubilidade, propriedades estas que influem na velocidade de evaporação dessas substâncias e na capacidade de facilitar a penetração dos monômeros resinosos, respectivamente (CARVALHO, 2002).

A água, contida em alguns sistemas adesivos ou resultante da aplicação da técnica úmida de adesão que não for eliminada pela evaporação, pode levar a nano-infiltração, que é a formação de microporos dentro da camada híbrida (TAY, PASHLEY e YOSHIYAMA, 2002; TAY *et al.*, 2002b). Esse fenômeno pode levar à degradação hidrolítica na interface resina-dentina (TAY *et al.*, 2003).

Vários estudos analisaram a evaporação espontânea e/ou estimulada dos solventes puros, em misturas experimentais, ou mesmo em sistemas adesivos comerciais (ABATE, RODRIGUES e MACCHI, 2000; CARDOSO *et al.*, 2005; DICKENS e CHO, 2005; IKEDA *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2005; YIU *et al.*, 2005; NIHI *et al.*, 2006). Porém um estudo para analisar a evaporação de solventes dos sistemas comerciais em matriz de dentina desmineralizada ainda necessita ser mais explorado. Portanto este trabalho pretende avaliar a evaporação em cubos de dentina bovina desmineralizada saturados de sistemas adesivos em formulações comerciais.

Em virtude de os sistemas adesivos serem freqüentemente empregados na clínica odontológica diária e de ser um dos maiores responsáveis pela obtenção do selamento, da manutenção e durabilidade das restaurações, torna-se relevante a necessidade do conhecimento da composição e das características da evaporação dos diversos sistemas, das condições de manuseio deste material, da influência do substrato dentinário, e dos prejuízos que se poderá obter ao negligenciar o importante passo da evaporação do solvente contido. Portanto, o trabalho em questão foi conduzido a abordar essas variáveis no intuito de compreender melhor a diferença entre sistemas adesivos comerciais e as particularidades dos solventes contidos nesses sistemas.

Sabendo-se que há grande variabilidade técnica de uso por cirurgiões-dentistas, o que pode levar a erros com prejuízos ao procedimento restaurador adesivo (MIYAZAKI, ONOSE e MOORE, 2000; PEUTZFELDT e ASMUSSEN, 2002; HASHIMOTO, 2006), este trabalho pretende ainda investigar o uso desses materiais por profissionais da odontologia através de um estudo transversal por meio de um questionário a fim de identificar a existência ou não de deficiências na utilização.

## **2 Revisão de literatura**

---

## **2 Revisão de literatura**

Este capítulo foi subdividido para melhor compreensão dos aspectos relacionados ao procedimento adesivo.

### **2.1 Evolução dos sistemas adesivos e o substrato dentinário**

Os procedimentos adesivos se tornaram rotina na odontologia restauradora, especialmente a partir da década de 1990 onde materiais estéticos tem sido preferidos pela maioria dos pacientes e dos profissionais. Esta prática permite que haja menor desgaste dental durante o preparo para restaurações, em conformidade com uma odontologia mais conservadora (SWIFT, PERDIGÃO e HEYMANN, 1995). O que chamamos de odontologia adesiva teve seu primórdio no experimento de Buonocore, em 1955. Observando que o ácido fosfórico era utilizado na indústria para aumentar a adesão de tintas em superfícies metálicas, utilizou-o para condicionar a superfície do dente conseguindo uma interação micro-mecânica do esmalte dentário com uma resina acrílica. Constatou também um aumento da área de superfície do esmalte para interagir com o material resinoso e ainda maior molhabilidade, tornando-o mais receptível à resina. A técnica adesiva era mencionada no trabalho com a perspectiva de restaurações mais conservadoras e selamento de fissuras do dente.

As resinas acrílicas eram materiais com propriedades mecânicas pobres para servirem às restaurações. Foi a partir do trabalho de Bowen, em 1963, conseguindo um polímero orgânico reforçado por sílica tratada com silano que se desenvolveram compósitos ou resinas compostas. Com as melhoras obtidas como diminuição da contração de polimerização, diminuição do coeficiente de expansão térmica, aumento da resistência à compressão, aumento do módulo de elasticidade e menor sorção de água, os procedimentos restauradores com esses materiais se tornaram mais freqüentes, impulsionando o desenvolvimento de sistemas adesivos que pudessem ser efetivos na adesão aos diferentes substratos dentários.

Inicialmente, apenas o esmalte dentário era condicionado, pois não se conseguiam bons resultados em testes entre adesivos e a dentina. Devido a esta limitação, autores direcionaram pesquisas no intuito de compreender possíveis interações entre a dentina e adesivos de diferentes formulações (BRANNSTROM e NORDEVALL, 1977). Deste modo, os monômeros adesivos, por serem hidrofóbicos, não interagem bem com a dentina, pois se sabe que esta possui grande quantidade de água em sua composição (MARSHALL *et al.*, 1997).

Em 1979, Fusayama *et al.* conseguiram um avanço com seu experimento obtendo aumento na força de adesão de um adesivo comercial da época (Clearfil Bond System-F) após condicionamento dentinário. Nakabayashi *et al.*, em 1982, descreveram uma interação resina-dentina após condicionamento com ácido cítrico em dentina utilizando um monômero com grupo hidrofóbico e hidrofílico chamado 4-META (4 metacriloxietil trimetílico anidro). Esse trabalho foi um grande marco para o desenvolvimento dos adesivos dentinários, introduzindo um novo conceito em adesão à dentina. Desta forma, verificaram o estabelecimento de uma camada infiltrada de monômero resinoso na dentina que era polimerizada



subseqüentemente. Posteriormente essa zona de interação foi chamada de camada híbrida (WANG e NAKABAYASHI, 1991).

Outro avanço obtido foi a constatação da necessidade de se manter a dentina úmida antes da aplicação do agente adesivo. Kanca III, em 1992a, relata que os fabricantes da época indicavam o uso de seus sistemas adesivos em dentina seca. Porém, em virtude da dentina possuir umidade inerente, realizou um experimento *in vitro* na intenção de verificar qual substrato produzia maior resistência adesiva: dentina seca ou úmida. Observou que a dentina mantida úmida após o preparo cavitário, condicionamento ácido e lavagem, produzia melhor resultado adesivo do que quando seca com 10 segundos de jato de ar. Ainda em 1992, Gwinnett também publicou artigo onde atestava maior resistência à união com a dentina úmida ao invés de seca.

A adesão à dentina é um procedimento menos previsível do que ao esmalte, por ela possuir uma complexa morfologia com túbulos dentinários contendo fluido, rede de fibrilas de colágeno e matriz mineralizada. A sua característica morfológica também pode mudar conforme a profundidade (GARBEROGLIO e BRANNSTROM, 1976; PASHLEY e CARVALHO, 1997). Por exemplo, quanto mais próximo da polpa, maior a quantidade e o diâmetro dos túbulos. Além disso, pode haver variações da dentina como a esclerótica, reparadora e afetada por cárie. Tudo isso reflete diretamente na permeabilidade, molhabilidade e capacidade dos monômeros resinosos obterem adesão a esse substrato (MARSHALL *et al.*, 1997; LOPES *et al.*, 2003). Além das características intrínsecas do substrato dentinário, fatores externos como formação de uma camada de detritos dentinários devido à instrumentação durante o preparo cavitário, comumente chamada de *smear layer*, reduz a permeabilidade dentinária (EICK *et al.*, 1970; MARSHALL *et al.*, 1997).

Com o conhecimento das particularidades do processo de adesão, sobretudo do substrato dentinário e dinâmica da infiltração de monômeros resinosos na dentina, os sistemas adesivos foram aperfeiçoados com relação ao tratamento da *smear layer* e ao mesmo tempo em que se buscava a simplificação do uso clínico. Deste modo, o procedimento adesivo possui etapas que o caracterizam e que devem ser conhecidas pelo cirurgião-dentista para que possa compreender o processo e realizá-lo com critérios de qualidade.

## 2.2 Etapas do procedimento adesivo

Inicialmente, os sistemas adesivos eram classificados em gerações, conforme as diferentes ações provocadas na *smear layer*. Atualmente a classificação mais adotada diz respeito ao número de etapas que envolvem sua utilização (VAN MEERBEEK *et al.*, 1998).

Três passos são fundamentais para se conseguir adesão à dentina:

- 1°. Desmineralização com ácido e exposição da rede de fibrilas de colágeno.
- 2°. Infiltração por um monômero hidrofílico, chamado de “primer”.
- 3°. Aplicação subsequente de um monômero resinoso com características mais hidrofóbicas.

O condicionamento ácido da dentina provoca uma desmineralização a uma certa profundidade, aumenta a molhabilidade da superfície, favorecendo a infiltração posterior de monômeros resinosos (ROSALES *et al.*, 1999). Com a remoção dos minerais, criam-se vias de infiltração através da dentina intertubular e dos túbulos

dentinários. A molhabilidade é caracterizada pelas interações de componentes dos sistemas adesivos e o substrato, facilitando a penetração de monômeros (ASMUSSEM e UNO, 1992).

Os monômeros dos sistemas adesivos comerciais, infiltrando-se na dentina desmineralizada, a reforçam, possibilitando melhoras em suas propriedades físicas. Segundo Sano *et al.*, 1995, o uso de sistemas adesivos permitiu restaurar a resistência à união perdida com a desmineralização e melhorar o módulo de elasticidade da dentina desmineralizada.

Os sistemas adesivos para que interajam na dentina possuem solventes que servem de carreadores de monômeros, retirando água da intimidade das fibrilas de colágeno e permitindo a infiltração dos monômeros resinosos neste substrato. Por conta deste mecanismo de ação, os solventes são indispensáveis a uma boa adesão no substrato dentinário (KANCA III, 1992b; TAY, GWINETT e WEI, 1996; PERDIGÃO e FRANKENBERG, 2001; REIS *et al.*, 2003).

No intuito de se conseguir reduzir o número de etapas, visando um ganho do tempo clínico, mas nem sempre da qualidade da adesão (TAY e PASHLEY, 2003), apareceram sistemas adesivos que uniram etapas chegando a duas ou apenas uma. Além disso, os adesivos podem ser convencionais, ou seja, aqueles que possuem etapa do condicionamento ácido separadamente, ou auto-condicionantes em que não há condicionamento separado. A figura 1 esquematiza a classificação mais utilizada dos adesivos na atualidade. (VAN MEERBEEK *et al.*, 1998 e 2003).

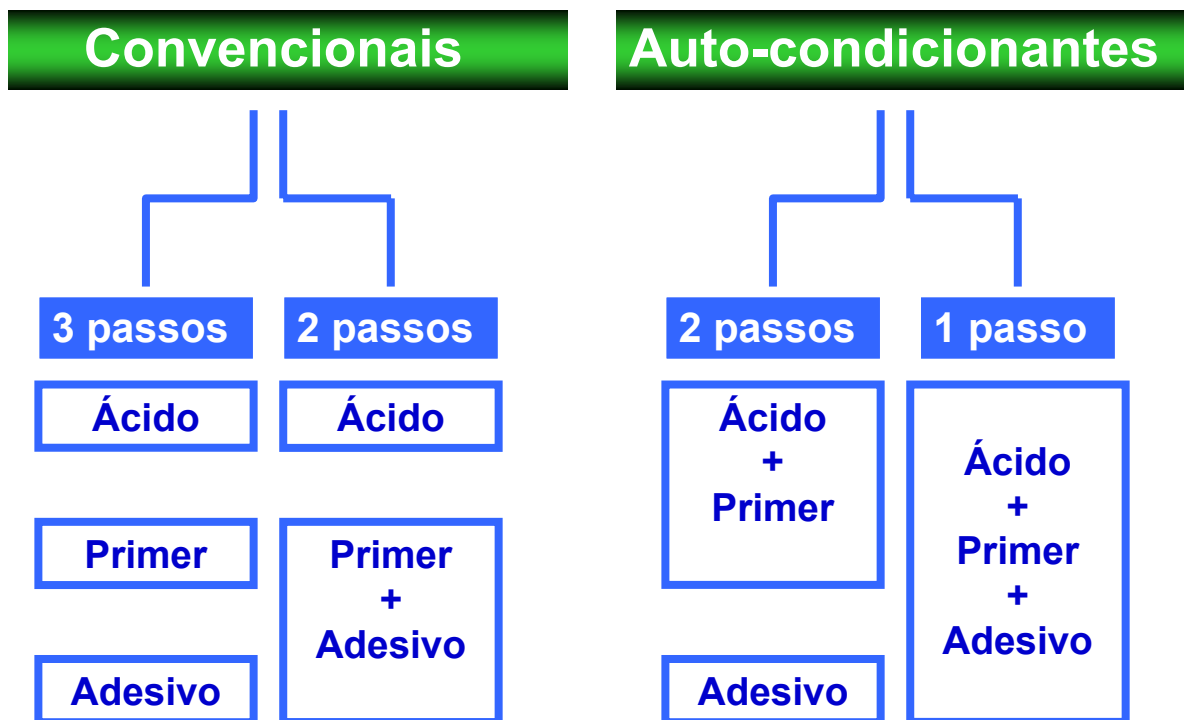


Figura 1. Classificação dos sistemas adesivos atuais.

A importância de se conhecer qual a classificação do sistema adesivo a ser utilizado pelo cirurgião-dentista se deve ao fato de que cada tipo requer um modo de aplicação, características e desempenho diferentes. Desse modo, aliado ao conhecimento das particularidades do substrato e dos componentes desses sistemas, poderá se obter a melhor performance possível.

### 2.3 A umidade do substrato dentinário e o papel dos solventes

Como já mencionado, a dentina exige umidade, em maior ou menor grau conforme o tipo de solvente, para obtenção de melhor qualidade adesiva. O

experimento de Kanca III, em 1992b, utilizou o monômero de características hidrofílicas HEMA (2 hidroxi-etil-metacrilato) com acetona ou etanol ou água como solvente. Sobre a dentina mantida úmida, a resistência adesiva foi superior àquela onde a dentina foi seca a ar para os solventes acetona e etanol. Resultado semelhante foi obtido por Gwinnett, 1992, utilizando sistemas adesivos comerciais da época. Estes possuíam monômeros hidrofílicos e solvente acetona e obteve maior resistência à união quando aplicados em dentina úmida.

A razão do melhor desempenho em dentina úmida é que, após a desmineralização e exposição das fibrilas de colágeno, estas se mantêm expandidas pela umidade, facilitando a infiltração de monômeros resinosos (TAY, GWINETT e WEI, 1996). No caso de uma desidratação da dentina pela secagem excessiva a ar, ocorre evaporação de água dos espaços interfibrilares. As fibrilas de colágeno colapsam e ficam em íntimo contato entre elas, favorecendo forças de atração molecular como ligações iônicas e pontes de hidrogênio, estabilizando-as e tornando-as mais rígidas. A aplicação de um solvente não aquoso nesta situação tende a manter a rigidez da rede de fibrilas dificultando a penetração do monômero. Conseqüentemente, a força de adesão será fraca e deficiente. Entretanto, caso a dentina ressecada seja re-hidratada, os espaços interfibrilares se abrem novamente para adequada infiltração do monômero (MACIEL *et al.*, 1996). Se os solventes forem aplicados em uma matriz de colágeno com os espaços interfibrilares expandidos, a capacidade de enrijecer poderá ser benéfica na manutenção desses espaços, facilitando a difusão dos monômeros (GARCIA *et al.*, 2005).

Muitos clínicos ainda mantêm o hábito de secar o preparo após a lavagem do ácido para verificar aspecto opaco, atestando o condicionamento do esmalte. Logo, a dentina também será ressecada causando colapso das fibrilas. A reexpansão

poderá ser obtida com a re-hidratação. Perdigão e Frankenberger, 2001, testaram *in vitro* essa condição por meio de um teste de resistência adesiva com adesivos de diferentes solventes. Obtiveram melhor resultado se a re-hidratação fosse feita pelo tempo de 30 segundos com a quantidade de 50µl de água. Apenas o adesivo testado contendo somente água como solvente obteve resultados similares com dentina seca, úmida ou re-umedecida.

Os resultados dos trabalhos *in vitro*, embora sejam indicativos de como obter melhor desempenho clínico, podem diferir dos *in vivo*. Perdigão *et al.*, em 2002, tiveram resultados semelhantes de resistência adesiva em relação à manutenção da dentina visivelmente úmida ou quando seca por 5 segundos a ar. Este tempo de secagem, em experimento *in vivo*, não foi suficiente para influenciar o resultado da resistência adesiva entre diversos sistemas adesivos e a dentina. Normalmente nos estudos *in vitro*, a dentina é excessivamente ressecada, o que não ocorreu neste experimento. Além disso, quando a água evapora da superfície dentinária com a secagem, outra quantidade vem dos túbulos dentinários para manter a umidade. Por outro lado, Ferrari e Tay, 2003, atestaram que resultados de estudos *in vitro* estão relacionados com os *in vivo*. O resultados das análises de microscopia eletrônica, em condições de dentina seca, úmida ou com excessiva umidade foram semelhantes tanto *in vitro* como *in vivo*. Neste estudo também observaram que a secagem a ar por 5 segundos *in vivo* não levou à formação de camada híbrida pelo colapso da matriz de colágeno.

A resistência à união de um adesivo à base de acetona como solvente é maior quando se deixa a dentina mais úmida do que seca (REIS, *et al.*, 2004). Uma análise micro-morfológica da interface adesiva com acetona mostrou ser melhor em dentina úmida, porém o excesso de água pode levar ao fenômeno de sobre-umidade

(over-wet) e é prejudicial (TAY, GWINNETT e WEI, 1996). Sistemas adesivos contendo acetona exigem maior umidade superficial da dentina, mantendo a expansão das fibrilas de colágeno, porque este solvente produz uma contração da matriz desmineralizada e não é capaz de reexpandi-la por si só (MACIEL *et al.*, 1996; CARVALHO, 2002).

Segundo Carvalho *et al.*, 1996, o monômero resinoso HEMA isoladamente não tem capacidade de reexpandir a rede de fibrilas de colágeno, mas em solução aquosa sim, porque a água contida tem essa capacidade. A reexpansão ocorre pelo efeito plastificador que a água exerce sobre o colágeno. Em outro trabalho, Carvalho *et al.*, em 2003, nos informam que a água tem a capacidade de quebrar as pontes de hidrogênio que se formam nas ligações interpeptídeos do colágeno colapsado. Portanto, caso a dentina seja seca após a desmineralização com ácido, deve-se reexpandir a rede de fibrilas através da reumidificação com água ou de sistemas adesivos capazes de romper essas ligações. Muitos adesivos não contêm água e a capacidade de quebrar essas ligações foi verificada neste trabalho. Segundo os autores, diferentes solventes têm capacidades diversas de reexpandir e sustentar as fibrilas devido à rigidez que eles provocam na rede de colágeno.

Em geral, os solventes utilizados comercialmente nos sistemas adesivos são acetona, etanol ou água. O conhecimento do mecanismo de ação e das propriedades particulares dos diferentes tipos de solventes contidos nos sistemas é essencial na busca por um procedimento adesivo estável e duradouro (VAN MEERBEEK *et al.*, 1998; YIU *et al.*, 2005).

Há correlação, segundo Miller *et al.*, 1998, entre o parâmetro de solubilidade da dentina condicionada, dos monômeros adesivos, dos solventes e a resistência à união. O parâmetro de solubilidade está relacionado com a densidade de energia

coesiva (DEC). Esta representa a quantidade de energia associada às interações moleculares em um específico volume de material. No estudo, utilizaram as forças moleculares polares, pontes de hidrogênio e dispersivas. O parâmetro de solubilidade, representado pela letra grega  $\delta$ , é definido pela raiz quadrada do DEC.

Se os parâmetros de solubilidade entre um líquido e um sólido polimérico, como a rede de fibrilas de colágeno, forem similares, o líquido pode penetrar intimamente no polímero. Conseqüentemente, obter-se-á aumento da adesão com a interpenetração na rede de colágeno (ASMUSSEN e UNO, 1993; MILLER *et al.*, 1998; CARVALHO, 2002).

A reexpansão também depende diretamente do parâmetro de solubilidade da substância. Todo líquido apresenta capacidade de solvência, ou seja, de solubilizar estrutura sólida. Os solventes utilizados na adesão dentinária deveriam ter a função de romper as ligações iônicas, dispersivas e polares que ocorrem entre os peptídeos da matriz de colágeno quando estão colapsadas. O parâmetro de solubilidade de Hansen ( $\delta_h$ ) para formação de ligações iônicas de pontes de hidrogênio das ligações interpeptídeos do colágeno está estimado entre 17-19  $(\text{J}/\text{cm}^3)^{1/2}$ . Soluções que tenham parâmetro superior a esse são capazes de quebrar as pontes de hidrogênio do colágeno conseguindo expandir as fibrilas. O parâmetro de solubilidade da água é de 37,3  $(\text{J}/\text{cm}^3)^{1/2}$ , muito superior ao do colágeno colapsado, sendo capaz de abrir os espaços interfibrilares, pois os peptídeos do colágeno vão formar pontes de hidrogênio com a água preferencialmente. O HEMA puro ou com acetona tem um  $\delta_h$  menor que o colágeno, portanto não são capazes de reexpandir a rede de fibrilas. Porém, em uma solução HEMA + água, à medida que cresce a proporção de água, a capacidade de reexpansão aumenta. A solução com etanol pode induzir alguma reexpansão da matriz (CARVALHO, 2002).



O quadro 1 mostra os parâmetros de solubilidade de Hansen para pontes de hidrogênio de solventes e monômeros.

**Quadro 1 - Valores de parâmetro de solubilidade - em  $(\text{J}/\text{cm}^3)^{1/2}$ \***

Solução	$\delta_h$
Água	37,3
Acetona	7,0
Etanol	19,4
HEMA	16,1
90% HEMA + 10% água	18,3
75% HEMA + 25% água	21,6
50% HEMA + 50% água	26,9
Fibrilas de colágeno	17-19

\* Adaptado de Carvalho, 2002.

Segundo estudo de Pashley *et al.*, em 2003, há uma relação inversa entre o parâmetro de solubilidade para formação de pontes de hidrogênio de solventes anidros e as propriedades físicas da matriz dentinária desmineralizada imersa nesses solventes. Particularmente, a acetona aumenta substancialmente o módulo de elasticidade da matriz devido ao seu menor parâmetro de solubilidade. Deste modo, a acetona parece ser incapaz de prevenir o enrijecimento da matriz de colágeno por não impedir que ligações interpeptídeos ocorram entre as fibrilas de colágeno. O mesmo não ocorre com a água, devido esta possuir maior parâmetro de solubilidade, prevenindo a contração da matriz.

Outro aspecto de relevância clínica dos solventes diz respeito à capacidade de volatilização. Dos solventes orgânicos utilizados, a acetona é mais volátil e tem seu ponto de ebulição de 56,5°C, enquanto o etanol possui temperatura de ebulição em 78,3°C. A água, considerada solvente inorgânico, é usada em alguns sistemas adesivos e possui temperatura de ebulição de 100°C (ABATE, RODRIGUEZ e MACCHI, 2000).

Após desempenharem seu papel, os solventes devem ser evaporados ao máximo possível, pois não são desejados na interface adesiva podendo trazer diversos prejuízos à união adesiva. Tay *et al.*, em 1995, concluíram em seu estudo que a presença de fendas extensas e de camada híbrida não infiltrada se deve à insuficiente evaporação do solvente. A presença de álcool ou água não evaporados interfere na polimerização do primer e/ou adesivo. Isto pode levar a sensibilidade pós-operatória e micro-infiltração. Segundo Hashimoto *et al.*, 2006, a deficiente evaporação dos solventes leva a diluição dos monômeros, incompleta polimerização e separação de fases dos componentes resinosos.

A incompleta polimerização do adesivo produz regiões de poros que servem de canais de sorção de água e monômeros hidrofílicos ocorrendo posterior degradação hidrolítica da união dentina-resina (YIU *et al.*, 2005). Ainda segundo Caldenaro *et al.*, 2005, se o sistema adesivo tiver baixo grau de polimerização, o que pode ocorrer em virtude de solvente residual durante o procedimento, a permeabilidade da camada adesiva aumenta, favorecendo movimento de fluido dentro da camada. Outros trabalhos também nos mostram que se o procedimento adesivo não for capaz de promover completa infiltração do monômero na intimidade das fibrilas de colágeno, pode haver degradação hidrolítica destas com o passar do

tempo, diminuindo sua durabilidade. (KATO e NAKABAYASHI, 1998; PASHLEY *et al.*, 2004).

A conversão dos monômeros da resina adesiva decresce em presença de água, o que pode ocorrer se houver água residual durante o procedimento adesivo. Este fato reflete em menor resistência à união do sistema adesivo à dentina. Quando o tempo permitido à evaporação da água é maior, conseqüentemente menor quantidade residual, obtém-se melhora na resistência à união (JACOBSEN e SODERHOLM, 1995; JACOBSEN, FINGER e KANEHIRA, 2006).

Outros autores comprovaram que ocorre uma diminuição da resistência adesiva como conseqüência do adesivo não infiltrado na rede de fibrilas de colágeno (KANCA III, 1998; IKEDA *et al.*, 2005). Segundo estudo *in vivo* de Hashimoto *et al.*, em 2000, a resistência adesiva em dentes decíduos diminuiu consideravelmente com o tempo devido à degradação da união resina-dentina. Os espécimes ficaram em ambiente oral por até 3 anos. Concluíram que se deve evitar dentina desmineralizada não infiltrada pelo adesivo para que não ocorra a degradação e conseqüente perda de força de união, o que pode ocorrer, entre outros fatores, caso o solvente não seja evaporado suficientemente.

A tendência de simplificação dos sistemas adesivos com monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos em um mesmo frasco favorece a degradação da adesão dentina-resina. Isto ocorre particularmente nos sistemas convencionais de dois passos e auto-condicionantes de um passo em vista de se tornarem mais hidrofílicos e permeáveis à água (TAY *et al.*, 2002a; TAY *et al.*, 2002b; TAY e PASHLEY, 2003). A maior hidrofília dos sistemas simplificados também contribui para o aumento da quantidade de solvente remanescente mesmo após o procedimento de evaporação (YIU *et al.*, 2005).

Os sistemas adesivos simplificados, caracterizados por possuírem monômeros hidrofóbicos e hidrofílicos em uma mesma etapa, podem levar à separação de fases (hidrofóbica e hidrofílica) na camada adesiva. Isto ocorre principalmente quando há excesso de água durante o procedimento adesivo. No experimento de Spencer e Wang, em 2002, este fenômeno se mostrou pela presença de poros, caracterizado por partículas hidrofóbicas ricas em Bis-GMA (bisfenol-glicidil-dimetacrilato) distribuídas em uma matriz hidrofílica rica em HEMA. Conseqüentemente, pode haver comprometimento da integridade da camada híbrida, e ainda, maior possibilidade de haver sorção de água extrínseca dos fluidos orais. Enfatizando esta conclusão, estudo de Fabre *et al.*, em 2007, demonstra que os sistemas adesivos simplificados possibilitam maior sorção de água do que sistemas em que as fases hidrofóbica e hidrofílica fazem parte de passos operatórios distintos, como nos convencionais de três passos e auto-condicionantes de dois passos.

Van Landuyt *et al.*, 2005, informam que em adesivos auto-condicionantes de um passo pode ocorrer separação de fases com mais facilidade, caracterizada pela presença de gotículas de água. Esses sistemas exigem água em sua composição para que ocorra ionização e o primer atinja sua função de desmineralizar a dentina. Desta maneira, ao utilizar esses sistemas, tem-se que ter maior cuidado de facilitar a evaporação da água residual a fim de evitar a separação de fases e suas conseqüências.

Quando há falta de remoção da água e conseqüente subpolimerização, sistemas adesivos de passo único podem apresentar infiltração nanométrica, caracterizado por microporos abaixo ou no interior da camada híbrida. Essas regiões

são pontos permeáveis na camada adesiva e podem contribuir para a degradação da interface adesiva (TAY, PASHLEY e YOSHIYAMA, 2002; TAY *et al.*, 2003).

Os diversos solventes presentes nos sistemas adesivos comerciais têm características diferentes de evaporação. O que determina a velocidade de evaporação de um líquido é sua pressão de vapor. Esta varia conforme as diferentes misturas monômeros-solventes e é diretamente proporcional à taxa de evaporação. Os adesivos contendo água em sua composição precisam de mais tempo para evaporar em vista da pressão de vapor da água ser menor do que etanol ou menor ainda do que da acetona. À medida que diminui a concentração de solventes da mistura, com a volatilização destes, a pressão de vapor diminui e conseqüentemente a taxa de evaporação, tanto do solvente quanto da água contida no sistema ou na dentina (CARVALHO *et al.*, 2004). A água possui pressão de vapor de 47mmHg a 37°C, enquanto o HEMA puro tem pressão de vapor muito baixa, sendo relativamente não volátil. Nos sistemas adesivos contendo HEMA acrescido de água, esta tem sua volatilização dificultada à medida que cresce a concentração de HEMA. Isto ocorre devido a uma diminuição da pressão de vapor com o aumento da concentração de HEMA à medida que a água evapora. Clinicamente isto se torna importante porque cada vez vai se tornando mais difícil remover a água residual. Além disso, condições de umidade relativa do ar influenciam a volatilização das substâncias. Assim, quanto maior a umidade relativa do ar, mais difícil é a evaporação das substâncias. (PASHLEY, *et al.*, 1998). Portanto, os sistemas adesivos contendo água devem ser usados sobre uma dentina sem excesso de umidade para não causar o fenômeno de sobre-umidade, levando a bolhas na interface, comprometendo a união adesiva (PIOCH *et al.*, 2002). Por outro lado, a

falta de água no substrato e/ou no sistema leva a deficiente hibridização (TAY *et al.*, 1998).

Embora a taxa de evaporação entre os diversos solventes seja diferente, Carvalho *et al.*, 2004, recomendam que a evaporação desejada deva ser feita esperando o tempo necessário de pelo menos 30 segundos após a aplicação. Quanto ao jato de ar, deve ser suave e aplicado a uma distância mínima de 10cm somente para que haja uma circulação de ar favorecendo a evaporação, segundo o autor. Contrapondo a essa orientação, trabalho de Hiraishi *et al.*, 2007, comparou o uso do ar suave com o vigoroso e obteve como resultado maior resistência adesiva com o forte jato de ar em um adesivo comercial auto-condicionante de passo único.

Os sistemas adesivos auto-condicionantes sempre possuem água em sua composição, pois é necessária para que ocorra a ionização e possibilite o auto-condicionamento (VAN LANDUYT *et al.*, 2005). Uma comparação entre 2 sistemas auto-condicionantes, de 2 passos e 1 passo, mostrou que para ambos a secagem a ar para eliminação da água residual é fundamental para se atingir boa resistência adesiva e melhora das propriedades mecânicas (SADR, SHIMADA e TAGAMI, 2006). Porém, Spreafico *et al.*, 2005, demonstraram que se o jato de ar for suave ou forte, não há influência na resistência adesiva de sistemas adesivos auto-condicionantes comerciais, concluindo que esse sistema é menos sensível à técnica.

No trabalho de Kanca III, em 1998, demonstra-se a diferença na resistência adesiva conforme o tempo de espera para evaporação do solvente de 5s para 30s. Sistemas adesivos com diferentes solventes foram usados. Evidenciou-se a melhora da adesão com o aumento do tempo de espera para evaporar os solventes, especialmente naqueles sistemas que continham água em sua formulação.

Resultado semelhante foi obtido por Cardoso *et al.*, em 2005, encontrando correlação inversa entre a quantidade de solvente residual e a resistência adesiva.

Muitos clínicos têm por hábito afinar a camada de adesivo com jato de ar antes da polimerização. Este procedimento pode ser prejudicial, segundo Hilton e Schwartz, 1995, pois pode resultar em incorporação de oxigênio comprometendo a polimerização e podendo levar a falha adesiva. Além disso, o uso excessivo do ar pode levar ao empoçamento do adesivo nos ângulos da cavidade e uma técnica otimizada na clínica deve produzir uma camada uniforme da resina adesiva utilizando pincéis aplicadores com cuidado (WALSHAW e MCCOMB, 1996). Outro estudo (MIYAZAKI *et al.*, 1996) comparou a resistência à união em tempos variados de secagem a ar a uma distância de 10 cm. Os autores concluíram que o tempo de secagem curto traz prejuízo à união devido ao menor grau de polimerização obtido em virtude do solvente residual.

Vários fabricantes recomendam o passo da secagem a ar, de maneira suave ou mesmo mais ativa. Muitas vezes, as recomendações do fabricante não são seguidas na totalidade pelos clínicos, podendo causar redução da adesividade de sistemas comerciais (PEUTZFELDT e ASMUSSEN, 2002) e ainda aumento da permeabilidade dentinária (CAVALHEIRO *et al.*, 2006). Os sistemas adesivos auto-condicionantes de um passo contendo etanol ou acetona, se beneficiam de jato de ar forte, evitando a separação de fases dos componentes do sistema (VAN LANDUYT *et al.*, 2005). Em outro estudo com sistemas auto-condicionantes de 2 passos e 1 passo demonstrou que todos tiveram melhor desempenho, seja em relação à resistência adesiva ou adaptação marginal, à medida que o tempo de secagem a ar era aumentado (JACOBSEN, FINGER e KANEHIRA, 2006).

Nihi *et al.*, em 2006, estudaram a taxa de evaporação de formulações comerciais e solventes puros *in vitro*. Observaram que, embora a acetona pura seja um solvente bastante volátil, os sistemas adesivos que a contém exibem uma taxa de evaporação relativamente baixa em relação ao solvente puro. Isto indica a necessidade de se facilitar a evaporação desses sistemas adesivos comerciais durante o procedimento adesivo. Sistemas que contém etanol e/ou água necessitam ainda mais de se favorecer a evaporação do solvente, pois exibem menor perda de massa em função do tempo do que os sistemas à base de acetona.

Outro ponto relevante em relação aos adesivos e solventes contidos, diz respeito à evaporação destes dentro do frasco, fazendo com que o adesivo tenha sua eficiência diminuída ao longo do tempo (ABATE, RODRIGUES e MACCHI, 2000). Os adesivos contendo acetona como solvente são ainda mais suscetíveis à evaporação perdendo eficácia durante o tempo (LIMA *et al.*, 2005). Trabalho realizado por Sadek, Tavares e Cardoso em 2003 mostrou que o frasco de adesivo contendo acetona, se aberto uma vez ao dia, após um ano perdeu totalmente sua efetividade adesiva. Outro trabalho de Reis *et al.*, 2003, demonstrou que a taxa de evaporação dos solventes, principalmente acetona, é alta. Neste trabalho, a resistência adesiva decresceu quando o adesivo foi aplicado na dentina com o solvente previamente evaporado. Em conclusão, houve perda da capacidade infiltrativa do monômero e deficiência na remoção de água dos espaços interfibrilares.

Em virtude dos aspectos relacionados anteriormente, o procedimento de adesão à dentina, é mais sujeito aos erros e variações entre operadores que podem resultar em diminuição da resistência adesiva. Isto ocorre especialmente devido à questão da correta umidade dentinária a ser deixada para o procedimento adesivo



(REIS *et al.*, 2003 ; MIYAZAKI, ONOSE e MOORE, 2000; SANO, *et al.*, 1998). A sensibilidade técnica do procedimento adesivo dentinário é uma das mais importantes variáveis pela questão da umidade ideal, evaporação do solvente e de todos os passos necessários a um procedimento adequado (FERRARI e TAY, 2003; HASHIMOTO, 2006).

Com base nas informações publicadas na literatura, compreende-se a importância da etapa da evaporação do solvente após a aplicação dos sistemas adesivos ou mesmo a necessidade de diminuir a perda dentro do frasco por evaporação. A adoção de um procedimento padrão para todos os tipos de sistemas disponíveis no mercado pode levar a conseqüências indesejáveis como diminuição da resistência adesiva, micro-infiltração, sensibilidade pós-operatória e degradação da interface de união.

O conhecimento dos componentes diversos dos sistemas adesivos, a função dos solventes e sua dinâmica no procedimento adesivo, a influência que o substrato pode exercer sobre o sistema fazem parte dos cuidados necessários para sucesso da adesão.

Além disso, um dos fatores essenciais na obtenção de eficiente adesão é o conhecimento por parte dos cirurgiões-dentistas das características e particularidades de cada sistema adesivo comercial que utilizam em sua prática clínica. As informações sobre quais os solventes estão presentes nos sistemas adesivos e qual a conduta clínica que deve ser utilizada em relação à manipulação e utilização desses sistemas devem ser pesquisados. A negligência nestes aspectos fundamentais pode estar relacionada ao comprometimento de trabalhos restauradores diretos e indiretos na odontologia.

### **3 Proposição**

---

### **3 Proposição**

#### **PARTE A**

O objetivo da primeira parte do trabalho foi de analisar a evaporação de diferentes sistemas adesivos quando aplicados em matriz de dentina desmineralizada. As hipóteses nulas testadas foram:

1. Não há diferença na quantidade de material evaporado de cada produto ao longo do tempo e conseqüentemente na retenção final do solvente residual.
2. Não há diferença na evaporação dos solventes entre as formulações dos sistemas adesivos comerciais.

#### **PARTE B**

A segunda parte teve como objetivo realizar um estudo transversal observacional junto a cirurgiões-dentistas em Londrina-PR, através de um questionário, visando obter dados em relação ao uso dos sistemas adesivos comerciais.

## **4 Material e métodos**

---

## 4 Material e métodos

### Parte A – Experimento laboratorial

#### 4.1 Material

Os sistemas adesivos comerciais avaliados estão no quadro 2 e na figura 2.

**Quadro 2 – Sistemas adesivos utilizados**

Sistema adesivo	Composição básica (destaque ao solvente)*	Classificação	Lote	Fabricante
Adper Scotchbond Multi-Purpose (Primer) (Sc)	HEMA, ácido polialcenóico, <b>água</b>	Convencional de 3 passos	5BA	3M ESPE
Single Bond 2 (SB)	Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, ácido polialcenóico, sílica, iniciadores, <b>etanol e água</b>	Convencional de 2 passos	5EP	3M ESPE
Excite (Ex)	HEMA, dimetacrilatos, acrilato do ácido fosfônico, dióxido de silício, iniciador, <b>etanol</b>	Convencional de 2 passos	H34505	IVOCLAR-VIVADENT
AdheSE (Primer) (AD)	Dimetacrilato, acrilato do ácido fosfônico, iniciadores, estabilizadores, HEMA, dióxido de silício e <b>água</b>	Auto-condicionante de 2 passos	H32396	IVOCLAR-VIVADENT
Prime & Bond NT (PB)	UDMA, resina 5-62-1, resina T, resina D, sílica coloidal nanométrica silanizada, PENTA, hidrofluoreto de cetilanina, fotoiniciadores, estabilizadores e <b>acetona</b>	Convencional de 2 passos	581837	DENTSPLY
Xeno III (X)	Ácido fosfórico metacrilato, metacrilato polifuncional liberador de flúor, UDMA, HEMA piro-EMA, PEM-F, BHT, EPD, <b>água e etanol</b>	Auto-condicionante de 1 passo	0506000482	DENTSPLY
Abreviações: HEMA: 2-hidroxi-etil-metacrilato		PEM-F: pentametacriloxietil ciclofosfato monofluoretado		
Bis-GMA: bisfenol-glicidil- dimetacrilato		BHT: 2,6 Di-terti-butil-p-hidroxi toluene		
UDMA: uretano dimetacrilato		EPD: p-Dimetilamino etil benzoato		
PENTA: dipentaeritritol-pentacrilato éster fosfato		*Dados dos fabricantes		



Figura 2 - Sistemas Adesivos utilizados no teste.

## 4.2 Métodos

### 4.2.1 Obtenção dos espécimes

Os espécimes dentinários para realização do estudo foram obtidos a partir da dentina radicular de dentes bovinos totalizando 36 espécimes, sendo 6 para cada sistema adesivo. Estes foram seccionados em máquina de corte (Isomet, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL 60049, USA) para obter fragmentos em forma de cubo. Cada espécime foi fixado a uma base de acrílico com cera pegajosa para serem posicionados à máquina politriz (APL 4 Arotec, Cotia, SP, Brasil) (Figura 3). Com o auxílio de disco de lixa de granulação 600, foram desgastados até obter espécimes do tamanho 2x2x2mm, sendo padronizados com o uso de dois pesos de 86 g cada. As dimensões foram aferidas com paquímetro digital (Messen) (Figuras 4 e 5).



Figura 3 - Politriz no desgaste dos espécimes

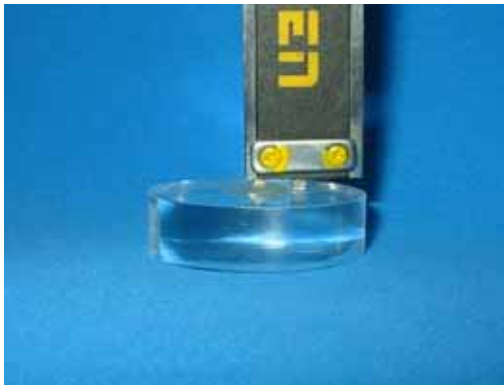


Figura 4 - Espécime sendo medido



Figura 5 - Confirmação da mensuração

Subseqüentemente, os espécimes foram armazenados em solução de timol 0,1% e mantidos sob refrigeração. Para desmineralização, foram colocados em recipiente de Becker com solução de 0,5M de EDTA (ácido etileno diamino tetraacético) de pH 7,0 permanecendo em mesa giratória (TE-420, Tecnal, Piracicaba, SP, Brasil) por 72 horas quando a solução foi renovada permanecendo por mais 96 horas na solução de EDTA em mesa giratória, totalizando 7 dias. Finalizado o processo de desmineralização, os espécimes foram mantidos por 24 horas em água

deionizada na mesa giratória para remoção do residual de EDTA. Os espécimes foram colocados em água deionizada e estocados sob refrigeração até o uso para o teste.



Figura 6. Mesa giratória com os espécimes em EDTA

#### **4.2.2 Mensuração da evaporação dos solventes dos sistemas adesivos**

Os testes foram realizados em ambiente com temperatura e umidade relativa do ar monitoradas por termo-higrômetro. A temperatura variou entre 25,4°C e 26,3°C e a umidade relativa do ar entre 75 e 79%.

Foi colocada a quantidade de 100  $\mu$ L de cada material testado em recipientes Eppendorf revestidos externamente com papel alumínio para minimizar a interferência da luz, já que os sistemas possuem fotoiniciadores (Figura 7, 8 e 9). Quanto ao sistema Xeno III, por ser de 2 frascos mas aplicado em etapa única, foram dispensados 50  $\mu$ L de cada frasco e homogeneizado. Em seguida, estes



foram mantidos em uma caixa térmica permanecendo fechada, impedindo a luminosidade de atingir os primers ou adesivos (Figura 10). Os cubos de dentina desmineralizados foram retirados da água deionizada, sendo suas faces levemente secas por 3 segundos em papel absorvente para remoção do excesso de umidade. Os corpos-de-prova foram imersos individualmente ao acaso nos materiais testados que estavam nos recipientes Eppendorf. Estes permaneceram nesta condição pelo tempo mínimo de 5 minutos para que ficassem saturados do material a ser testado.



Figura 7. Eppendorf protegido por papel alumínio



Figura 8. Imagem ilustrativa da quantidade de sistema adesivo utilizada



Figura 9. Imagem ilustrativa do espécime imerso no material (seta)



Figura 10. Caixa para proteção da luz

Cada espécime saturado foi recolhido do Eppendorf, retirado o excesso do sistema adesivo com papel absorvente por 3 segundos e colocado em balança analítica digital (Bioprecisa, mod. 2104N) (Figura 11) com precisão de 0,0001g para mensuração da perda de massa em função do tempo. Para que o espécime saturado com adesivo não tivesse contato com a base da balança, foi colocado sobre uma tira de poliéster cujo valor de massa foi descontado. As variações de massa a partir do tempo inicial (0 segundo), representando a perda de solvente do sistema, foram anotadas nos tempos de 10, 20, 30 segundos e 1, 2 e 5 minutos.

Os valores numéricos foram transformados em porcentagem da perda de massa em relação à massa inicial.

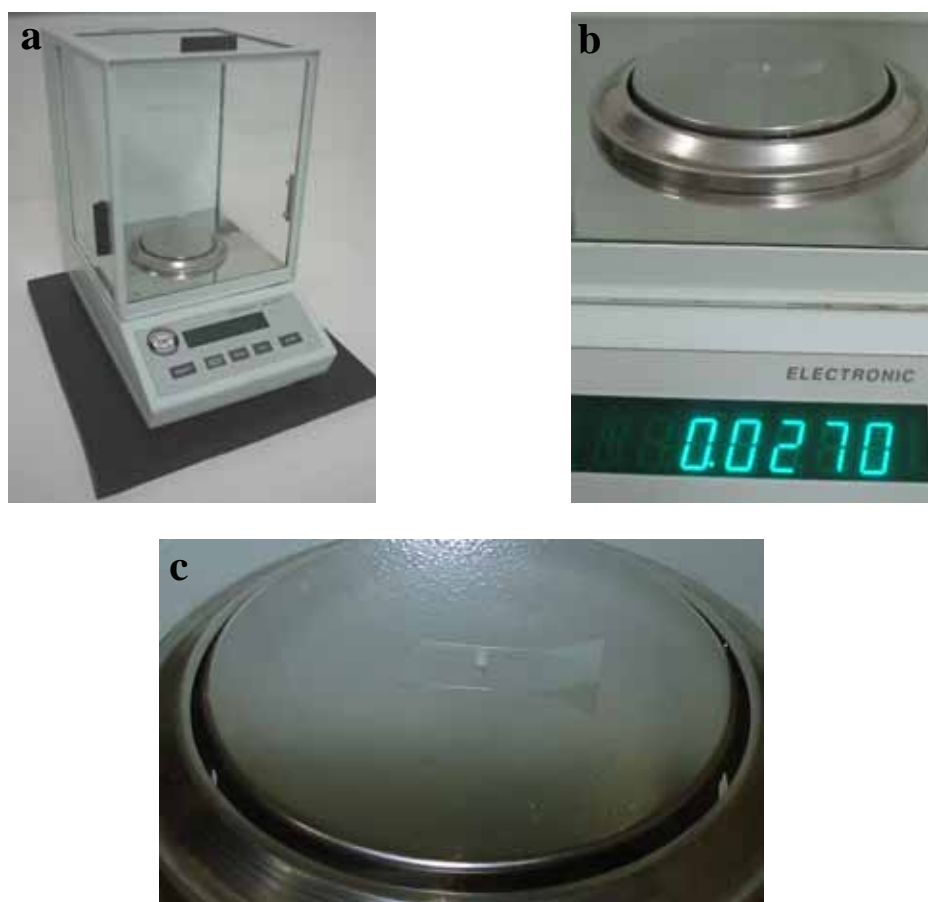


Figura 11 – Balança analítica digital (a) e verificação da massa do espécime saturado no sistema adesivo (b, c).

### **4.2.3 Análise estatística**

A evaporação foi dada na perda de massa em função do tempo. Os dados foram analisados quanto à distribuição homogênea e submetidos ao teste de variância ANOVA a dois critérios. A análise de comparações múltiplas foi realizada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). O pacote estatístico utilizado foi o Graph Prisma 4.0.

## **PARTE B – Investigação da forma de uso dos sistemas adesivos**

O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética da Universidade Norte do Paraná para aprovação.

Nesta etapa, foi elaborada uma pesquisa junto a dentistas de Londrina, Paraná, Brasil, para verificar o modo de aplicação dos sistemas adesivos dentinários e o conhecimento que os profissionais da odontologia teriam a respeito do solvente contido no sistema de uso preferencial. As informações foram colhidas através de questionário respondido pelos cirurgiões-dentistas durante cursos, congressos, encontros e em clínicas odontológicas particulares.

A pesquisa foi composta de uma carta de informação explicando quais eram as intenções do trabalho para conhecimento do profissional. Além disso, um termo de consentimento livre e esclarecido com a concordância em participar da investigação foi assinado e datado pelo participante.

O questionário foi composto de uma parte de informações pessoais e profissionais e outra para a verificação a respeito dos sistemas adesivos e pode ser observado a seguir.



### Questionário

Pesquisa sobre o uso de sistemas adesivos pelos cirurgiões-dentistas de Londrina-PR

#### A- Dados pessoais:

01- Idade: \_\_\_\_\_

02- Nível de formação (concluído ou em andamento)

<input type="checkbox"/>	Graduando
<input type="checkbox"/>	Clínico geral
<input type="checkbox"/>	Especialista
<input type="checkbox"/>	Mestre/Doutor

03- Se formado, a quanto tempo? \_\_\_\_\_

04- Se pós-graduado(especialista, mestre ou doutor), qual área? (concluído ou em andamento - pode marcar mais de um item):

<input type="checkbox"/>	Dentística
<input type="checkbox"/>	Prótese
<input type="checkbox"/>	Endodontia
<input type="checkbox"/>	Odontopediatria
<input type="checkbox"/>	Ortodontia
<input type="checkbox"/>	Implantodontia
<input type="checkbox"/>	Periodontia
<input type="checkbox"/>	Outra: _____

05- Atua em (pode marcar mais de um item):

<input type="checkbox"/>	Clínica particular
<input type="checkbox"/>	Serviço público
<input type="checkbox"/>	Docência
<input type="checkbox"/>	Outra: _____

#### B- Dados de utilização do sistemas adesivo:

1. Nome comercial do produto adesivo mais utilizado atualmente (citar apenas um):  
\_\_\_\_\_

2. Motivo principal:  qualidade  preço  praticidade  outro \_\_\_\_\_

3. Conhece o(s) solvente(s) presente no sistema adesivo utilizado?  Sim  Não

4. Se afirmativo, qual(is)? \_\_\_\_\_

5. Após a aplicação do adesivo (no sistema de 1 frasco) ou primer (no sistema de 2 frascos), você:

<input type="checkbox"/>	Fotopolimeriza imediatamente após a aplicação
<input type="checkbox"/>	Fotopolimeriza após afinar a camada adesiva com ar
<input type="checkbox"/>	Fotopolimeriza após um tempo de espera (30 s ou mais) com jato de ar à distância
<input type="checkbox"/>	Fotopolimeriza após um tempo de espera (30 s ou mais) sem jato de ar
<input type="checkbox"/>	Outro-descreva: _____

6. Após abrir o frasco do adesivo e colher a quantidade necessária:

<input type="checkbox"/>	Fecha a tampa logo em seguida
<input type="checkbox"/>	Deixa aberto por alguns minutos (por esquecimento, p. ex)

Após a coleta de dados, estes foram submetidos à análise estatística utilizando pacote estatístico SPSS for Windows 8.0.

## **5 Resultados**

---

## 5 Resultados

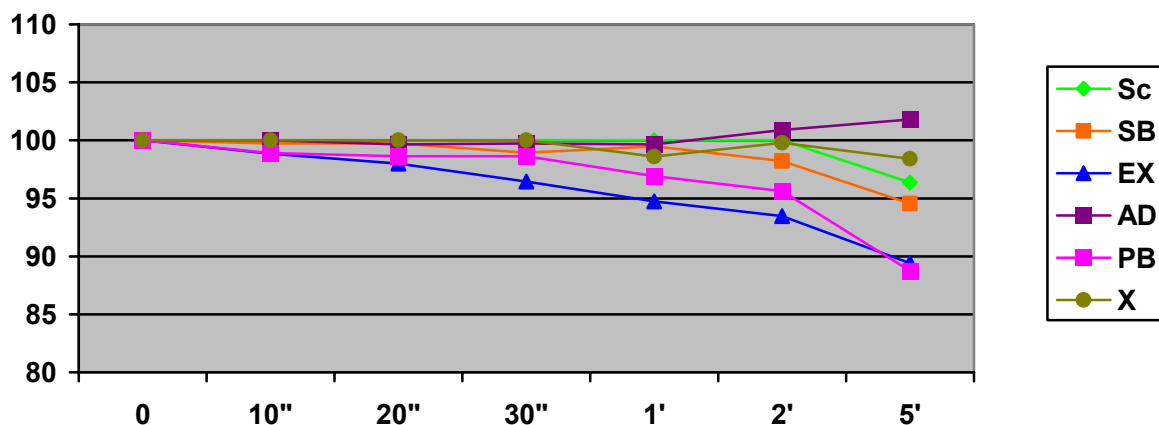
### Parte A – Experimento laboratorial

O tabela 1 mostra os valores médios de retenção de solventes (%) na matriz de dentina ao longo do tempo.

**Tabela 1 - Valores de média e erro padrão em porcentagem da perda de massa dos sistemas testados nos períodos de tempo avaliados.**

	Sc	SB	Ex	AD	PB	X
<b>0"</b>	100 (0)	100 (0)	100 (0)	100 (0)	100 (0)	100 (0)
<b>10"</b>	100 (0)	99,74 (0,26)	98,86 (0,86)	100 (0)	98,90 (0,84)	100 (0)
<b>20"</b>	100 (0)	99,74 (0,26)	97,99 (1,72)	99,64 (0,27)	98,62 (1,12)	100 (0)
<b>30"</b>	100 (0)	98,94 (0,78)	96,45 (2,02)	99,72 (0,27)	98,62 (1,12)	100 (0)
<b>1'</b>	100 (0)	99,48 (1,06)	94,73 (3,30)	99,66 (1,14)	96,93 (1,57)	98,61 (0,88)
<b>2'</b>	100 (0)	98,22 (1,36)	93,46 (3,76)	100,90 (2,73)	95,63 (1,84)	99,78 (1,11)
<b>5'</b>	96,37 (1,80)	94,55 (3,64)	89,42 (2,98)	101,80 (2,89)	88,74 (1,49)	98,4 (1,04)

O gráfico 1 mostra o perfil de perda de massa ao longo do tempo de cada sistema testado.



**Gráfico 1 - Perfil de perda de massa dos diferentes sistemas testados no período de tempo total de 5 minutos.**

A análise de ANOVA a dois critérios revelou diferença significativa para os fatores tempo e material, sem significância na interação entre tais fatores ( $p < 0,05$ ). Apenas para os materiais Excite e Prime & Bond NT houve observação de diferenças de evaporação significativas ao longo do tempo, o que não foi verificado para os demais sistemas, ocorrendo esta verificação a partir do tempo de 2 minutos para Excite e no tempo de 5 minutos para Prime & Bond NT.

Os gráficos 2 a 7 mostram a porcentagem evaporada em cada sistema adesivo testado até o período final de 5 minutos.



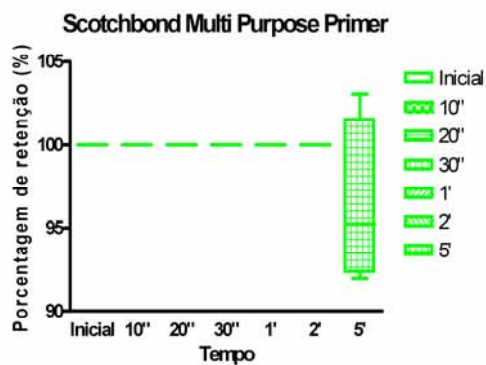


Gráfico 2 - Representação da quantidade em percentagem evaporada no período total de 5min para o Scotchbond Multi purpose (primer).

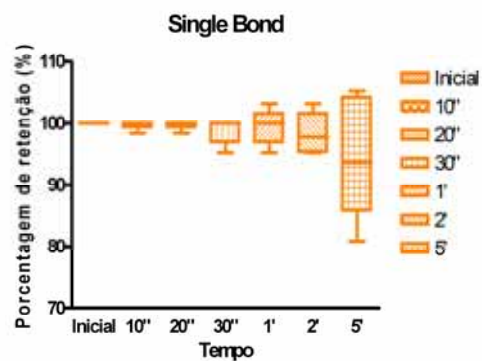


Gráfico 3 - Representação da quantidade em percentagem evaporada no período total de 5min para o Single Bond 2.

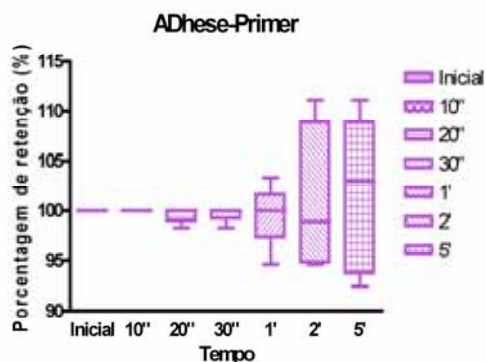


Gráfico 4 - Representação da quantidade em percentagem evaporada no período total de 5min para o AdheseSE (primer).

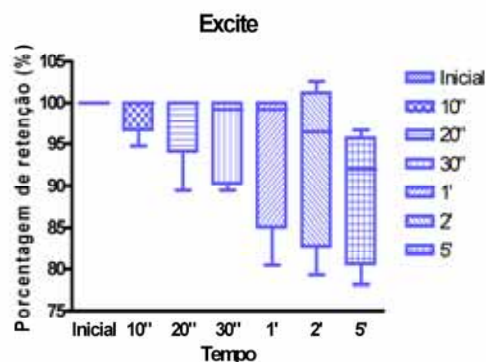


Gráfico 5 - Representação da quantidade em percentagem evaporada no período total de 5min para o Excite.

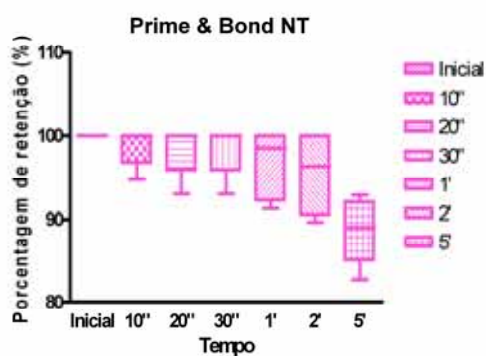


Gráfico 6 - Representação da quantidade em percentagem evaporada no período total de 5min para o Prime & Bond NT.

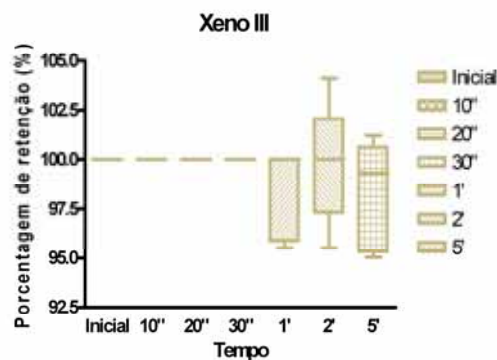
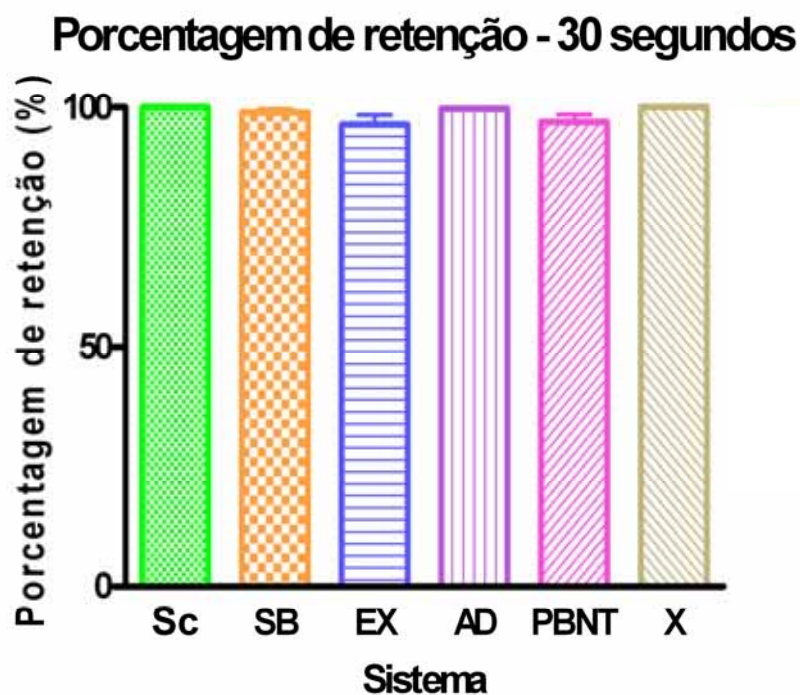


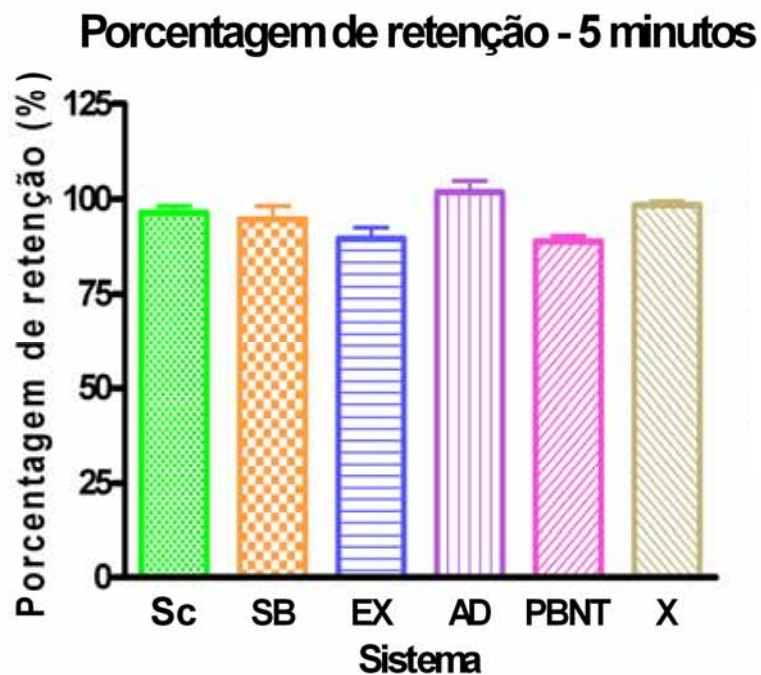
Gráfico 7 - Representação da quantidade em percentagem evaporada no período total de 5min para o Xeno. III.

O gráfico 8 representa a retenção do material testado em 30 segundos que é o tempo compatível com o procedimento clínico da evaporação dos solventes. Neste período analisado, não houve diferenças estatísticas na evaporação dos materiais testados.



**Gráfico 8. Comparação entre os sistemas comerciais em relação à retenção do solvente no tempo de 30 segundos.**

O gráfico 9 representa o comportamento da evaporação dos materiais testados no tempo final de avaliação de 5 minutos. Mesmo ao final do período testado (5 minutos), não foi observado diferenças estatísticas na quantidade evaporada entre os materiais.



**Gráfico 9. Comparação entre os sistemas comerciais em relação à retenção do solvente no tempo de 5 minutos.**

### **PARTE B – Investigação da forma de uso dos sistemas adesivos**

Fizeram parte deste estudo 66 dentistas em Londrina, PR. Na análise do perfil de formação destes profissionais, 78,5% eram especialistas ou possuíam mestrado e/ou doutorado conforme tabela 2.

**Tabela 2 - Nível de formação dos profissionais pesquisados**

	Freqüência	Porcentagem	Porcentagem válida
Clínico geral	14	21,2	21,5
Especialistas e/ou Mestres e Doutores	51	77,3	78,5
Total	65	98,5	100,0
Sem resposta	1	1,5	
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>100,0</b>	

As tabelas 3 e 4 apresentam respectivamente o tempo de formação, o que pode significar maior ou menor experiência profissional, e o local de atuação dos cirurgiões-dentistas pesquisados, ou seja, se trabalhavam ou não diretamente com o paciente.

**Tabela 3 - Tempo de formação dos profissionais pesquisados**

	Freqüência	Porcentagem	Porcentagem válida
0-2 anos	10	15,2	16,7
3-10 anos	20	30,3	33,3
11-20 anos	21	31,8	35,0
acima de 20 anos	9	13,6	15,0
Total	60	90,9	100,0
Sem resposta	6	9,1	
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>100,0</b>	

**Tabela 4 - Local de atuação dos profissionais pesquisados**

	Freqüência	Porcentagem	Porcentagem válida
Clinica particular e/ou serviço público	64	97,0	98,5
Docência exclusivamente	1	1,5	1,5
Total	65	98,5	100,0
Sem resposta	1	1,5	
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>100,0</b>	

Na tabela 5 e 6, são apresentados os sistemas utilizados pelos dentistas conforme sua classificação e conforme sua marca comercial, respectivamente.

**Tabela 5 - Classificação dos sistemas adesivos utilizados**

	Freqüência	Porcentagem	Porcentagem válida
Convencionais 3 passos	12	18,2	19,0
Convencionais 2 passos	47	71,2	74,6
Autocondicionantes 2 passos	2	3,0	3,2
Somente hidrofóbico	2	3,0	3,2
Total	63	95,5	100,0
Sem resposta	3	4,5	
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>100,0</b>	

**Tabela 6 - Marcas comerciais usadas pelos profissionais pesquisados**

	Freqüência	Porcentagem	Porcentagem válida
Não Sabem	3	4,5	4,5
Alpha Bond	1	1,5	1,5
Clearfil SE	2	3,0	3,0
Fillmagic	1	1,5	1,5
Master Bond	3	4,5	4,5
One Step	1	1,5	1,5
OptiBond	2	3,0	3,0
Prime & Bond	8	12,1	12,1
Scotch Bond	12	18,2	18,2
Single Bond	31	47,0	47,0
Transbond	2	3,0	3,0
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

A tabela 7 apresenta as porcentagens de cirurgiões-dentistas que diziam conhecer (46,2%) ou não (53,8%) o solvente no sistema adesivo que utiliza com maior freqüência. A tabela 8 mostra que apenas 15,9% dos profissionais sabem corretamente o solvente.

**Tabela 7 - Porcentagem dos profissionais que dizem conhecer ou não o solvente do sistema habitual**

	Freqüência	Porcentagem	Porcentagem válida
Sim	30	45,5	46,2
Não	35	53,0	53,8
Total	65	98,5	100,0
Sem resposta	1	1,5	
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>100,0</b>	

**Tabela 8 - Porcentagem de profissionais que acertaram ou não o solvente**

	Freqüência	Porcentagem	Porcentagem válida
Solvente correto	10	15,2	15,9
Solvente incorreto ou não sabem	53	80,3	84,1
Total	63	95,5	100,0
Sem resposta	3	4,5	
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>100,0</b>	

Em relação à dinâmica dada à evaporação do solvente após a aplicação do sistema adesivo, observamos na tabela 9 que 40,9% dos dentistas o fazem de modo compatível com o que diz a literatura, enquanto no restante, podemos encontrar erros durante esta etapa.

**Tabela 9 - Modo de facilitar a evaporação ou não do solvente**

	Freqüência	Porcentagem	Porcentagem válida
Fotopolimerização imediata	10	15,2	15,2
Fotopolimerização após afinamento com ar	23	34,8	34,8
Fotopolimerização após 30 s de ar distante	27	40,9	40,9
Fotopolimerização após 30 s sem ar	3	4,5	4,5
Outro	3	4,5	4,5
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Após o cruzamento de dados, podemos observar na tabela 10 a porcentagem de profissionais que conheciam corretamente o solvente e ainda executavam o procedimento ideal de evaporação.

**Tabela 10 - Conhecimento do solvente e procedimento correto de evaporação**

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida
Procedimento e conhecimento correto	6	9,1	9,1
Incorreto	60	90,9	90,9
Total	66	100,0	100,0

A tabela 11 mostra que a grande maioria dos profissionais procura fechar o frasco do adesivo logo após o uso, o que evita a evaporação precoce do solvente dentro da embalagem.

**Tabela 11 - Tamponamento do frasco após o uso**

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida
Imediato	62	93,9	93,9
Não imediato	4	6,1	6,1
Total	66	100,0	100,0



## **6 Discussão**

---

## 6 Discussão

A odontologia passou por uma verdadeira revolução com o surgimento de materiais odontológicos adesivos. Eles permitem trabalhos mais conservadores, em muitos casos com pouco ou mesmo nenhum desgaste dental. Somado a este progresso, a busca por restaurações que tivessem características estéticas próximas às condições naturais dos dentes se tornou um paradigma na odontologia atual. Para que os materiais adesivos usados nas restaurações dentais tenham desempenho satisfatório é necessário o uso de um material que promova adequada união com os tecidos dentais. Para tal, são utilizados os sistemas adesivos com o intuito de promover retenção nos dentes, prevenção da micro-infiltração e cárie recorrente, ausência de sensibilidade pós-operatória e longevidade clínica (VAN MEERBEEK *et al.*, 1998; 2003; DE MUNCK *et al.*, 2005).

Apesar de o procedimento adesivo demandar um tempo clínico curto para sua realização, possui grande sensibilidade técnica (FERRARI e TAY, 2003; HASHIMOTO *et al.*, 2006). Fatores tais quais a grande variação de tipos e marcas comerciais, tipo de solvente contido, particularidades fisiológicas do esmalte e dentina e manutenção da condição ideal da umidade do substrato e condições ambientais como umidade relativa do ar dificultam uma padronização da sua aplicação (CARVALHO *et al.*, 2004).

A compreensão do papel do solvente nestes sistemas tornou-se um dos principais focos de estudo na odontologia adesiva. A escolha do solvente, suas propriedades e interações com o substrato bem como as características de evaporação correspondem a universo particular de dinâmica com repercussão na

longevidade das restaurações (GARCIA, 2005). Desta forma, este estudo teve o objetivo de avaliar a perda de massa, que representa a quantidade evaporada do solvente de sistemas adesivos comerciais em matriz de dentina desmineralizada (Parte A). Ainda embasados na literatura, evidenciando que muitas falhas na aplicação desses sistemas possam vir do desconhecimento do profissional e do manuseio pelo odontólogo durante a aplicação, avaliou-se através de um questionário como esses profissionais utilizam os sistemas adesivos a fim de identificar erros que possam ocorrer nesta técnica (Parte B).

Em razão de este trabalho ter sido dividido em parte A e B, a discussão será apresentada também em duas partes, embora estejam relacionadas entre si.

### **PARTE A – Experimento laboratorial**

Na literatura, observamos trabalhos que estudaram a taxa de evaporação espontânea de solventes puros, de misturas experimentais e mesmos de sistemas comerciais sem interferência do substrato (ABATE *et al.*, 2000; CARDOSO *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2005; IKEDA *et al.*, 2005; YIU *et al.*, 2005; NIHI *et al.*, 2006).

No presente trabalho, o experimento laboratorial realizado se propôs a mensurar a perda de massa dos sistemas adesivos em matriz de dentina desmineralizada. Alguns trabalhos também avaliaram previamente este comportamento, porém utilizando sistemas puros ou experimentais e não comerciais (GARCIA, 2005b).

Neste trabalho, foram utilizados espécimes a partir da dentina bovina, pois em razão da odontologia ter se tornado cada vez mais conservadora, há dificuldades em se obter dentes humanos extraídos. Deste modo, a dentina bovina tem sido utilizada e é uma alternativa viável para testes laboratoriais (NAKAMICHI *et al.*, 1983). Segundo Schilke *et al.*, 2000, as características morfológicas entre a dentina humana e bovina não diferem significativamente, sendo que esta pode ser um substituto nos experimentos *in vitro*. Testes comparativos de resistência à união entre dentes bovinos e humanos não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre eles (NAKAMICHI *et al.*, 1983, CODARAZZI *et al.*, 1998).

Os resultados desta pesquisa revelaram diferenças estatisticamente significantes para os fatores material e tempo nos sistemas Excite e Prime & Bond NT do tempo inicial até os tempos de 2 e 5 minutos, respectivamente. Para outros sistemas adesivos estudados, não houve significância estatística em nenhum intervalo de tempo. Isto demonstra que a evaporação do solvente contido nos sistemas adesivos pode ser difícil se for permitido de forma espontânea, levando a grande quantidade de solvente residual, o que trará prejuízo à camada adesiva. Mesmo para os sistemas Excite e Prime & Bond NT, ao analisarmos em um período de equivalência clínica dedicado à evaporação do solvente, não houve diferença estatística do material evaporado entre o tempo inicial e o tempo de 30 s.

Em comparação com o estudo de Nihi *et al.*, em 2006, que encontrou uma perda de massa de 20,64% após 5 minutos para sistema adesivo contendo acetona Prime & Bond NT, no presente trabalho foi obtido a perda de apenas 11,26% depois de decorrido o mesmo tempo. No experimento de Nihi *et al.* os sistemas adesivos foram deixados evaporar isoladamente sem interferência de um substrato enquanto neste experimento os sistemas adesivos foram deixados interagir com o substrato

dentinário e o conjunto dentina-material levado à balança. Este resultado permite sugerir que possa haver uma interferência na capacidade de evaporação quando os sistemas adesivos estão em uso clínico em contato com a dentina, dificultando a eliminação do solvente. Ainda no trabalho de Nihi *et al.* observou que o sistema Prime & Bond NT possuía habilidade de evaporar espontaneamente o que não foi observado no presente trabalho em um tempo compatível com a clínica.

No tempo de 30s, similar ao tempo clínico para evaporação do solvente, não houve significância na comparação entre os materiais, ainda que se saiba que sistemas adesivos contendo etanol e principalmente acetona são de características mais voláteis. Conseqüentemente, na aplicação clínica, qualquer que seja o material empregado, deveria sofrer facilitação da evaporação do solvente. O estudo de Cardoso *et al.*, em 2005, não encontrou diferença estatística entre a taxa de evaporação de um sistema contendo acetona (One Step, BISCO) e outro contendo etanol e água (Single Bond, 3M ESPE) para os tempos de 1 e 2 minutos de evaporação espontânea, o que reforça a constatação do presente estudo de que em um tempo semelhante ao da aplicação clínica do primer/adesivo, deve-se procurar facilitar a evaporação do solvente, independentemente do solvente contido.

Portanto, como autores recomendam (MIYAZAKI *et al.*, 1996; CARVALHO *et al.*, 2004; YIU *et al.*, 2005; IKEDA *et al.*, 2005), a etapa da evaporação do solvente deve ser realizado com jatos de ar à distância de pelo menos 10 cm levando a uma circulação de ar que favoreça a evaporação do solvente. Não se deve utilizar jato de ar próximo ao substrato para que não ocorra incorporação de oxigênio na camada adesiva, o que levará a prejuízo (HILTON e SCHWARTZ, 1995).

Mesmo ao final do tempo analisado (5 minutos), não houve significância estatística entre os materiais. Este tempo, ainda que seja demasiadamente longo

comparado ao período clínico de evaporação dos solventes, representa o comportamento dos materiais em relação à perda de massa em função do tempo. Como não foi observada diferença estatística entre os materiais no referido tempo, especula-se que a facilitação da evaporação deva ocorrer independentemente do material utilizado segundo nossos resultados, ainda que os sistemas possuam solventes mais voláteis como a acetona.

Comparando este experimento com outros que evaporaram solventes puros, misturas experimentais e primers/adesivos comerciais (ABATE *et al.*, 2000; CARDOSO *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2005; IKEDA *et al.*, EM 2005; YIU *et al.*, 2005; NIHI *et al.*, 2006), observamos que a perda de massa foi bastante reduzida. Isto pode ser devido ao fato de que, ao utilizarmos os materiais em matriz de dentina desmineralizada, há infiltração nos espaços interfibrilares, promovendo interações próprias com as fibras de colágeno como formação de forças de atração iônica, moleculares e por pontes de hidrogênio. Deste modo, a dentina desmineralizada poderia ser considerada uma barreira física dificultando a eliminação do solvente (GARCIA *et al.*, 2005; MACIEL *et al.*, 1996). Além disso, os sistemas adesivos convencionais de 2 passos utilizados neste experimento possuem em sua formulação carga inorgânica para melhora das propriedades mecânicas. Desta forma, pode-se especular que esta carga venha ser também uma barreira física que resulte em uma menor taxa de evaporação dos solventes, o que pode ser evidenciado em experimentos futuros.

Clinicamente, além da manutenção de umidade ideal da dentina conforme o solvente presente no sistema adesivo, existe a presença de água própria da dentina nos dentes vitalizados. Conseqüentemente, quando se utiliza o sistema adesivo *in*

*vivo*, pode-se pensar que a eliminação do solvente residual possa ser ainda mais difícil do que no experimento *in vitro* do presente trabalho.

## **PARTE B – Investigação da forma de uso dos sistemas adesivos**

O procedimento adesivo é de técnica sensível e pode produzir erros em sua realização caso o operador fique desatento a etapas fundamentais. Isto se torna ainda mais evidente quando se trata do substrato dentinário (MIYAZAKI, ONOSE e MOORE, 2000; PEUTZFELDT e ASMUSSEN, 2002; FERRARI e TAY, 2003).

É fundamental que o cirurgião-dentista conheça qual o solvente presente no sistema adesivo de uso habitual, porque como se relatou anteriormente neste trabalho, para cada solvente há uma umidade específica a ser deixada na dentina para se obter melhor performance adesiva (REIS *et al.*, 2003).

O objetivo de pesquisar o modo de aplicação dos sistemas adesivos e o tratamento dado à evaporação dos solventes desta pesquisa surgiu da suposição de que os dentistas poderiam não conhecer qual solvente era presente no sistema que utilizava freqüentemente na clínica e de que talvez não proporcionassem meios para se eliminar o solvente da camada adesiva.

Este trabalho realizou pesquisa com profissionais que eram na sua maioria especialistas, mestres ou doutores (78,5% dos pesquisados – tabela 2) que provavelmente seriam profissionais atualizados cientificamente, embora os clínicos gerais também o possam ser. Em nossa pesquisa decidimos eliminar os questionários entregues a estudantes de odontologia e focarmos nos profissionais

formados para que a pesquisa fosse mais significativa com a clínica odontológica profissional.

A maior parte dos profissionais da odontologia pesquisados poderia ser considerada de boa experiência profissional, pois 33,3% estavam no grupo de 3-10 anos de formado e 35% no grupo de 10-20 anos de atuação na profissão conforme visto na tabela 3.

Somados os dentistas que atuam diretamente nos pacientes, sejam aqueles que exercem a clínica particular e/ou trabalham em serviço público como dentistas, perfazem o total de 98,5% (tabela 4). Conseqüentemente, os resultados alcançados nesta pesquisa, estão relacionados a procedimentos que afetam diretamente a qualidade dos procedimentos adesivos realizados nos pacientes.

A maioria dos dentistas pesquisados utilizam os sistemas convencionais de 2 passos (tabela 5). A literatura relata que estes sistemas são mais populares entre os dentistas por serem de uso simplificado (CARVALHO *et al.*, 2004). Porém, o tempo necessário para aplicação de um sistema convencional de 3 passos, dito não simplificado, é o mesmo ou menor do que a aplicação de 2 passos. Os fabricantes dos sistemas de 2 passos recomendam aplicar 2 ou mais camadas de adesivo. Além disso, após cada camada aplicada deve-se evaporar o solvente por 30 segundos, enquanto que nos convencionais de 3 passos apenas a primeira camada (primer) deve sofrer evaporação, já que a segunda camada (adesivo hidrofóbico) não contém solvente. Ainda, os sistemas convencionais de 3 passos deveriam ser os preferidos pelos dentistas, visto que são os de melhor desempenho clínico e laboratorial (TAY *et al.*, 2002a; TAY e PASHLEY, 2003; VAN MEERBEEK *et al.*, 2003; DE MUNCK *et al.*, 2005; SODERHOLM, 2007). Ainda os sistemas auto-condicionantes de 2 passos também têm observado bom desempenho clínico, especialmente quando é realizado



o condicionamento ácido prévio em esmalte (PNEUMANS *et al*, 2007; SOARES *et al*, 2007) . Portanto, na nossa visão e baseado nos estudos publicados, os sistemas simplificados, por não serem comprovadamente de uso mais fácil e ainda pelo fato dos testes demonstrarem que estes não são o de melhor desempenho, não podem ser considerados de primeira escolha na odontologia.

A pesquisa do nome comercial da preferência de uso pelos profissionais (tabela 6) tinha como objetivo o posterior cruzamento de dados para verificar se os pesquisados que diziam conhecer o solvente o sabiam corretamente.

Na tabela 7, podemos observar que a maioria dos dentistas pesquisados (53,8%) diz não conhecer o solvente presente no sistema adesivo de uso habitual, demonstrando que muitos procedimentos adesivos realizados em pacientes podem sofrer as falhas deste desconhecimento, já que, como foi abordado na fundamentação deste trabalho, cada tipo de solvente contido deve sofrer uma dinâmica diferente na sua aplicação. Porém, o prejuízo pode ser ainda mais evidente quando observamos os dados das tabelas 7 e 8 conjuntamente. Dos dentistas que afirmam conhecer o solvente contido (46,2%), apenas 15,9% de fato o conhecem. Nestes casos, podemos supor que a grande maioria dos dentistas adota um procedimento padrão na utilização dos sistemas adesivos, não dando atenção às variáveis existentes neste procedimento, em especial, a questão da umidade dentinária, o tipo de solvente e a evaporação do solvente. Se os dentistas, na sua maioria, não conhecem o solvente do sistema que usam, provavelmente pode haver erros na técnica operatória, levando a prejuízos imediatos e tardios para as restaurações diretas e indiretas que realizam em seus pacientes.

Vários trabalhos na literatura mostram que os solventes contidos nos sistemas adesivos devem sofrer facilitação da evaporação com auxílio de jato de ar

(MIYAZAKI *et al.*, 1996; IKEDA *et al.*, 2005; SPREAFICO *et al.*, 2005; CAVELHEIRO *et al.*, 2006; HASHIMOTO *et al.* 2005; 2006; HIRAISHI *et al.*, 2007; SADR *et al.*, 2006), o que é confirmado nos testes laboratoriais do nosso trabalho. Sendo assim, procurou-se verificar se o profissional favorecia a evaporação. O resultado, observado na tabela 9, mostra que 15,2% dos dentistas pesquisados não favoreciam a evaporação de modo algum, foto-polimerizando o adesivo assim que o aplicava. Esta parcela representaria a pior situação já que não é despendido nenhum tempo, levando a permanência de grande quantidade de solvente na camada adesiva com os prejuízos relatados. Outros pesquisados (34,8%) relataram que afinam a camada do adesivo após aplicá-lo. Este hábito é um tanto tradicional junto a alguns dentistas, porém deve ser evitado para não levar incorporação de oxigênio na camada adesiva, já que este inibe a polimerização de monômeros resinosos dos adesivos (HILTON e SCHWARTZ, 1995; MIYAZAKI *et al.*, 1996). Uma pequena parcela (4,5%) espera a evaporação sem jato de ar por 30s. Entretanto, como se viu nos resultados do teste laboratorial deste trabalho, a evaporação espontânea pode necessitar de um tempo muito maior do que este despendido. Os profissionais que utilizam jato de ar por 30s à distância, procedimento considerado ideal para a eliminação máxima possível do solvente no tempo clinicamente aceitável, somam 40,9% dos pesquisados.

Ao cruzar os dados dos profissionais que conheciam o solvente e também adotavam um procedimento ideal de evaporação, observamos que totalizavam apenas 9,1%, ou seja, uma pequena parte dos profissionais (tabela 10).

Acreditamos que estes resultados deveriam ter sido melhores, pois mostram que a maior parcela dos dentistas pode trabalhar com erros em relação à dinâmica da evaporação do solvente. Podemos pensar que isto ocorra pelo fato de que uma

boa parte dos profissionais desconheça a necessidade de evaporar o solvente. Mesmo aqueles que utilizam jato de ar forte afinando o adesivo, o que pode levar à eliminação de alguma quantidade de solvente, podem fazê-lo pelo hábito tradicional entre os dentistas e não porque conhecem a real necessidade da evaporação. Além disso, muitos profissionais podem utilizar uma quantidade excessiva de adesivo e em seguida utilizarem o jato de ar para afinar a camada (HILTON e SCHWARTZ, 1995). Esta manobra, além de provocar incorporação de oxigênio, deve levar a maior dificuldade de eliminar o solvente presente já que a quantidade a ser eliminada é maior (HASHIMOTO, *et al*, 2006). Desde modo, a falha pode estar na formação e atualização profissional ou na falta de compromisso do dentista em observar as evidências científicas encontradas na literatura.

Em relação à pergunta final feita aos dentistas sobre o tamponamento do frasco do adesivo, o resultado se mostra bastante positivo quando 93,9% dos pesquisados disseram fechar o frasco assim que tomam a porção necessária.

Acreditamos que a odontologia restauradora, como ciência, deve ser direcionada na busca pela longevidade dos procedimentos, na prevenção de cárie marginal recorrente e na obtenção de trabalhos estéticos que satisfaçam o profissional e o paciente.

Muitos profissionais acreditam que, ao utilizarem produtos odontológicos de qualidade comprovada, tenham o suficiente para realizarem bons trabalhos. Porém, mais que o material, o conhecimento e a técnica do profissional são imprescindíveis para a obtenção de excelência dos tratamentos.

Deste modo, a busca pela qualidade dos tratamentos deve ser o foco e o objetivo dos profissionais da odontologia.

Esperamos que o presente trabalho possa contribuir para o conhecimento na nossa classe profissional e desta maneira, o procedimento adesivo, base de restaurações diretas e indiretas, ser realizado com otimização da qualidade. Isto só se consegue com o embasamento obtido pela literatura científica e pelo desejo sincero por parte dos cirurgiões-dentistas em levar a aquele que confia em seu trabalho, o paciente, procedimentos clínicos de qualidade como cada pessoa deve receber. Conhecimento, dedicação, treinamento são necessários para a realização de trabalhos que, além de belos, sejam duradouros e satisfaçam as necessidades e anseios dos pacientes. O bem do paciente é o ápice e o mais importante de toda cadeia de conhecimento e evolução científica.

## **7 Conclusões**

---

## **7 Conclusões**

Com base na proposição, na análise estatística dos resultados laboratoriais e na análise dos dados colhidos junto aos dentistas, conclui-se que:

### **PARTE A**

1. Houve diferença nos padrões de evaporação dos materiais Excite e Prime & Bond NT a partir dos tempos de 2 minutos e 5 minutos, respectivamente.
2. Não houve diferença de evaporação dos solventes entre os sistemas nos períodos analisados.

### **PARTE B**

1. A pesquisa junto a dentistas revelou haver desconhecimento da grande maioria destes profissionais em relação ao solvente contido no sistema de uso habitual e a etapa da evaporação, o que pode levar a erros no procedimento adesivo.

## Referências

---

## Referências

1. ABATE, P. F.; RODRIGUES, V. I.; MACCHI, R. L. Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 28, n. 6, p. 437-440, 2000.
2. ASMUSSEN, E.; UNO, S. Solubility parameters, fractional polarities, and bond strengths of some intermediary resins used in dentin bonding. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 72, n. 3, p. 558-565, 1993.
3. BOWEN, R. L. Properties of silica-reinforced polymer for dental restorations. **Journal of American Dental Association**, Chicago, v. 66, p. 57-64, 1963.
4. BRANNSTROM, M.; NORDEVAL, K. J. The effect of acid etching on enamel, dentin, and the inner surface of the resin restoration: a scanning electron microscopic investigation. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 56, n. 8, p. 917-923, 1977.
5. BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 34, n. 6, p. 849-853, 1955.
6. CALDENARO, M. *et al.* Degree of conversion and permeability of dental adhesives. **European Journal of Oral Sciences**, Munksgaard, v. 113, p. 525-530, 2005.
7. CARDOSO, P. C. *et al.* Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 7, p. 143-149, 2005.
8. CARVALHO, R. M. *et al.* In vitro study on the dimensional changes of human dentine after demineralization. **Archives of Oral Biology**, Oxford, v. 41, n. 4, p. 369-377, 1996.
9. CARVALHO, R. M. **As relações entre alterações dimensionais, permeabilidade e propriedades mecânicas da matriz de dentina desmineralizada**: Estudo sob a óptica da teoria dos parâmetros de solubilidade. 92p. Tese de Livre Docência, Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, SP, Brasil, 2002.
10. CARVALHO, R. M. *et al.* Effects of HEMA/solvent combinations on bond strength to dentin. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 82, n. 8, p. 597-601, 2003.
11. CARVALHO, R. M. *et al.* Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. **Biodonto**, Bauru, v.2, n.1, p. 1-86, 2004.



12. CAVALHEIRO, A. *et al.* Effect of incorrect primer application on dentin permeability. **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 8, p. 393-400, 2006.
13. CODARAZZI, J. L. *et al.* Shear bond strength of an adhesive system in human, bovine and swinish teeth. **Rev FOB**, Bauru, v. 6, n.4, p. 29-33, 1998.
14. DE MUNCK, J. *et al.* Four year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 82, p. 136-140, 2003.
15. DE MUNCK, J. *et al.* A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 84, p. 118-132, 2005.
16. DICKENS, S. H.; CHO, B. H. Interpretation of bond failure through conversion and residual solvent measurements and weibull analyses of flexural and microtensile bond strengths of bonding agents. **Dental Materials**, Kidlington, v. 21, p. 354-364, 2005.
17. EICK, J. D. *et al.* Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 49, n. 6, p. 1359-1368, 1970.
18. FABRE, H. S. *et al.* Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 35, n. 3, p. 253-258, 2007.
19. FERRARI, M.; TAY, F. R. Technique sensitivity in bonding to vital, acid-etched dentin. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 28, p. 3-8, 2003.
20. FUSAYAMA, T. *et al.* Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 58, n. 4, p. 1364-1370, 1979.
21. GARBEROGLIO, R.; BRANNSTROM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. **Archives of Oral Biology**, Oxford, v. 21, p. 355-362.
22. GARCIA, F. C. P. *et al.* Effects of solvents on the early stage stiffening rate of demineralized dentin matrix. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 33, p. 371-377, 2005.
23. GARCIA, F. C. P. **Estudo sobre o papel dos solventes na produção de união à dentina**. Tese de Doutorado, Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, SP, Brasil, pp. 174, 2005.
24. GWINNETT, A. J. Moist versus dry dentin: Its effect on shear bond strength. **American Journal of Dentistry**, St. Antonio, v. 5, n.3, p. 12-129, 1992.
25. HASHIMOTO, M. *et al.* In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 79, n. 6, p. 1385-1391, 2000.

26. HASHIMOTO, M. *et al.* Permeability of adhesive resin films. **Journal of Biomedical Material Research**, Hoboken, v. 74B, p. 699-705, 2005.
27. HASHIMOTO, M. *et al.* The effects of common errors on sealing ability of total etch adhesives. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, p 560-568, 2006.
28. HILTON, T. J.; SCHWARTZ, R. S. The effect of air thinning on dentin adhesive bond strength. **Operative Dentistry**, Seattle, v.20, n.4, p. 133-137, 1995.
29. HIRAIISHI, N. *et al.* Technique sensitivity associated with air-drying of HEMA-free, single-bottle, one-step self-etch adhesives. **Dental Materials**, Kidlington, v. 23, n. 4, p. 498-505, 2007.
30. IKEDA, T. *et al.* Effect of evaporation of primer components on ultimate tensile bond strengths of primers-adhesive mixture. **Dental Materials**, Kidlington, v. 21, n.11, p.1051-1058, 2005.
31. JACOBSEN, T.; SÖDERHOLM, K-J. Some effects of water on dentin bonding. **Dental Materials**, Kidlington, v. 11, p. 132-136, 1995.
32. JACOBSEN, T.; FINGER, W. J.; KANEHIRA, M. Air-drying time of self-etching adhesives vs bonding efficacy. **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 8, p. 387-392, 2006.
33. KANCA III, J. Resin bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. **Quintessence International**, Berlin, v.23, n.1, p.39-41, 1992 (A).
34. KANCA III, J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. **American Journal of Dentistry**, St. Antonio, v. 5, n. 4, p. 213-215, 1992 (B).
35. KANCA III, J. Effect of primer dwell time on dentin bond strength. **General Dentistry**, Chicago, v.46, n.6, p.608-612, 1998.
36. KATO, G.; NAKABAYASHI, N. The Durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. **Dental Materials**, Kidlington, v. 14, p. 347-352, 1998.
37. LIMA, F. G. *et al.* One-bottle adhesives: in vitro analysis of solvent volatilization and sealing ability. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v.19, n.4, p. 278-283, 2005.
38. LOPES G. C. *et al.* Dentin bonding: effect of degree of mineralization and acid etching time. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 28, n.4, p. 429-439, 2003
39. MACIEL, K. T. *et al.* The effect of acetone, ethanol, HEMA, and air on the stiffness of human decalcified dentin matrix. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 75, n. 11, p. 1851-1858, 1996.
40. MARSHALL, G. W. *et al.* The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 25, n. 6, p. 441-458, 1997.

41. MILLER, R. G. *et al.* Application of solubility parameter theory to dentin-bonding systems and adhesive strength correlations. **Journal of Biomedical Material Research**, Hoboken, v. 41, p. 237-243, 1998.
42. MIYAZAKI, M. *et al.* Influence of dentin primer application methods on dentin bond strength. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 21, p. 167-172, 1996.
43. MIYAZAKI, M.; ONOSE, H.; MOORE, B. K. Effect of operator variability on dentin bond strength of two-step bonding systems. **American Journal of Dentistry**, St. Antonio, v. 13, n. 2, p. 101-104, 2000.
44. NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **Journal of Biomedical Material Research**, Hoboken, v.16, n.3, p.265-273, 1982.
45. NAKAMICHI, I; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 62, n. 10, p. 1076-1081, 1983.
46. NIHI, F. M.. **Avaliação da evaporação de solventes a partir dos sistemas adesivos dentinários e de misturas experimentais**. 72p. Dissertação (Mestrado em Odontologia). Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2006.
47. PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. Dentine permeability and dentine adhesion. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 25, n. 5, p. 355-372, 1997.
48. PASHLEY, E. L. *et al.* Effects of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures. **Dental Materials**, Kidlington, v. 14, n.6, p.6-10, 1998.
49. PASHLEY, E. L. *et al.* Solvent-induced dimensional changes in EDTA-demineralized dentin matrix. **Journal of Biomedical Material Research**, Hoboken, v. 56, p. 273-281, 2001
50. PASHLEY, D. H. *et al.* Effects of water and water-free polar solvents on the tensile properties of demineralized dentin. **Dental Materials**, Kidlington, v. 19, p. 347-352, 2003.
51. PASHLEY, D. H. *et al.* Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. **Journal of Dental Research**, Chicago, v.83, n.3, p.216-221, 2004.
52. PERDIGÃO, J.; FRANKENBERG, R. Effect of solvent and rewetting time on dentin adhesion. **Quintessence International**, Berlin, v. 32, n. 5, p. 385-390, 2001.
53. PERDIGÃO, J. *et al.* In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strenghts of one-bottle adhesives. **Journal of Esthetic Restorative Dentistry**, Hamilton, v. 14, n. 1, p. 31-38, 2002.
54. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Adhesive systems: effect on bond strength of incorrect use. **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 4, n.3, p. 233-242, 2002.

55. PIOCH, T. *et al.* The nanoleakage phenomenon: Influence of moist vs dry bonding. **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 4, p. 23-30, 2002.
56. PNEUMANS, M. *et al.* Five-year clinical effectiveness of two-step self-etching adhesives. **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 9, p. 7-10, 2007.
57. REIS, A. *et al.* Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 5, p. 183-192, 2003.
58. REIS, A. F. *et al.* The effect of organic solvents on one-bottle adhesives bond strength to enamel and dentin. **Operative Dentistry**, Seattle, v 28, n. 6, p. 700-706, 2003.
59. REIS, A. *et al.* Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. **Dental Materials**, Kidlington, v. 20, p. 669-676, 2004.
60. ROSALES, J. I. *et al.* Acid-etching and hydration influence on dentin roughness and wettability. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 78, n. 9, p. 1554, 1559, 1999.
61. SADEK, F. T.; CARDOSO, P. E. C.; Efeito do armazenamento de adesivos de frasco único sobre a resistência de união à dentina. **Ciência Odontológica Brasileira**, São José dos Campos, v.6, n.2, p.29-34, 2003.
62. SADR, A.; SHIMADA, Y.; TAGAMI, J. Effects of solvent drying time on micro-shear bond strength and mechanical properties of two self-etching adhesive systems. **Dental Materials**, Kidlington, v 23, n. 9, p. 1114-1119, 2006.
63. SANO, H. *et al.* Tensile properties of resin-infiltrated demineralized human dentin. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 74, n. 4, p. 1093-1102, 1995.
64. SANO, H. *et al.* Effect of operator variability on dentin adhesion: students vs. dentists. **Dental Materials Journal**, v.17, n. 1, p. 51-58, 1998.
65. SCHILKE, R. *et al.* Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. **Archives of Oral Biology**, Oxford, v. 45, p. 355-361, 2000.
66. SOARES, J. C. *et al.* Effect of previous treatments on bond strength of two self-etching adhesive systems to dental substrate. **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 9, p. 291-296, 2007.
67. SODERHOLM, K-J. Dental adhesives...how it all started and later evolved. **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 9, p. 227-230, 2007.
68. SPENCER, P.; WANG, Y. Adhesive phase separation at the dentin interface under wet bonding conditions. **Journal of Biomedical Material Research**, Hoboken, v. 62, p. 447-456, 2002

69. SPREAFICO, D. *et al.* The effect of the air-blowing step on the technique sensitivity of four different adhesive systems. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 34, p. 237-244, 2006.
70. SWIFT JR, E. J.; PERDIGÃO, J.; HEYMANN, H.O. Bonding do enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. **Quintessence International**, Berlin, v. 26, n. 2, p. 95-110).
71. TAY, F. R. *et al.* Variability in microleakage observed in a total-etch wet bonding technique under different handling conditions. **Journal of Dental Research**, Chicago, v.74, n.5, p.1168-1178, 1995.
72. TAY, F. R.; GWINNETT, J. A.; WEI, S. H. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. **Dental Materials**, Kidlington, v. 12, p. 236-244, 1996.
73. TAY, F. R.; GWINNET, J. A.; WEI, S. H. Relation between water content in acetone/alcohol-based primer and interfacial ultrastruture. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 26, n.2, p. 147-156, 1998.
74. TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; YOSHIYAMA, M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 81, n. 7, p. 472-476, 2002.
75. TAY, F. R. *et. al.* Single-step adhesives are permeable membranes. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 30, p. 371-382, 2002a.
76. TAY, F. R. *et al.* How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? **Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 4, p. 255-269, 2002b.
77. TAY, F. R. *et al.* Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 82, n. 7, p. 537-541, 2003.
78. TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Have dentin adhesives become too hydrophilic? **Journal of Canadian Dental Association**, Ottawa, v. 69, n. 11, p. 726-731, 2003.
79. VAN LANDUYT, K. *et al.* Monomer-solvent phase-separation in one-step self-etch adhesives. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 84, p. 183-188, 2005.
80. VAN MEERBEEK, B. *et al.* The Clinical performance of adhesives. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 26, n.1, p. 1-20, 1998.
81. VAN MEERBEK, B. *et al.* Adhesion do enamel and dentin: current status and future challenges. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 28, n.3, p. 215-235, 2003.
82. WALSHAW, P. R.; McCOMB, D. Clinical considerations for optimal dentinal bonding. **Quintessence International**, Berlin, v.27, n.9, p. 619-625, 1996.

83. WANG, T.; NAKABAYASHI, N. Effect of 2-(Methacryloxy)ethyl Phenyl Hydrogen Phosphate on Adhesion to Dentin. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 70, n. 1, p. 59-66, 1991.
84. YIU, C. K. Y. *et al.* Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. **Biomaterials**, Guildford, v. 26, p. 6863-6872, 2005.

## **Anexos**

---

### CARTA DE INFORMAÇÃO

Os sistemas adesivos apresentam-se como importante recurso na Odontologia Atual, seja na área restauradora ou preventiva. A possibilidade de promover a adesão de materiais resinosos à estrutura dentária estimulou a reformulação de produtos a fim de alcançar maiores oportunidades de aplicação clínica.

Apesar destes avanços, os produtos muitas vezes comercialmente mais simplificados podem apresentar formulações mais complexas, tornando a técnica mais sensível. Em decorrência disto, a correta utilização torna-se fundamental para a obtenção de longevidade da restauração. A literatura tem revelado que a falta de informação sobre a correta indicação dos sistemas adesivos e detalhes de técnica são as principais causas de insucesso.

No intuito de coletar dados para avaliar o conhecimento dos profissionais a respeito da correta utilização destes produtos, solicitamos sua preciosa colaboração no preenchimento do questionário em anexo. Esse trabalho faz parte de um projeto de pesquisa vinculado ao Mestrado em Odontologia da Universidade Norte do Paraná. Desta forma, os dados obtidos a partir desta pesquisa serão utilizados em dissertações, teses, revistas científicas e/ou livros especializados.

Fica claro que o profissional pode a qualquer momento deixar de participar do estudo alvo desta pesquisa. Além disso, fica expressa a liberdade ao profissional em receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento acerca de assuntos referentes à pesquisa. Adicionalmente, fica resguardado ao profissional o caráter confidencial das informações fornecidas assim como sua identidade, ficando o questionário, para fins de pesquisa, desvinculado deste termo.

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o sr(a) .....  
portador(a) da cédula de identidade no. ...., após a leitura minuciosa da CARTA DE INFORMAÇÃO, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos procedimentos aos quais será submetido (a), não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, concordando em participar da pesquisa proposta.

Por estarem de acordo, assinam o presente termo.

-----  
Assinatura do profissional

-----  
Assinatura do pesquisador(a)

Londrina, ----- de ----- de -----.



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - UNOPAR

PARECER CONSUBSTANCIADO

**PROTOCOLO:** PP 216/06  
**RESPONSÁVEL:** Linda Wang

O Comitê de Ética em Pesquisa da Unopar analisou e APROVOU o projeto: "**Avaliação do modo de aplicação dos sistemas adesivos dentinários pelos cirurgiões-dentistas**".

O CEP/UNOPAR estabelece:

- a) O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- b) O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP/UNOPAR (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- c) O CEP/UNOPAR deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alteram o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP/UNOPAR junto com seu posicionamento.
- d) Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP/UNOPAR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.
- e) Semestralmente devem ser encaminhados relatórios parciais e ao término do projeto o relatório final.

Londrina, 24 de julho de 2007



Prof. Dr. Hélio Hiroshi Sugimoto  
Presidente do C.E.P. UNOPAR