

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA**

EUGENIO JOSÉ GARCÍA

**ANÁLISE “IN VITRO” DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES APLICADOS SOBRE DENTINA SUPERFICIAL E
PROFUNDA**

**PONTA GROSSA
2008**

EUGENIO JOSÉ GARCÍA

**ANÁLISE “IN VITRO” DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES APLICADOS SOBRE DENTINA SUPERFICIAL E
PROFUNDA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no curso de Mestrado em Odontologia – Área de concentração em Dentística Restauradora.

Orientador Prof. Dr. João Carlos Gomes.

**PONTA GROSSA
2008**

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

G216a

García, Eugenio José

Avaliação “in vitro” da resistência da união de sistemas adesivos autocondicionantes aplicados sobre dentina superficial e profunda. / Eugenio José García. Ponta Grossa, 2008. 99f.

Dissertação (Mestrado em Odontologia - área de concentração em Dentística restauradora) - Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Gomes

1. Adesivos dentinários. 2. Resistência `a tração. 3. Dentina. 4. Microscopia eletrônica de varredura. I. Gomes, João Carlos.

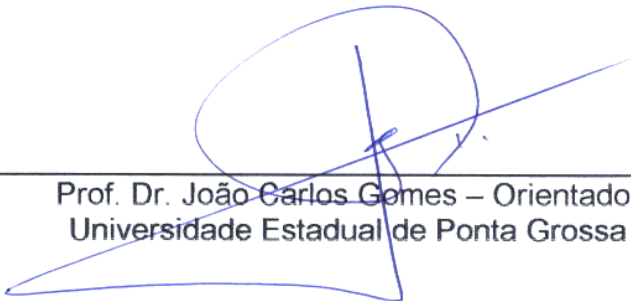
CDD: 617.67

EUGENIO JOSÉ GARCÍA

**ANÁLISE “IN VITRO” DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES APLICADOS SOBRE DENTINA SUPERFICIAL E
PROFUNDA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no curso de Mestrado em Odontologia - Área de concentração em Dentística Restauradora.

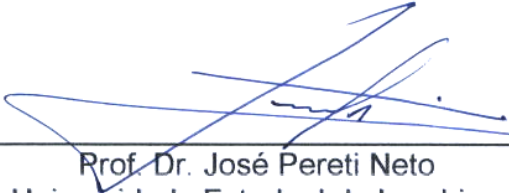
Ponta Grossa, 28 de Fevereiro de 2008.



Prof. Dr. João Carlos Gomes – Orientador
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. José Pereti Neto
Universidade Estadual de Londrina

A minha mãe René, meu grande exemplo de vida a seguir, este é mais um triunfo de tua luta incansável.

A minha tia Anita, quem sempre me ensinou humildade e amor ao próximo.

A meu pai José por seu incentivo, ajuda e apoio incondicional.

A minha irmã Gabriela, pelo amor e respeito que sempre me brindou.

A Matias “cacho” Dieguez, en nome da amizade.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter estado sempre ao meu lado, ter me permitido ser feliz e desfrutar todos os dias da minha vida.

Ao Professor Doutor João Carlos Gomes, que com seu exemplo como profissional e como pessoa me motivou para melhorar sempre. Muito obrigado pela confiança em mim depositada.

À professora Doutora Osnara Maria Mongruel Gomes pela oportunidade oferecida. Expresso minha admiração e gratidão por seu apoio, preocupação e incentivo.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa em nome do Magnífico Reitor João Carlos Gomes por abri-me suas portas do conhecimento.

À Universidad Nacional de Córdoba, Argentina por ter-me outorgado as bases desta profissão.

A minha família especialmente a Claudia, Carlos, Sofia e Victoria por estar sempre presentes.

À Fabiane Borges dos Reis pelo amor, companhia e amizade. Muito obrigado por tua disposição para brindar me ajuda sempre que precisei.

Ao amigo e colega Emígdio Jimenez por seus conselhos e experiências de vida transmitidas com a maior humildade.

Aos meus colegas e amigos Sérgio, Roberto, Beatriz, Cristian, Rodrigo, Shelon, Cristiana, Wilmer, Camila, Alfonso, Gislaine, Ana Paula G., Ana Paula T., Eloísa, Chigueyuki, Manoela e Michele por todos os momentos inesquecíveis dos quais cada um de vocês forma parte.

Aos professores Alessandro Loguercio e Alessandra Reis. Expresso toda minha gratidão pelas palavras, conhecimentos, simpatia e incentivo que sempre me brindaram.

Ao Prof. Dr. Fabio André dos Santos por seu exemplo de dedicação e importante contribuição para realização deste trabalho.

Aos professores do curso de pós-graduação desta instituição, em especial a Ulisses Coelho, Elizabete dos Santos, Abraham Calixto, Nara Campanha e Vânia Queiroz pela simpatia e amizade brindada.

Ao Prof. Dr. Marcelo Giannini pela importantíssima colaboração neste trabalho.

À Morgana das Graças Procz dos Santos por sua amizade, paciência e ajuda oferecida.

À Tami Momose de Andrade e a sua família por ter me aberto as portas da sua casa e feito sentir-me como na minha própria.

A Milton Domingos Michel pela disposição e colaboração no trabalho laboratorial.

À Maria Luzia F. Bertholino, bibliotecária da UEPG, por sua disponibilidade na correção das normas deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Pereti Neto por participar na minha banca examinadora, e pela disposição na leitura e correções do meu trabalho.

Ao Centro Interdisciplinar de Pesquisa e Pós-graduação (CIPP) por permitir utilizar as instalações e os equipamentos no transcurso de meu trabalho.

Ao professor de matemática Ramiro, por nossa longa amizade e sua colaboração neste trabalho.

A todos meus grandes amigos da infância, do colégio e com os que compartilhei momentos inesquecíveis na Casa do Estudante do Universitário Pontagrossense (CEUP).

DADOS CURRICULARES

Eugenio José García

NASCIMENTO 28.04.1979

São Paulo - Brasil.

FILIAÇÃO

René Ames
José Prudêncio García

1997 - 2003

Curso de Graduação Facultad de Odontologia de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Córdoba - Argentina.

2006/2008

Curso de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, nível de Mestrado em Odontologia - Área de Concentração em Dentística Restauradora.

RESUMO

García EJ. **Análise “in vitro” da resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes aplicados sobre dentina superficial e profunda.** [Dissertação Mestrado em Dentística Restauradora – Faculdade de Odontologia], Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2008.

O objetivo deste estudo foi analisar a resistência adesiva de três sistemas adesivos aplicados sobre dentina superficial e profunda através do teste de microtração. Após limpeza, o esmalte oclusal de trinta terceiros molares humanos foi eliminado para obtenção de superfícies dentinárias superficiais ou profundas. A camada de esfregaço foi padronizada com lixas de carbetto de silício de granulação #600 aplicadas durante 1 minuto. Os espécimes foram divididos aleatoriamente segundo o tipo de superfície em três grupos experimentais correspondentes a cada adesivo: Adper Single Bond (SB) (3M/ESPE), sistema convencional de dois passos utilizado como controle (n=10); e dois sistemas autocondicionantes, o One Coat SE Bond (OCSE) (Coltène/Whaledent) (n=10) e o Clearfil S³ Bond (CFS³) (Kuraray Co.) (n=10). Os adesivos foram aplicados segundo as indicações dos fabricantes e as porções coronárias foram restauradas com a resina composta Filtek Z-250 3M/ESPE. Após 24 horas de armazenamento, os dentes foram seccionados com três cortes perpendiculares entre si para obter espécimes com formato de palito com uma área de seção transversal de aproximadamente $0,7 \pm 0,1 \text{ mm}^2$ os quais foram submetidos ao teste de microtração a uma velocidade de 0,5 mm/min. Depois de fraturados alguns espécimes foram selecionados e a porção correspondente à dentina foi levemente desgastada na face adesiva com lixa de carbetto de silício de granulação #1200, condicionada com ácido fosfórico 35% por 15 segundos e secada ao ar. Foram realizadas fotomicrografias no MEV em aumentos de 70X e 2400X para realizar o cálculo da área de dentina tubular (ADT) e densidade tubular (DT). O teste ANOVA dois critérios (profundidade dentinária-adesivo) mostrou que OCSE ($29,20 \pm 2,68$) e CFS³ ($32,27 \pm 3,78$) apresentaram uma resistência de união semelhante e significativamente inferior ao SB ($54,53 \pm 1,66$), independentemente da profundidade da dentina. O teste de regressão linear mostrou uma relação significativa entre a resistência adesiva e a área de dentina intertubular para SB ($p=0,004$), e uma relação inversa significativa entre a densidade tubular e a resistência adesiva para CFS³ ($p=0,009$). OCSE apresentou um comportamento similar a SB e contrário a CFS³, porém não estatisticamente significativo. Os resultados mostraram uma resistência adesiva significativamente superior para o adesivo convencional de dois passos em comparação com os autocondicionantes. Os novos métodos de tratamento de imagens facilitam a manipulação de dados e permitem uma melhor interpretação do comportamento dos sistemas adesivos.

Palavras-chave: Adesivos dentinários. Resistência à Tração. Dentina. Microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT

García EJ. **Analysis “in vitro” of bond strength of self-etching adhesives applied on superficial and deep dentin.** [Dissertação Mestrado em Dentística Restauradora – Faculdade de Odontologia], Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2008.

The objective of this study was to evaluate the bond strength of three adhesives systems to superficial and deep dentine using microtensile test. Thirty human third molars were cleaned of gross debris and the occlusal enamel was removed to expose a flat surface of superficial or deep dentin. In order to create a standardized smear layer dentinal surfaces were wet-abraded with 600-grit silicon carbide paper for 60 seconds. For each type of surface, the test specimens were randomly divided into three groups which underwent the application of a conventional two-step adhesive system [Adper Single Bond (SB), 3M/ESPE] as control group (n=10), a two-bottle self-etching system [One Coat SE Bond (OCSE), Coltène/Whaledent] (n=10) and a one bottle one-step system [Clearfil S³ Bond (CFS³), Kuraray Co.] (n=10). After each adhesive was utilized according to the manufacturer's instructions, a 5-mm high resin “crown” was built-up with resin composite Filtek Z-250 (3M/ESPE). The bonded test specimens were stored in distilled water for twenty-four hours before being longitudinally sectioned to obtain stick-shaped specimens with a cross-sectional area of 0,7 mm², which were submitted to bond strength test (0,5mm/min). After, some fractured specimens for each adhesive were randomly selected and the dentin side was gently abraded with a 1200-grit SiC paper, etched with acid phosphoric 35% for 15 s and air dried. SEM micrographs at 70X and 2400X magnification were taken to permit calculation of area of tubular dentin (ATD) and tubular density (TD) at the site of fracture. ANOVA two-ways (dentin depth-adhesive) and linear regression were performed to correlate ATD and TD with bond strength. OCSE (29,20±2,68) and CFS³ (32,27±3,78) presented similar bond strength, nevertheless the values were significantly lower than SB (54,53±1,66), irrespective of dentin depth. Linear regression showed significant relationship between bond strength and area of intertubular dentin for SB (p=0,004), and a significant inverse relationship between tubular density and bond strength for CFS³ (p=0,009). OCSE presented a tendency similar to SB and conversely to CFS³, but it was not statistically significant. It was demonstrated that the bond strength of the conventional two-step adhesive system was significantly higher than self-etching adhesives. The use of digital image analysis facilitate the manipulation of data and a better interpretation of new adhesive systems behavior.

Keywords: Tensile strength. Dentin-bonding Agents. Dentin. Scanning Electron Microscopy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Seqüência do preparo dos espécimes e teste de microtração.....	52
Figura 2	- Materiais de restauração utilizados.....	53
Figura 3	- Fotoativador Optilux e radiômetro Demetron.....	55
Figura 4	- Máquina de microtração da Bisco.....	56
Figura 5	- Seqüência do tratamento das imagens para o cálculo da densidade tubular, área tubular e área de dentina intertubular.....	58
Figura 6	- Fotomicrografias do Single Bond.....	66
Figura 7	- Fotomicrografias do One Coat SE Bond.....	67
Figura 8	- Fotomicrografias do Clearfil S ³ Bond.....	68
Figura 9	- Fotomicrografias dos padrões de fratura.....	69
Gráfico 1	- Valores (Média±DP) da resistência de união para cada material e substrato.....	61
Gráfico 2	- Percentuais (%) dos modos de fratura para cada sistema adesivo.....	62
Gráfico 3	- Regressão linear entre densidade tubular e resistência de união para Single Bond.....	63
Gráfico 4	- Regressão linear entre densidade tubular e área de dentina intertubular para Single Bond.....	63
Gráfico 5	- Regressão linear entre densidade tubular e resistência de união para One Coat SE Bond.....	64
Gráfico 6	- Regressão linear entre densidade tubular e área de dentina intertubular para One Coat SE Bond.....	64
Gráfico 7	- Regressão linear entre densidade tubular e resistência de união para Clearfil S ³ Bond.....	64
Gráfico 8	- Regressão linear entre densidade tubular e área de dentina intertubular para Clearfil S ³ Bond.....	65
Quadro 1	- Composição dos materiais utilizados.....	54

Quadro 2	- Aplicação dos sistemas adesivos segundo indicações dos fabricantes.....	55
Tabela 1	- Valores da resistência de união e da área de união (Média±DP) para cada material.....	61
Tabela 2	- Percentual (%) dos modos de fratura para cada grupo experimental.....	62
Tabela 3	- Valores originais de resistência adesiva, área adesiva, tipo de fratura, densidade tubular e área de dentina intertubular para Single Bond.....	89
Tabela 4	- Valores originais de resistência adesiva, área adesiva, tipo de fratura, densidade tubular e área de dentina intertubular para One Coat SE Bond.....	91
Tabela 5	- Valores originais de resistência adesiva, área adesiva, tipo de fratura, densidade tubular e área de dentina intertubular para Clearfil S ³ Bond.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Área
ANOVA	Análise de variância
AT	Área tubular
ATD	Área ocupada por túbulos dentinários
Bis-GMA	Bis-Fenol A-Glicidil Metacrilato (Bisphenol A-Glycidyl Methacrylate)
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
cm ³	Centímetro cúbico
DT	Densidade tubular
EDTA	Ácido etileno diamino tetra acético
EDX	Energia dispersiva de raio-X
ERD	Espessura de remanescente dentinário
F	Força
h	Hora
H ₂ O	Água
HCl	Ácido clorídrico
HEMA	2-Hidroxietilmetacrilato
J	Joule
JED	Junção esmalte-dentina
JEC	Junção esmalte-cimento
MET	Microscópio eletrônico de transmissão
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
MN	Milnewton
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mm ²	Milímetro quadrado
mN	Milnewton
MPa	Megapascal
mW	Miliwatts
N°	numero

nm	Nanômetro
N	Normal
NaOCl	Hipoclorito de sódio
p	Valor de significância
pH	Potencial de hidrogeniônico
rpm	Rotação por minuto
RU	Resistência de união
s	Segundo
μL	Microlitro
μm	Micrometro
μm^2	Micrometro quadrado
μTBS	Resistência de união à microtração
4-META	4-[2-metacriloxietóxi) carbonil] ácido anidrido.

LISTA DE SÍMBOLOS

X	Numero de vezes
#	Número
°C	Grau Celsius
%	Porcentagem
>	Maior
<	Menor
=	Igual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3	PROPOSIÇÃO.....	50
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	51
4.1	SELEÇÃO DOS DENTES.....	51
4.2	PREPARO DOS ESPÉCIMES	51
4.3	DISTRIBUIÇÃO DOS DENTES EM GRUPOS E PROCEDIMENTO RESTAURADOR.....	53
4.4	CONFEÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE MICROTRAÇÃO.....	55
4.5	AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR ENSAIO DE MICROTRAÇÃO.....	56
4.6	ANÁLISE DAS FRATURAS.....	57
4.7	CÁLCULO DA ÁREA TUBULAR E DA ÁREA DE DENTINA INTERTUBULAR.....	57
4.8	OBSERVAÇÃO DA INTERFACE ADESIVA E FORMAÇÃO DE TAGS RESINOSOS POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.....	58
4.9	ANÁLISE DOS DADOS	59
5	RESULTADOS.....	61
6	DISCUSSÃO.....	70
7	CONCLUSÕES.....	81
8	REFERÊNCIAS.....	82
	APÊNDICE Valores originais por grupo experimental.....	88
	ANEXO A Parecer da Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa.....	96
	ANEXO B Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	98

1 INTRODUÇÃO

Dos grandes avanços que tem acontecido na odontologia nas ultimas décadas, e mais especificamente na odontologia restauradora, a introdução dos procedimentos adesivos marcaram uma revolução que permitiu a busca do conceito de odontologia conservadora como nova filosofia.

Desde a introdução por Buonocore em 1955 do condicionamento ácido do esmalte para criar micro-retenções e melhorar o desempenho da retenção, passando pela molécula bifuncional de Bowen em 1963 até os sistemas adesivos atuais, as principais modificações nas técnicas e na composição dos produtos se produziram basicamente para facilitar a aplicação dos sistemas adesivos, diminuir a sensibilidade da técnica e evitar a microinfiltração (Buonocore¹ 1955, Bowen² 1963, Kugel, Ferrari³ 2000, Ernst⁴ 2004).

A adesão ao esmalte tem sido mais segura e efetiva e as variações nos procedimentos estiveram relacionadas ao tempo de aplicação e à concentração do ácido. Já na dentina a situação se deu de forma bem diferente desde que a sua composição química e morfologia influenciam o comportamento dos adesivos. O menor conteúdo inorgânico e maior conteúdo orgânico e aquoso, a estrutura tubular constituída pelo trajeto dos processos odontoblásticos, a pressão intrapulpar, as alterações fisiológicas e patológicas que provocam variações na sua estrutura e composição, a presença de *smear layer* e *smear plugs* e as diferenças regionais são algumas das variáveis que devem ser tidas em conta no momento de realizar os procedimentos adesivos (Buonocore¹ 1955, Mjör, Nordahl⁵ 1996, Eick et al.⁶ 1997, Marshall et al.⁷ 1997, Kugel, Ferrari³ 2000, Schilke et al.⁸ 2000, Koibuchi et al.⁹ 2001, Ten Cate¹⁰ 2001, Kaaden et al.¹¹ 2002, Coutinho et al.¹² 2007).

As classificadas primeiras gerações de sistemas adesivos alcançaram baixos valores de resistência de união à dentina devido à falta de condicionamento ácido e a utilização de monômeros hidrófobos incapazes de penetrar na dentina. Atualmente os sistemas adesivos se classificam em convencionais e autocondicionantes segundo o tratamento do *smear layer*. Os primeiros utilizam ácido fosfórico como produto para remover a camada de esfregaço e os segundos utilizam monômeros ácidos e hidrófilos, que dependendo de sua concentração serão capazes de dissolver total ou parcialmente a camada de resíduos incorporando-a na interface de união. Se bem ambos os sistemas possuem

componentes similares, a proporção e distribuição de cada um deles darão características diferentes ao seu desempenho clínico e laboratorial (Jacobsen, Soderholm¹³ 1998, Kugel, Ferrari³ 2000, Tay, Pashley¹⁴ 2001, Reis et al.¹⁵ 2003, Carvalho et al.¹⁶ 2004, Ernst⁴ 2004, Kenshima et al.¹⁷ 2006, Wang et al.¹⁸ 2006, Van Landuyt et al.¹⁹ 2007, Breschi et al.²⁰ 2008).

A correta interpenetração dos adesivos e formação de uma camada híbrida uniforme e estável ao longo do tempo como *tags* resinosos que atuem como meio de união e selante para manter a integridade da restauração, e desta forma a integridade do complexo biológico dental, dependerá de uma grande quantidade de fatores entre os quais estão envolvidos de uma forma geral o operador, os materiais e o tipo de substrato (Nakabayashi et al.²¹ 1982; Gwinnett²² 1993; Giannini et al.²³ 2001, Carvalho et al.¹⁶ 2004; Ernst⁴ 2004, Breschi et al.²⁰ 2008).

Novos produtos continuam sendo lançados, porém as diferenças encontradas no seu comportamento em relação ao grau de profundidade dentinária, exigem novos estudos sobre os mecanismos de formação da camada híbrida e a resistência de união em substratos dentinários (Van Meerbeek et al.²⁴ 1993, Pashley et al.²⁵ 1995, Yoshiyama et al.²⁶ 1995, Pashley, Carvalho²⁷ 1997, Pereira et al.²⁸ 1999, Schilke et al.⁸ 2000, Giannini et al.²³ 2001, Terada²⁹ 2001, Arrais, Giannini³⁰ 2002). Em forma geral as metodologias empregadas nos trabalhos *in vitro* consistem na obtenção de superfícies dentinárias planificadas com diferentes níveis de profundidade a partir do desgaste com lixas ou cortes com discos diamantados perpendiculares ao longo eixo de elementos dentários. Além de desconsiderar as variações morfológicas que podem existir no mesmo plano de corte de cada dente (Terada²⁹ 2001, Coutinho et al.³¹ 2003, Coutinho et al.¹² 2007), a padronização da profundidade geralmente é arbitrária tendo como parâmetro a espessura de remanescente dentinário obtido diretamente nos espécimes com paquímetro (Yoshiyama et al.²⁶ 1995, Eick et al.⁶ 1997, Marshall et al.³² 1997, Prati et al.³³ 1999, Yoshikawa et al.³⁴ 1999, Giannini et al.³⁵ 2002, Kaaden et al.¹¹ 2002, Lopes et al.³⁶ 2006, Yang et al.³⁷ 2006, Dutra-Correa et al.³⁸ 2007).

Das metodologias empregadas para a avaliação do comportamento mecânico dos adesivos, a técnica de microtração é uma das mais utilizadas. Esta técnica possui versatilidade e eficácia; oferece a possibilidade de obter grande quantidade de espécimes de um mesmo dente; redução da área adesiva, e permite o estudo de diferenças em porções contíguas de tecido como esmalte e dentina,

dentina coronária e radicular, dentina superficial e profunda, dentina cariada e sadia ou dentina úmida e seca (Armstrong et al.³⁹ 1998, Gomes⁴⁰ 1999, Leloup et al.⁴¹ 2001, Cardoso et al.⁴² 2002, Carrilho et al.⁴³ 2002, Garcia et al.⁴⁴ 2002).

Possivelmente a falta de consenso nos resultados sobre o comportamento dos adesivos segundo a profundidade dentinária se deva à não utilização de metodologias corretas ou padronizadas que permitam uma análise com maior exatidão da influência das variações regionais dos substratos.

Com base na descrição anterior, se faz necessário a realização de novos estudos com novas metodologias que permitam uma melhor compreensão do desempenho de novos sistemas adesivos quando aplicados em substrato dentinário.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nakabayashi et al.²¹ (1982) estudaram a resistência adesiva do monômero 4-META sobre substratos dentários condicionados com uma combinação de ácido cítrico 10% numa solução de cloruro férrico. Foram obtidos valores de resistência de união de até 18 MPa. As observações através da Microscopia Eletrônica de Varredura mostraram monômeros polimerizados infiltrando o substrato, sugerindo certa afinidade por ele. Concluíram que a adesão depende da penetração nos túbulos dentinários, e principalmente da interpenetração no substrato desmineralizado formando-se uma camada híbrida ácido-resistente.

Gwinnett²² (1993) através do seu estudo determinou quantitativamente a participação da infiltração do adesivo resinoso na resistência de união ao cisalhamento do adesivo All-Bond 2. Foram utilizados 30 terceiros molares divididos em três grupos em função do tratamento do substrato: G1) *smear layer* preparado com lixa 600; G2) *smear layer* removido com o sistema Prophy Jet; G3) dentina condicionada com ácido fosfórico 10% por 20 s; G4) dentina fraturada. A morfologia superficial e interfacial foi analisada por MEV. Os valores em MPa com diferenças significativas foram: Grupo 1: 10,24±2,98; Grupo 2: 20,37±4,62; Grupo 3: 32,68±7,12; e Grupo 4: 26,77±4,85. A penetração de resina dentro dos túbulos foi observada somente no grupo 4, e no grupo 3 foi observada penetração intra e intertubular, concluindo que a penetração resinosa pode contribuir em 30 % na resistência ao cisalhamento, correspondendo em 15% à formação da camada híbrida e a outra metade à formação dos *tags* resinosos. O resto seria atribuído à retenção macro-mecânica e interação físico-mecânica entre o adesivo e o substrato.

A fim de estudar a morfologia da interface dentina-adesivo, discos de dentina-adesivo-resina foram condicionados por meio de um feixe de íon argon para seu exame através do MEV, ou desmineralizados por uma solução aquosa de EDTA para facilitar o corte e revelar a ultra-estrutura através do MET. Os resultados mostraram a presença de uma camada de transição definida como camada híbrida ou zona de interdifusão resina-dentina com uma espessura de aproximadamente 2 µm claramente observada na dentina intertubular. A camada de adesivo esteve

representada por uma camada obscura por cima da camada híbrida; e a penetração do adesivo nos túbulos dentinários foi observada através dos *tags* resinosos os quais apresentaram uma constrição ao atravessar a camada híbrida. Dentro da camada adesiva foram observados aglomerados de micro-partículas inorgânicas provenientes da resina composta; como também foram observadas marcando o limite entre a camada do adesivo e a camada híbrida, e em menor quantidade dentro desta última, partículas correspondentes à sílica do ácido condicionador. Num maior aumento no MET, foram reveladas três camadas ultra-estruturalmente diferentes. Uma camada superior com uma coloração preta difusa e sem estrutura, que corresponderia ao colágeno desnaturalizado, apresentando muitas prolongações bem marcadas penetrando numa camada média de fibras colágenas colapsadas. Estas apresentaram em sua maioria uma disposição paralela à interface e perpendicular aos túbulos, contendo pequenas partículas correspondentes a cristais de hidroxiapatita. Na parte superior desta camada média se observaram estruturas com forma de túnel com estrias transversais e características eletrodensas atribuídas ao adesivo. Na parte baixa linhas eletrodensas separaram as fibras seccionadas transversalmente. Uma última camada inferior, com grande quantidade de cristais de hidroxiapatita, a separava da camada de dentina não alterada. Van Meerbeek et al.²⁴ (1993), concluíram que a difusão de monômeros resinosos na camada de dentina desmineralizada diminui com a profundidade dentinária e que o condicionamento ácido talvez provocasse a desnaturalização das fibras de colágeno.

Perdigão et al.⁴⁵ (1994) avaliaram a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos (All-Bond 2, Amalgambond Plus, Prisma Universal Bond 3 e Scotchbond Multi-Purpose) aplicados sobre substratos dentinários com diferentes níveis de mineralização. A obtenção de dentina média foi a partir do corte na metade de altura coronária de 120 molares para ser tratada artificialmente através da imersão em uma solução remineralizante, ou desmineralizada através de ácido acético, ou armazenadas em água destilada para criar os modelos de dentina esclerótica, cariada e normal respectivamente. Para cada sistema adesivo, os valores de resistência ao cisalhamento foram significativamente maiores para dentina normal que para os outros substratos. A falta de minerais na dentina desmineralizada indica a importância da adesão mecânica mais do que a adesão

química ao colágeno; e a obliteração dos túbulos por hipermineralização impediria a correta penetração do sistema adesivo. Demonstraram assim que tanto grau de abertura dos túbulos como o conteúdo mineral da região intertubular são fatores importantes na adesão.

Numa revisão sobre os testes de adesão de agentes adesivos aplicados em dentina, Pashley et al.⁴⁶ (1995) estudaram as diferentes variáveis envolvidas. Entre elas se encontram as relacionadas com o substrato, os procedimentos de armazenagem, condicionamento, imprimação e adesão e as relacionadas aos testes. O teste de microtração possui vantagens como produzir maior quantidade de falhas adesivas do que coesivas, permite medir valores de adesão altos e de realizar mensurações regionais, os valores de média e suas variações podem ser obtidas do mesmo dente, permite trabalhar com superfícies irregulares e em áreas pequenas o que facilita a observação ao MEV. Dentre as desvantagens se encontram a dificuldade para obtenção das amostras e para medir valores de resistência menores a 5 MPa, a necessidade de equipamento especial e rapidez de desidratação das amostras pelo seu tamanho pequeno.

O modelo de Pashley et al.²⁵ (1995), permitiu calcular a resistência adesiva de um sistema adesivo convencional em função da profundidade dentinária para estabelecer a contribuição dos *tags* resinosos, da camada híbrida e da adesão superficial. Em condições ideais, a formação da camada híbrida deveria ser o principal mecanismo de adesão na dentina superficial, e na dentina profunda a maior quantidade de túbulos dentinários faria a principal contribuição na união dos adesivos. Foi estabelecido como parâmetro o comprimento de um túbulo condicionado em 10 µm de profundidade, com um diâmetro na base de 3 µm e de 1 µm no extremo. O cálculo foi feito a partir do trabalho de Garberoglio e Brännström de 1976 considerando o substrato sendo condicionado com ácido fosfórico, onde na dentina superficial (Espessura de remanescente dentinário ERD = 3.5 mm) a área tubular (AT) participaria em 6% na adesão e a dentina intertubular em 94%, estando dividida em 50% aquela que é permeável e 50% aquela participa só de adesão superficial. Numa dentina considerada profunda (ERD= 0,1-0,5 mm) a área de dentina tubular é de 36% e as áreas permeáveis e não permeáveis da dentina tubular caem para 32% cada uma. A relativa contribuição da formação de *tags*,

camada híbrida e adesão superficial, tendo em conta uma resistência coesiva da resina de 60 MN/m^2 em dentina superficial e profunda foi de 9, 68 e 23%, e 46, 41 e 14%, respectivamente. Concluindo assim que a resistência de união do adesivo aplicado numa dentina condicionada com ácido fosfórico tem uma relação estreita com a resistência coesiva da resina, com o grau de penetração na dentina intertubular e formação dos *tags* resinosos e com a superfície ocupada por cada estrutura.

Yoshiyama et al.²⁶ (1995) avaliaram a morfologia interfacial de dois sistemas adesivos, All-Bond 2 e Imperva Bond, quando aplicados sobre dentina superficial e profunda (ERD = $3,83 \pm 0,71 \text{ mm}$ e $0,78 \pm 0,17 \text{ mm}$, respectivamente), por meio do MEV usando a técnica de sanduíche inversa, e a resistência adesiva através do teste de microtração. Foi observada maior quantidade de túbulos dentinários por área na dentina profunda que na dentina superficial. As espessuras de camada infiltrada foram maiores na dentina profunda ($4\text{-}8 \text{ }\mu\text{m}$) que na dentina superficial ($2\text{-}4 \text{ }\mu\text{m}$) para ambos adesivos. Isso se deveria a que os ácidos penetram mais rápido nos túbulos dentinários que na dentina intertubular e que a dentina profunda possui maior quantidade de canais laterais. O comprimento dos *tags* de resina foi estatisticamente superior em dentina profunda ($25 \text{ }\mu\text{m}$) que na dentina superficial ($16 \text{ }\mu\text{m}$), também para ambos adesivos. Os valores de microtração não mostraram diferenças significativas tanto para os adesivos como para o substrato ($20,6\text{-}28,5 \text{ MPa}$). Porém quando os adesivos foram aplicados em dentina profunda sem condicionamento os valores foram significativamente menores caindo para a metade.

Mjör e Nordahl⁵ (1996) examinaram a densidade tubular e as conexões laterais de dentina humana por microscopia óptica e MEV. O estudo foi realizado a partir de cortes axiais buco-linguais de 50 pré-molares recém irrompidos. Alguns dos dentes foram fixados, desmineralizados, embutidos em parafina e corados para observação no microscópio óptico. Em parte das amostras foi eliminada parafina e processadas para observação no MEV. A densidade tubular foi estabelecida em oito setores predeterminados: três na coroa, três na junção cimento-esmalte e dois na raiz. A densidade tubular foi expressa como número de

túbulos em sentido longitudinal cada 100 μm em três diferentes profundidades: 50 μm da junção predentina-polpa, na metade da dentina, e a 250 μm da junção cimento-esmalte ou cimento-dentina. A densidade tubular variou entre 9 a 24 túbulos cada 100 μm , (8100-57600 túbulos/ mm^2) dependendo da profundidade da dentina. Em relação aos túbulos laterais estes foram encontrados em forma abundante em lugares onde a densidade tubular era menor. Os canalículos laterais encontrados na periferia foram de um diâmetro maior (0,5-1,0 μm). Na região radicular foram encontrados de um diâmetro menor, aproximadamente entre 300-700 nm. Microcanalículos de 25-250 nm de diâmetro partindo em ângulo reto dos túbulos dentinários se encontraram em maior quantidade em todos os setores da dentina. Concluíram que existe a necessidade de uma melhor caracterização da dentina para melhor compreensão dos testes de adesão e de permeabilidade.

Perdigão et al.⁴⁷ (1996) analisaram o efeito condicionador de seis ácidos fosfóricos utilizados em diferentes concentrações (10%, 32% e 37%) e com diferentes agentes espessantes (sem espessante, sílica e polímero). Foram obtidos discos de dentina de profundidade média a partir de cortes perpendiculares de molares humanos. Depois de ser aplicados os diferentes ácidos, os espécimes foram fixados, desidratados e secados para sua observação em MEV de emissão de campo. Nos espécimes fraturados foi avaliada a profundidade de desmineralização, presença de dentina peritubular remanescente e a espessura da camada de resíduos formada na superfície do substrato. Os resultados mostraram que a profundidade de penetração do ácido fosfórico está relacionado com a concentração do mesmo e principalmente com o tipo de espessante utilizado, sendo que os que possuem polímero ou carecem de espessante tem maior agressividade. A morfologia do condicionamento segundo o espessante foi diferente. O tipo de substrato tratado com ácido e sílica apresentou resíduos do espessante na superfície da rede de colágeno desmineralizada, dentina peritubular remanescente e menor profundidade de desmineralização. Nas amostras tratadas com polímero a profundidade de condicionamento foi significativamente maior, com ausência de remanescentes de dentina peritubular e da camada superficial de resíduos, porém se observou uma zona de formação de hiatos entre a rede colágena e a dentina intacta.

Eick et al.⁶ (1997), descreveram a relação diretamente proporcional que existe entre a ERD e a área de dentina intertubular; e inversamente proporcional entre ERD e densidade tubular (DT) e a área ocupada por túbulos dentinários (ATD). Nos setores onde a ERD é de 0,1-0,5 mm a DT é de 4.500.000 por cm² e a ATD é de 31,8 %. Já na dentina considerada superficial a DT diminui para 1.900.000 por cm² e a ADT para 13,4 %. Isso se dá pela morfologia característica da dentina onde cada túbulo consiste num cone invertido e alongado, tendo seu diâmetro menor na junção esmalte-dentina (JED) (0,8 µm) e seu diâmetro maior na proximidade pulpar (3 µm).

Segundo Marshall et al.⁷ (1997), a dentina primária é formada durante o desenvolvimento do dente. Seu volume e conformação variam com o tamanho e forma do dente. A dentina está composta por aproximadamente 50 % do volume em minerais na forma de carbonato, e apatita pobre em cálcio; 30 % do volume correspondem a material orgânico principalmente colágeno tipo I; e aproximadamente 20 % do volume é um líquido similar ao plasma. Os túbulos dentinários representam o trajeto convergente das células odontoblásticas desde a JED ou cemento-dentina até a câmara pulpar. A densidade tubular é menor na JED e maior na proximidade da polpa. Os valores de porcentagem de túbulos por área e diâmetro variam desde 22% e 2,5 µm perto da polpa a 1% e 0,8 µm na JED respectivamente. Em relação à zona intertubular e à zona peritubular, as mesmas variam desde 12% perto da polpa a 96% perto da JED, e desde 60% a 3% na JED respectivamente. Concluíram que ainda existe muita informação a ser investigada em relação à morfologia e estrutura da dentina permitindo tomar mais consideração destas características em função das propriedades dos materiais de restauração. A falta de consenso nos diferentes trabalhos publicados não depende somente das diferenças nas metodologias utilizadas, mas também às características deste substrato o qual sofre variações ao longo do tempo devido à cárie e outros processos patológicos. Novas metodologias baseadas em avanços tecnológicos permitirão um conhecimento e compreensão dos mecanismos de adesão.

Marshall et al.³² (1997) investigaram a relação do grau de desmineralização provocado pelo ácido fosfórico com diferente pH (0,95; 2,0 e 4,0) em função de diferentes profundidades dentinárias e em comparação com o ácido

cítrico. Foram obtidos discos de dentina de cada dente a partir de cortes perpendiculares ao longo eixo do dente de 1,5 mm de espessura em diferentes profundidades (superficial e profunda). Posteriormente os discos foram fraturados na parte media, e polidos com pasta de 0,05 μm . Imagens dos substratos foram realizadas com microscópio de força atômica. Posteriormente 60 μL de cada ácido foram aplicados na parte central de cada disco por um tempo predeterminado (5 s ou 30 min), realizado o lavado e novas fotografias foram tomadas no mesmo ponto referenciado. O processo desmineralizador foi claramente visível na dentina peritubular, porém a recessão da dentina intertubular foi menos agressiva e mais lenta, estabilizando-se com o tempo principalmente para os ácidos com maior pH. Os resultados também mostraram, com esta metodologia, total independência da profundidade dentinária na velocidade e grau de desmineralização dos substratos. Concluíram que a microscopia de força atômica é um método efetivo para avaliação da capacidade de condicionamento dos ácidos; e que quanto menor o pH dos ácidos condicionadores existe maior capacidade de dissolução da dentina peritubular do que da dentina intertubular, principalmente quando é utilizado o ácido cítrico.

O objetivo da revisão de Pashley e Carvalho²⁷ (1997) foi avaliar as variáveis correspondentes à estrutura da dentina e sua relação com a técnica adesiva e descrever a importância da penetração da resina nos túbulos dentinários e nos espaços criados entre as fibras colágenas pelo condicionamento ácido para o sucesso da técnica adesiva. Consideraram que na dentina superficial, onde o conteúdo de túbulos é menor do que na dentina profunda, a penetração da resina na dentina intertubular será a responsável pela maioria da resistência adesiva, dependendo assim da porosidade existente na matriz colágena criada pelo condicionamento. No entanto, na dentina profunda, os túbulos dentinários são abundantes, pelo qual a permeabilidade intratubular da resina será a responsável da retenção e selamento, sendo influenciada pelo conteúdo de fluido sob pressão pulpar. Devido à limitada resistência da camada de esfregaço, as únicas duas opções para aumentar a resistência adesiva à dentina são eliminar a mesma ou desenvolver agentes que penetrem a traves dessa camada dentro da matriz dentinária subjacente. A partir da implementação dos sistemas *self-etching/self-priming*, os quais utilizam uma solução *primer* ácida que permite permear os canais com água existentes entre as partículas do *smear layer*, alargando-os e

penetrando na parte superficial da camada dentinária sem condicionar; a camada de esfregaço pode ser considerada como um substrato verdadeiro. O sucesso da técnica adesiva úmida se deve à menor contração e ao aumento do módulo de elasticidade da matriz, desde que os solventes provocam uma perda gradual da água permitindo a ocupação dos poros com monômeros. Este tipo de solventes, como álcool e acetona, possuem uma pressão de vapor maior do que a água, pelo que geram menor tensão de superfície na matriz, o que significa menor possibilidade de colapsar.

Armstrong et al.³⁹ (1998) realizaram um estudo com a finalidade de determinar a resistência de união dos sistemas adesivos All-Bond 2 e Optibond FL e verificar o modo de fratura de cada espécime através da MEV. Para a obtenção de superfícies planas de dentina foram realizados cortes perpendiculares ao longo eixo de terceiros molares. Sobre essas superfícies foram realizadas as reconstruções coronárias com os sistemas adesivos mencionados e a resina composta Prodigy B1. Após 24 h de armazenado os dentes foram cortados seguindo o protocolo para obtenção de espécimes em formato de ampulheta. Os mesmos foram estressados e as superfícies foram analisadas por MEV para determinar a localização da fratura. Os modos de fratura foram classificados como interfaciais (adesivos ou mistos) ou do substrato (resina ou dentina). Não houve diferenças significativas na resistência de união entre os sistemas adesivos, porém os modos de fratura foram diferentes sendo que 12/20 das fraturas foram coesivas do compósito, talvez devido à maior proporção de carga inorgânica (48%). Do total de fraturas entre ambos adesivos um 55% correspondeu ao modo coesivo. Por meio do teste de Pearson foi estabelecido que menos do 1% das fraturas está relacionada com a espessura de remanescente dentinário. Em relação ao teste de microtração concluíram que permite realizar múltiplas mensurações de um mesmo dente, já que trabalha com áreas pequenas; porém a interpretação dos modos de fratura deve ser realizado em forma detalhada para um melhor aproveitamento dos resultados obtidos. Assim, consideram a MEV como um método essencial para análise dos modos de fratura, a qual deveria ser realizada em todos os espécimes, permitindo uma melhor compreensão da dinâmica da interface resina-dentina.

Jacobsen e Soderholm¹³ (1998) demonstraram que a relação entre forma de aplicação dos adesivos, composição destes e umidade do substrato afeta diretamente a qualidade da adesão. Avaliaram a força de cisalhamento de adesivos com *primers* a base de água ou acetona aplicados sobre substratos úmidos ou secos, em forma ativa ou passiva. Foram conformados oito grupos de estudo segundo as diferentes variáveis. Os resultados mostraram para os adesivos a base de acetona valores altamente significativos quando foram aplicados em substratos úmidos em forma passiva ($25,5 \pm 4,79$ MPa). Os adesivos a base de água apresentaram menor sensibilidade ao tipo de substrato e à forma de aplicação, com valores sem diferenças significativas entre $17,4 \pm 4,50$ e $21,9 \pm 4,94$ MPa.

Perdigão et al.⁴⁸ (1999) estudaram a ultramorfologia de dentina superficial e profunda após o condicionamento com ácido fosfórico a 35% e seguido ou não de desproteinização com hipoclorito de sódio 5%. Como metodologia para observação utilizaram a Microscopia de Varredura de Emissão de Campo permitindo a visualização de detalhes da superfície dentinária; e a microscopia de força atômica a qual evita qualquer artifício de contração como acontece no MEV. Observaram uma profundidade de desmineralização da dentina intertubular superficial entre 2.0-2.5 μm , e de 2.5 e 3.0 μm na dentina intertubular profunda; e revelaram extensos labirintos de túbulos secundários e anastomoses que se abriam na região intertubular, observados tanto na dentina superficial como profunda, e na região peritubular presentes somente na dentina superficial.

Tendo em conta que em dentina profunda, próxima à polpa, a permeabilidade aumenta e a influencia da pressão pulpar altera o grau de umidade superficial e intrínseca podendo afetar a resistência de união; Pereira et al.²⁸ (1999) avaliaram a influencia da umidade intrínseca da dentina na resistência adesiva regional. Terceiros molares humanos foram divididos em três grupos: 1-sem pressão pulpar, 2-pressão pulpar de 15 cm H₂O, e 3-secada num dessecador. Os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond II (Kuraray) e One Step (Bisco) foram aplicados sobre as superfícies dentinárias. As reconstruções coronárias foram realizadas com a resina composta química (Concise, 3M) e depois da armazenadas a 37 °C por 24 h.

Os espécimes foram seccionados em lâminas de 0,7 mm de espessura e divididos em subgrupos: regiões próximas aos cornos pulpare (ERD = $1,47 \pm 0,6\text{mm}$ - $2,35 \pm 0,5\text{mm}$), regiões centrais localizadas entre os cornos pulpare (ERD = $2,36 \pm 0,5\text{mm}$ - $3,65 \pm 0,4\text{mm}$), e regiões periféricas localizadas entre os cornos e a junção esmalte-dentina. Após foram desgastados e submetidos ao teste de microtração. Não foram encontradas diferenças significativas para os grupos 1 e 2 restaurados com Clearfil Liner Bond II ($p > 0,05$), independentemente da profundidade dentinária. Porém, para o adesivo One Step foram encontrados valores significativamente menores na região pulpar dos grupos 1 e 2 ($p < 0,01$). Para o grupo 3, todos os valores foram significativamente menores sendo que as diferenças regionais não influenciaram os resultados. Concluíram que a umidade intrínseca da dentina afetou significativamente os valores de resistência de união regionais, porém a aplicação de pressão pulpar positiva teve pouca influencia. O condicionamento com ácido fosfórico mostrou valores significativamente menores na região dos cornos pulpare (dentina profunda) e diferenças regionais podem ser também dependentes do material.

Prati et al.³³ (1999) procuraram avaliar os efeitos do NaOCl na remoção da camada desmineralizada através do exame da morfologia da camada híbrida por meio da MEV e medição da resistência ao cisalhamento após de diferentes tratamentos da dentina. Foram obtidos discos de dentina de terceiros molares irrompidos extraídos de pacientes com idade entre 19-35 anos, a partir da remoção do esmalte oclusal com um disco diamantado considerando dentina superficial aquela onde seu centro da sua superfície se encontrava a 0,5mm da união amelodentinária, e dentina profunda aquela onde as áreas periféricas se encontravam a 0,5mm do corno pulpar mais alto. As superfícies receberam diferentes condicionamentos com ácido fosfórico e NaOCl e foram tratadas com os sistemas adesivos Optibond FL (OP), Prime & Bond 2.0 (PB), Scotchbond MP Plus (SBMP) e Single bond (SB). Após foram divididos em duas metades ao longo do seu diâmetro e em cada metade se aplicou um procedimento diferente. Um desses consistiu no polimento da interface com discos de granulação decrescente, lavagem com ultra-som, tratamento com NaOCl e foram observados na MEV realizando seis medições randomizadas para avaliação da espessura da camada dentinária

infiltrada pelo adesivo, As outras metades foram desmineralizadas com ácido fosfórico 37% por 70 h, lavadas, condicionadas com NaOCl 10% por 72 h e tratadas para análise no MEV da morfologia e diâmetros dos *tags* resinosos. Os resultados mostraram espessuras da camada de dentina infiltrada por resina após condicionamento ácido na dentina superficial de: 3,0-4,5 μm (SB), 2,0-4,0 μm (SBMP), 2,0-3,5 μm (OP) e 2,5-4,0 μm (PB); e na dentina profunda de: 5,0-7,5 μm (SB), 4,0-6,5 μm (SBMP), 4,0-5,5 μm (OP) e 4,0-8,5 μm (PB). A dentina superficial das superfícies condicionadas com ácido fosfórico apresentou túbulos com diâmetro de 1,2-2,0 μm , *tags* resinosos com diâmetro de 1,0-2,0 μm , ausência de canalículos laterais e uma área superficial de dentina intertubular de 70-90%. Na dentina profunda com o mesmo condicionamento foram observados túbulos com diâmetro de 2,7-3,0 μm , *tags* resinosos com diâmetro de 2,0-3,5 μm , escassos canalículos laterais e uma área superficial de dentina intertubular de 20-50%. A presença de fendas foi freqüentemente observada ao longo da interface entre a dentina intertubular e a camada de dentina infiltrada pelo adesivo ou entre essa camada e a resina de adesão. No PB e SB também foi freqüentemente observado um núcleo de resina no meio dos *tags* resinosos quando cortados longitudinalmente.

Yoshikawa et al.³⁴ (1999) pesquisaram o efeito da configuração cavitária e da profundidade dentinária na resistência de união da resina Clear Photo Posterior aderida com os adesivos Clearfil Liner Bond II (LB II), One-Step (OS) ou Super-Bond D Liner (DL). Através do desgaste com lixas e irrigação aquosa foram obtidas superfícies planas de dentina superficial e profunda. Os resultados de microtração se mantiveram uniformes em dentina superficial e profunda para o adesivo LB II, porém para os outros adesivos houve uma diminuição significativa quando aplicados na dentina profunda. A padronização do substrato se mostrou homogênea durante a obtenção da dentina profunda com valores de ERD entre $1,3 \pm 1,2 \mu\text{m}$ e $1,4 \pm 0,4 \mu\text{m}$, no entanto para a dentina superficial foi mais irregular, entre $1,9 \pm 0,5 \mu\text{m}$ e $3,1 \pm 0,5 \mu\text{m}$, apresentando diferenças significativas.

Segundo Kugel e Ferrari³ (2000) a primeira geração de sistemas adesivos esteve representada pelas moléculas bifuncionais de Buonocore e Bowen, capazes de unir-se tanto a tecidos calcificados como esmalte e dentina, e às

resinas compostas. Na segunda geração obteve-se uma melhoria na composição de estas moléculas dando lugar a ésteres como bis-GMA e HEMA. A característica comum a estas duas gerações eram os baixos valores de união, entre 1-4 MPa, devido à união química ao cálcio da dentina e à incapacidade de eliminar o *smear layer*. Um aumento na resistência de união para 10 MPa deu-se com a introdução de monômeros hidrofílicos com capacidade de modificar ou dissolver parcialmente a dentina permitindo aos adesivos da terceira geração penetrar através do *smear layer* e aumentar sua retenção. É a partir do ano 1990 que se populariza o condicionamento ácido total preconizado por Fusayama e a teoria da camada híbrida de Nakabayashi. Desta forma, a técnica adesiva úmida própria dos adesivos da quarta geração, esta constituída pela penetração de monômeros hidrofílicos na rede de fibras colágenas desmineralizadas e nos túbulos dentinários formando os denominados *tags* resinosos. Com a finalidade de simplificar os procedimentos clínicos em função do tempo e sensibilidade da técnica, surgiram os adesivos da quinta geração. Constituídos por aqueles onde o *primer* e o adesivo se encontram no mesmo frasco, denominados “One-bottle systems”; e por aqueles que prescindem do condicionamento com ácido fosfórico, os denominados “Self-etching Primers” introduzidos por Watanabe e Nakabayashi.

Para Saboia et al.⁴⁹ (2000), os métodos para a visualização por microscopia eletrônica de varredura da interface estão bem descritos na literatura, no entanto, podemos obter imagens diversas e até contraditórias em um mesmo espécime quando fatores como sitio de dentina para adesão, ângulo de secionamento do espécime e seleção do fragmento a ser visualizado são tratados de forma aleatória. Fatores como direcionamento, comprimento e densidade de *tags* são influenciados pela profundidade, tipo de dentina, bem como pela angulação durante o corte desta no preparo do espécime. A não-padronização dos ângulos de secionamento da dentina e da seleção dos fragmentos de espécimes seccionados a serem visualizados pode levar a erros de interpretação na observação dos *tags* através de MEV. Mostraram os diferentes padrões micromorfológicos da interface adesiva que podem ser encontrados em fragmentos de um mesmo espécime em função da variação de fatores durante o processamento dos mesmos para análise no MEV. Para isso, cilindros de resina foram cimentados na dentina da superfície oclusal de terceiros molares inclusos recém extraídos e posteriormente seccionados

longitudinalmente. Os resultados obtidos indicaram uma grande variação no direcionamento e comprimento dos *tags*. Isso indica a necessidade de uma padronização dos sítios de dentina, angulação de secionamento dos espécimes e escolha de fragmentos a serem visualizados, a fim de evitar possíveis erros de interpretação ao se analisar a eficiência da penetração dos sistemas adesivos.

Schilke et al.⁸ (2000) compararam o número e o diâmetro de túbulos dentinários de superfícies dentinárias obtidas de incisivos permanentes bovinos (RB), de molares decíduos (HD) de crianças entre 9-12 anos e terceiros molares humanos (HP) de pessoas entre 18-23 anos. Foram utilizados 30 terceiros molares humanos, 30 primeiros e segundos molares decíduos e 30 incisivos bovinos, sendo que dos molares humanos foi aproveitado somente a porção coronária. Discos de dentina de 1 mm no sentido médio-distal foram obtidos a partir de desgastes em direção pulpo-bucal até a eliminação da concavidade da câmara pulpar (dentina profunda) e no sentido buco-pulpar para a dentina média. O número de túbulos dentinários por mm² foi contado na parte central de cada lado do espécime em micrografias de 500x de aumento. Os cálculos foram facilitados cobrindo cada microfotografia com um papel de traçado, fixado firmemente, sobre o qual os túbulos puderam ser marcados em quanto eram marcados. O papel de traçado conformava um quadrado com um comprimento de lado de 100 µm no espécime dentinário. Somente os túbulos da direita e do extremo superior da foto foram contados e incluídos no total. O diâmetro dos túbulos dentinários foi determinado em aumentos de 15000x. O diâmetro de dez de túbulos dentinários foi medido de cada lado do espécime. A amostra de dentina foi posicionada de tal forma que a superfície pudesse ser inspecionada quase perpendicularmente, de forma que somente aqueles túbulos que amostraram uma forma quase circular foram escolhidos. A medição do diâmetro menor a través do orifício tubular diminuiu o erro causado por túbulos cortados em forma oblíqua. A calibração foi estabelecida por meio da escala de medição da microfotografia. A densidade tubular encontrada em dentina média foi maior na dentina radicular bovina (RB) (número de túbulos por mm² ± DP: 23,760±2453) do que na dentina humana decídua (HD) (18,243±3845), na permanente (HP) (18,781±5855) e na dentina coronal bovina (CB) (17,310±2140). Os valores correspondentes para dentina profunda foram BR (23,738±4457), HD (24,162±5338), HP (21,343±7290) e CB (20,980±4198), não encontrando diferenças

significativas nestes três últimos. O diâmetro médio dos túbulos dentinários foi levemente maior, mas não significativamente, na dentina bovina (dentina media/profunda $\pm$ DP): CB ($2,85 \pm 0,18 \mu\text{m}$ / $3,50 \pm 0,33 \mu\text{m}$), RB ($3,10 \pm 0,33 \mu\text{m}$ / $3,23 \pm 0,30 \mu\text{m}$), HD ($2,55 \pm 0,16 \mu\text{m}$ / $2,82 \pm 0,28 \mu\text{m}$) e HP ($2,65 \pm 0,19 \mu\text{m}$ / $2,90 \pm 0,22 \mu\text{m}$). As diferenças encontradas nos resultados quando comparados com outros estudos se devem à pequena quantidade de dentes, à técnica de preparo da superfície dentinária ou às diferenças entre dentes dependentes da idade dos doadores. Concluíram que a densidade dentinária foi maior na dentina profunda na proximidade da polpa, e que o fator que representa esse aumento desde dentina média para profunda equivale a 1,14 para dentina permanente.

Giannini et al.²³ (2001) determinaram a correlação entre a densidade tubular (DT) e área ocupada por dentina sólida (ADS) com a resistência de união dos sistemas adesivos Clearfil Liner Bond 2V(LB) e Prime & Bond 2.1 (PB) quando aplicados sobre superfícies dentinárias superficiais, médias e profundas obtidas a partir de cortes perpendiculares ao longo eixo por baixo do sulco mais profundo, na metade da coroa e próximo à junção esmalte-cimento respectivamente de 19 terceiros molares. Depois de obtidos os espécimes com formato de palito e testados na máquina de ensaio universal, o lado correspondente à dentina de cada palito foi polido com papel de lixa de granulação #1000, condicionado com ácido fosfórico 37% por 15 s, lavados e secados ao ar para sua posterior observação no MEV. Microfotografias em aumento de 1000X foram usadas para calcular a densidade tubular (DT) por contagem manual do número de túbulos numa área de $500 \mu\text{m}^2$. O diâmetro médio dos túbulos foi obtido a partir de medições diretas num aumento de 4000X utilizando um paquímetro digital sobre no mínimo quatro túbulos por fotografia. Os valores de resistência adesiva para PB estiveram entre 16,37 MPa (com uma DT de 58,105 túbulos/ mm^2) e 86,98 MPa (numa DT de 10,472 túbulos/ mm^2). A porcentagem de ADS aumentou de 45% para a dentina mais profunda ate aproximadamente 94% para a mais superficial. Para o LB os valores foram desde 6,64 MPa (numa DT de 34,290 túbulos/ mm^2) ate 46,96 MPa (DT 14,864 túbulos/ mm^2). A ADS esteve entre 55% até 93% para dentina profunda e superficial respectivamente. Os resultados mostraram que variações regionais em DT e ADS podem modificar a resistência de união dos sistemas adesivos, sendo mais evidente com os sistemas a base de acetona que com o sistema autocondicionante. A

adesão ideal a dentina profunda é muito dependente da adequada formação dos *tags* resinosos dentro dos túbulos dentinários apresentando comprimento; sendo assim um procedimento com maior sensibilidade na técnica e dependente da habilidade do operador para o controle correspondente da umidade de superfície e aplicação de cada sistema adesivo.

Koibuchi et al.⁹ (2001) investigaram o efeito da camada de esfregaço criada com papel abrasivo de granulação #180 e #600 na resistência de união de um sistema adesivo Clearfil Liner Bond II quando aplicado sobre dentina humana. Para isso as superfícies dentinárias de 15 elementos dentários foram desgastadas usando um desses abrasivos, o *primer* do sistema adesivo foi aplicado em forma passiva por 30 s., secado com ar, aplicado o adesivo e fotopolimerizado por 20 s. Depois foi polimerizada por incrementos sobre essa superfície uma resina composta para reconstruir a porção coronária. Os corpos-de-prova foram cortados com formato de ampulheta e armazenados em água por 24 h a 37 °C, para serem submetidos ao teste de tração. As interfaces adesivas fraturadas foram examinadas por MEV. As camadas de esfregaço criadas com granulação #180, simulando à gerada pelas brocas de preparo cavitário, parecem ser mais irregulares em comparação com as formadas com granulação #600 as quais se observam contíguas à dentina subjacente. Os resultados mostraram diferenças significativas com valores de 10,0 MPa (7,2) e 28,5 MPa (5,2) para as granulações #180 e #600 respectivamente, sendo que para os primeiros se observaram fraturas dentro do *smear layer*.

A partir de um estudo de meta-análise realizado sobre artigos publicados entre 1992 e 1995, foi analisada a influencia das diferentes variáveis envolvidas na adesão a dentina. Leloup et al.⁴¹ (2001) concluíram que fatores como origem e tipo de dentes, pressão pulpar, temperatura e tempo máximo de armazenagem, profundidade dentinária, tipo de compósito usado, área de adesão, meio de armazenamento dos espécimes, tipo de teste e velocidade utilizada no mesmo devem ser padronizados para uma correta interpretação dos dados e das informações obtidas.

Tay e Pashley¹⁴ (2001) determinaram, através de MET, a agressividade dos adesivos autocondicionantes Clearfil SE Bond (Kuraray), Non-Rinse Conditioner/Prime&Bond NT (Dentsply DeTrey) e Prompt L-Pop (ESPE). Foram aplicados sobre discos de dentina com *smear layer* de diferente espessura, criados com lixas de granulometria #60 e #600, ou na ausência destes criados pela fratura dos discos. Segundo a capacidade de penetrar na subsuperfície da dentina os adesivos Clearfil, Non-Rinse e Prompt L-Pop foram classificados como de baixa, media e alta agressividade respectivamente. O Clearfil penetrou entre 0,4-0,5 μm , e integrou tanto *smear layer* como *smear plug* na hibridização. Prompt L-Pop teve capacidade de total dissolução da camada de esfregaço e de *smear plugs* independentemente da espessura, penetrando entre 2,5-5,0 μm e comportando-se em forma similar aos sistemas que utilizam condicionamento com ácido fosfórico. O Non-Rinse mostrou características intermediárias. Em relação ao *smear layer*, foi considerado como ter pouca capacidade de tamponamento já que em nenhum dos três adesivos impediu a formação da camada híbrida.

Segundo Ten Cate¹⁰ (2001) a dentina conforma o tecido calcificado do complexo dentinopulpar sendo que seu volume e conformação variam com o tamanho e forma do dente. A dentina madura está composta quimicamente, em peso, por aproximadamente 70% de minerais na forma de carbonato e apatita pobre em cálcio, 20% de material orgânico principalmente colágeno tipo I junto à glicoproteínas, proteoglicanos e fosfoproteínas, e 10% de um líquido similar ao plasma, correspondendo estes valores em volume a 45%, 33% e 22% respectivamente. Dentina primária e secundária, embora sejam formadas em épocas diferentes do crescimento dentário, possuem uma estrutura tubular contínua e a mesma proporção mineral e orgânica. Esses túbulos dentinários estendem-se por toda a espessura da dentina, desde as junções esmalte-dentina e cemento-dentina até câmara pulpar, correspondendo ao trajeto seguido pelos odontoblastos durante a dentinogênese. Medem aproximadamente 2,5 μm de diâmetro perto da polpa, 1,2 μm na porção média da dentina e 900 nm perto da JED. Na região coronária de dentes pré-molares e molares jovens, seu número varia de 59.000-76.000 por milímetro quadrado na superfície pulpar (aprox. 22% da área ocupada por dentina) e aproximadamente a metade por milímetro quadrado próximo ao esmalte (aprox. 1% da área ocupada por dentina). Os túbulos também apresentam ramificações as

quais podem ter um diâmetro maior (500 a 1.000 μm de diâmetro), médio (300-700 μm) e pequeno (menos de 300 μm). A dentina peritubular ou intratubular está conformada por um anel que possui 40 % mais de minerais do que a dentina intertubular, possuindo uma largura de 44 nm próxima à terminação pulpar e 750 nm de largura perto do esmalte. A dentina intertubular está composta por uma rede firmemente entrelaçada de fibrilas de colágeno tipo I (medindo entre 50 a 200 nm de diâmetro), na qual os cristais de hidroxiapatita são depositados. O compartimento tubular, integrado pelo processo odontoblástico, colágeno tipo I e V, fibras nervosas, proteoglicanos, tenascina, fibronectina, albumina do soro e transferrina concedem à dentina sua vitalidade e a capacidade de responder aos diversos estímulos. Como resposta a estímulos fisiológicos e patológicos pode-se produzir o esclerosamento dos túbulos, formação de dentina secundária com maior velocidade ou formação de dentina terciária, aumentando assim o conteúdo mineral do tecido dentinário.

Terada²⁹ (2001) avaliou a influencia das variações morfológicas do substrato dentinário na resistência de união à microtração de três sistemas adesivos: Clearfil Liner Bond 2V, Single Bond e One Step, utilizando como substrato superfícies planas de dentina superficial. As amostras para o teste de microtração foram obtidas seguindo o protocolo normal obtendo-se aproximadamente 23 espécimes por dente, sendo identificadas com códigos de cores para facilitar o mapeamento do substrato. O sistema One Step atingiu valores de 53,97 ($\pm 12,58$), e o Single Bond 52,59 ($\pm 17,67$), sendo ambos estatisticamente superiores ao Clearfil Liner Bond 2V 32,90 $\pm 12,43$. Concluíram que existe uma variação regional da resistência de união em superfícies planas de dentina, independente do sistema adesivo utilizado, porém comparando-se a resistência de união à dentina central e à periférica, nenhum dos três materiais apresentou diferenca significativa.

O estudo de Arrais e Giannini³⁰ (2002) avaliou a morfologia e a espessura da camada híbrida dos adesivos Scotchbond MP Plus (SM), Single Bond (SB), Etch & Prime 3.0 (EP) e Clearfil SE Bond (CB) aplicados sobre superfícies dentinárias de 16 molares humanos. Os molares foram seccionados pela metade e posteriormente perpendicular ao longo eixo para a obtenção de amostras com uma espessura de remanescente dentinário de 2 mm. As superfícies foram preparadas com lixa #600 por 20 s para a padronização do *smear layer*. Após aplicação de cada

um dos adesivos, seguindo as indicações dos fabricantes, foi aplicada por incrementos a resina Z100 e fotoativada por 40 s. As amostras foram polidas com lixas a pastas de granulação decrescente, e posteriormente as interfaces foram condicionadas com ácido fosfórico 30% por 5 s. Após fixação, desidratação e dessecação foram levadas ao MEV realizando microfotografias em aumentos de 2000X na área correspondente à parte superior da câmara pulpar. Os valores de espessura foram: SM $7,41 \pm 1,24 \mu\text{m}$; SB $5,55 \pm 0,82 \mu\text{m}$; EP $3,86 \pm 1,17 \mu\text{m}$; e CB $1,22 \pm 0,45 \mu\text{m}$. Também observaram a formação de tags resinosos de até 40 μm de comprimento. Os adesivos com condicionamento independente, que possuem um menor pH, foram capazes de formar camadas híbridas de maior espessura devido à maior capacidade para eliminar o *smear layer* e desmineralizar a dentina subjacente.

Cardoso et al.⁴² (2002) avaliaram a resistência adesiva de um sistema adesivo com *primer* autocondicionante e de frasco único, quando aplicados sobre esmalte e dentina. Não encontraram diferenças estatisticamente significativas, sendo que os valores em MPa para o adesivo Clearfil SE Bond foram 38.9 e 44.5, e para o adesivo Excite foram 45.8 e 42.9, para esmalte e dentina respectivamente, gerando iguais condições de adesão para ambos substratos. Entre 93-96.9% corresponderam à falhas adesivas. Como vantagens da técnica de microtração foram mencionadas: versatilidade e eficácia da técnica, possibilidade de obter grande quantidade de espécimes de um mesmo dente, pequeno tamanho dos espécimes com formato de palitos ou de ampulheta obtidos de dentes a partir de cortes transversais e longitudinais com uma interface adesiva com uma área de entre 0,5-1,5 mm^2 permitindo uma melhor distribuição das forças e evitando falhas coesivas na dentina. Isto permite também o estudo de diferenças em porções contíguas de tecido como esmalte e dentina, dentina coronária e radicular, dentina superficial e profunda, dentina cariada e normal, e dentina úmida ou seca. Do ponto de vista da estatística a técnica determina baixos valores de desvio padrão e limitada dispersão de dados ao redor da média. Como desvantagens apresenta demanda de tempo para o preparo dos espécimes e a possibilidade de gerar falhas prematuras durante o corte dos espécimes.

Carrilho et al.⁴³ (2002) avaliaram a resistência adesiva por meio do teste de microtração dos adesivos Single Bond, Bond 1, Prime & Bond NT e Prime &

Bond 2.1 aplicados sobre dentina planificada de 12 terceiros molares humanos. Após o condicionamento ácido as superfícies foram re-umedecidas em função do tipo de solvente de cada sistema. Também a forma de aplicação variou, sendo ativa para os sistemas à base de água/etanol e passiva para os que possuem acetona. A análise de variância revelou não haver diferença significativa entre os quatro adesivos. Entretanto Single Bond mostrou valores significativamente menores quando foi avaliado o percentual de espécimes fraturados precocemente. Em relação aos testes mecânicos para avaliação da resistência de união, ressaltaram que os espécimes utilizados para os testes de cisalhamento e tração convencional apresentam uma área de adesão com secção transversal, em média, dez vezes maior do que a área de um espécime preparado para o teste de microtração. Se bem que em áreas maiores aumentam as possibilidades de maior número de defeitos, no teste de microtração, antes da obtenção dos espécimes o procedimento adesivo é realizado numa extensa área de dentina planificada; por tanto uma vez cortados existirão aqueles que não terão defeito algum até aqueles que o defeito ocupará toda a interface, permitindo desta forma diminuir a variabilidade do substrato.

Numa revisão sobre os testes mecânicos para avaliação da união resina/dentina, Garcia et al.⁴⁴ (2002) citaram algumas dificuldades relacionadas ao teste de tração convencional como a falta de padronização, principalmente devido à falta de similaridade dos dispositivos e equipamentos disponíveis, e à falta de uma correta delimitação da área adesiva. Por outro lado a técnica de microtração permite avaliar a resistência adesiva dentro de um amplo espectro de dimensões de área transversal (0,3 a 15,0 mm²) resultando assim numa diminuição proporcional dos valores de resistência adesiva e em uma troca nos modos de fratura observados, sendo principalmente adesivos, já que a resistência coesiva diminui quando aumenta o volume da área da seção transversa.

Giannini et al.³⁵ (2002) determinaram a resistência à tração do sistema adesivo autocondicionante Etch&Prime 3.0 em diferentes níveis de profundidades dentinárias, (superficial, media e profunda). As mesmas foram obtidas a partir de cortes perpendiculares ao longo eixo de nove terceiros molares, e posteriormente planificadas com lixa de SiC (600) para a obtenção do *smear layer*.

Foi aplicado o sistema adesivo seguindo as recomendações dos fabricantes e reconstruídas as porções coronárias com blocos de compósito pela técnica incremental. Três palitos obtidos aleatoriamente da superfície central de cada elemento dentário foram submetidos ao teste de microtração. Depois as superfícies de dentina correspondente à interface de união foram desgastadas com lixas #1000 e #2000 e condicionadas com ácido fosfórico 35% para o estudo das características morfológicas. Alguns dos espécimes restantes foram analisados com MEV para observação da interface adesiva. As medidas de resistência adesiva obtidas mostraram diferenças significativas entre a união à dentina superficial ($57,68 \pm 4,34$ MPa) e níveis médio ($35,56 \pm 3,52$ MPa) e profundo ($30,22 \pm 4,77$ MPa), não sendo significativo entre estes dois. O aspecto morfológico demonstrou baixa densidade tubular, com túbulos de diâmetro pequeno e uma área maior de dentina intertubular na dentina superficial. A dentina próxima a polpa mostrou características opostas à anterior e a dentina media mostrou características intermediárias. O análise da interface de união, independentemente da profundidade, mostraram que o adesivo teve a capacidade de formar a camada híbrida e *tags* de resina no interior dos túbulos, porém os maiores valores de resistência adesiva não se correlacionam com a maior quantidade de *tags* resinosos observados na dentina profunda. Concluíram que a microestrutura local de dentina, que esta sujeita a variações regionais do substrato, pode modificar o comportamento dos materiais restauradores cuja aplicação depende de técnicas adesivas.

Baseados nos preparos cavitários, segundo Kaaden et al.¹¹ (2002) existe grande variabilidade no substrato onde existe esmalte, dentina superficial e profunda, e que idealmente o sistema adesivo deveria ter igual comportamento em todos eles; avaliaram a resistência dos adesivos Clearfil SE Bond (SE), Prompt L-Pop (LP), e Etch&Prime 3.0 (EP). A profundidade dentinária foi estabelecida a partir da distancia pulpar, sendo entre 2-2,5 mm para dentina superficial e de 0,5-1 mm para dentina profunda. Os valores do EP foram significativamente superiores em esmalte em relação aos outros. Na dentina superficial os resultados (MPa) foram: SE (27,3), LP (8,4) e EP (3,2). Comportamento similar foi observado na dentina profunda com valores de 20,2 (SE), 5,7 (LP) e 1,3 (EP). Concluíram que os melhores resultados foram obtidos no esmalte, sendo que o SE teve os melhores resultados nas diferentes profundidades dentinárias.

Agee et al.⁵⁰ (2003) examinaram a causa da formação dos hiatos submicrônicos presentes nas observações feitas com MEV quando as amostras são desidratadas ou secadas utilizando nitrato de prata para medição da nanoinfiltração por MET. Foram encontrados padrões de nanoinfiltração para todos os adesivos utilizados (One-Step, Single Bond, Prompt L-Pop e One-Up Bond) e presença de hiatos formados entre a dentina intertubular não desmineralizada e a camada híbrida. Os espécimes foram preparados através de cortes seqüenciais até obtenção de lâminas de 0,8 mm de espessura que foram cobertas com verniz até 1 mm de distancia da interface adesiva e submergidas numa solução corante à base de nitrato de prata 50% por 24 h. Os resultados mostraram que os hiatos submicrônicos são artifícios criados pela dessecação durante a preparação dos espécimes provocando concentração de estresse e devem ser levados em conta nos estudos morfológicos das interfaces adesivas; porém a presença de nanoinfiltração não se associa com a presença dos mesmos.

O trabalho de Coutinho et al.³¹ (2003), teve por objetivo identificar as regiões dentinárias com características comuns em cada dente e entre diferentes dentes através do MEV e sua composição básica através de espectrometria por energia dispersiva (EDX). Observaram na região central do dente, abaixo do sulco principal, túbulos com forma circular de diâmetro médio e amplo, regularmente distribuídos. O número de túbulos por unidade de área nesta região é pequeno, aumentando assim a quantidade de dentina intertubular. As regiões embaixo das cúspides e perto dos cornos pulpares estão caracterizadas por túbulos circulares e amplos. Nessas regiões o número de túbulos é muito grande. A principal zona da dentina, localizada entre os sulcos e as cúspides, é caracterizada por uma grande quantidade de túbulos médios e pequenos, regularmente distribuídos, sendo que sua forma varia de circular a elíptica. As áreas periféricas, perto da junção esmalte-dentina, apresentam menor quantidade de túbulos pequenos, irregularmente distribuídos e de forma elíptica. Esta região é a menos homogênea e possui grandes diferenças em relação ao tamanho, forma e distribuição dos túbulos. À diferença do MEV, os resultados do EDX não mostraram variações significantes nas diferentes posições nem entre os dentes estudados. Concluíram que as diferenças

encontradas nos estudos de adesão estão relacionadas à região de dentina utilizada no teste e não à composição da dentina.

Giannini et al.⁵¹ (2003) investigaram o efeito da idade dentária na resistência de união do adesivo Prime & Bond NT à dentina coronária média de terceiros molares irrompidos livres de cárie os quais foram divididas em cinco grupos segundo as faixas etárias: A- 17 a 20 anos, B- 21 a 30 anos, C- 31 a 40 anos, D- 41 a 50 anos e E- 51 a 63 anos. O esmalte oclusal foi eliminado deixando exposta dentina coronária de profundidade média, foi aplicado o sistema adesivo e reconstruída a porção coronária com resina composta através de incrementos. Posteriormente palitos foram obtidos através de cortes seriados nos diferentes planos, e submetidos ao teste de microtração cinco espécimes de cada dente. Não encontraram diferenças significativas nos resultados, porém os dentes mais jovens apresentaram os valores mais baixos. Uma maior capacidade de dissolução dos minerais da dentina foi observada nos dentes mais jovens.

Itou et al.⁵² (2003) baseados na existência da possibilidade de que a camada híbrida possa contrair na câmara de vácuo utilizada para a metalização com ouro para a posterior observação no MEV devido a presença da água residual nas fibras de colágeno e na resina infiltrada na camada híbrida; avaliaram o efeito do método de secado de ponto-crítico na espessura das camadas híbridas criadas utilizando diferentes tipos de sistemas adesivos. Os sistemas adesivos Photobond, Scotchbond MultiPurpose, All-Bond e Mac Bond II foram aplicados segundo instruções dos fabricantes sobre superfícies dentinárias obtidas de superfícies labiais de incisivos bovinos. Depois da reconstrução com resina composta, foram obtidas laminas dos espécimes de 2 mm de espessura a partir de cortes perpendiculares à interface adesiva, para o posterior polimento e condicionamento com ácido fosfórico, seguida de imersão em hipoclorito de sódio 10% por 4 h. Metade dos espécimes foi fixada e secada ao ar por 24 h e a outra metade foi fixada e secada no ponto-crítico para sua posterior metalização e observação no MEV. Os resultados demonstraram que a espessura da camada híbrida foi afetada pelos métodos de secagem, sendo que a técnica do ponto-crítico produz as camadas híbridas com maiores valores ($p < 0,05$) e com uma maior aparência granular e de

porosidade devido a uma menor influência no conteúdo de água residual presente nas interfaces resina-dentina produzida pelos diferentes sistemas adesivos.

Em relação à umidade ideal do substrato e à evaporação do solvente, o trabalho de Reis et al.¹⁵ (2003), teve por objetivo determinar o efeito do grau de umidade do substrato na resistência de união de sistemas adesivos à base de água/etanol (Single Bond [SB]), à base de acetona (One-Step [OS]) e outro à base de água (Syntac Single Component [SC]). Determinaram através do teste de microtração que SB e SC tiveram um melhor desempenho quando aplicados a substratos mais secos (1,5 μL), em tanto que OS demonstrou melhores resultados quando aplicado sobre substratos mais úmidos (3,5 μL). Além dos piores resultados para todos os adesivos ter sido em condições de excesso de água (>4.0 μL), tanto SC com OS toleraram maior grau de umidade que SB. Isto se deveria a que a acetona tem um parâmetro de solubilidade de 7,0 J/cm³, menor que a água que possui um parâmetro de solubilidade 37,3 J/cm³, superior ao limite estabelecido por Pashley et al. de 19,0 J/cm³ que permitiria a ruptura dos enlaces de hidrogênio, a expansão da matriz de colágeno colapsada durante o secado com ar e uma melhor infiltração com monômeros. Pelo contrario, o excesso de água no substrato provocaria nos adesivos a base de água uma maior diluição dos monômeros e a retenção de água na matriz, devido a uma menor capacidade de evaporar a água residual em comparação com os adesivos a base de etanol e acetona.

Toledano et al.⁵³ (2003) determinaram a resistência adesiva de cinco sistemas adesivos, Single Bond (SB), Prime&Bond NT (PBNT), Excite (EX), Clearfil SE Bond (CSEB) e Etch&Prime 3.0 (E&P), quando aplicados sobre superfícies dentinárias superficiais e profundas obtidas a partir de cortes transversais de terceiros molares realizados por baixo da junção esmalte-dentina ou por acima da junção cimento-esmalte. A resistência de união dos sistemas adesivos foi obtida a partir do teste de microtração e o análise da interface resina-dentina profunda e da nanoinfiltração foi feita através da MET. Os resultados de múltipla comparação para o teste de microtração revelaram que SB, PBNT, EX e CSEB desenvolveram valores de 41,8 MPa, 44,4 MPa, 36,7 MPa e 43,7 MPa respectivamente em dentina superficial, sendo que o E&P mostrou valores

estatisticamente menores (27,9 MPa). Na dentina profunda PBNT e CSEB obtiveram melhores resultados. Não existiu diferença significativa nos adesivos SB, E&P e CSEB quando aplicados em dentina superficial ou profunda; os adesivos PBNT e EX tiveram resistência significativamente maior em dentina profunda. Não foi observada falha coesiva, sendo que para o SB a porcentagem de falhas mistas na dentina superficial foi de 63,2% e na profunda de 62,8%. SB mostrou uma camada híbrida de aproximadamente 4 μ m de espessura, formação de *tags* resinosos, hibridização de túbulos laterais e uma face de separação do copolímero de ácido polialquenoico resultando em formações globulares eletrodensas dentro da camada de adesivo e sobre a camada de dentina desmineralizada. Também mostrou depósitos espessos de prata resultados da nanoinfiltração entre a camada híbrida e a dentina mineralizada.

Uceda-Gómez et al.⁵⁴ (2003) analisaram a influência da profundidade dentinária e do tratamento do substrato com hipoclorito de sódio 10% na resistência de união do adesivo One Step. Foram utilizados três dentes para cada grupo experimental. A dentina superficial foi obtida a partir de desgaste com lixa #220. A dentina profunda foi obtida igualmente por desgaste via oclusal e via apical. A reconstrução foi realizada com resina Z100 para posteriormente obter os corpos-de-prova em formato de palito para realizar o teste de microtração. Os valores foram significativamente maiores na dentina superficial, e quando o sistema adesivo foi aplicado sem a desproteinização com hipoclorito de sódio. O método de obtenção de dentina profunda não mostrou diferenças significativas.

Bedran-de-Castro et al.⁵⁵ (2004), estudaram o efeito da carga cíclica mecânica e a orientação tubular na força adesiva de dentina coronária e radicular em incisivos bovinos. Os resultados mostraram que os espécimes onde os túbulos estavam orientados perpendiculares ao eixo de tração do teste apresentaram valores significativamente maiores em comparação com aqueles que os túbulos estavam orientados paralelos à direção da força. Os valores obtidos na dentina coronária, independentemente da orientação dos túbulos, foram significativamente menores aos valores da dentina radicular. Concluíram que a diferença nos valores encontrados deve ser atribuída não somente às diferenças morfológicas, mais também a possíveis diferenças bioquímicas da matriz orgânica

(matriz extracelular) e matriz inorgânica. Os estudos *in vitro* são importantes já que há, além de altos custos, uma rápida e constante evolução dos sistemas adesivos, não permitindo estudos clínicos de longa data.

Carvalho et al.¹⁶ (2004), sugeriram uma classificação para os sistemas adesivos em função do tipo de procedimento adesivo empregado. Os adesivos convencionais são aqueles que precisam do ácido fosfórico para criar as microporosidades onde penetrarão os sistemas resinosos. Já os denominados autocondicionantes estão constituídos por monômeros que cumprem a função de remover os minerais da superfície. O passo dos convencionais de três passos para os de dois passos implicou a associação do *primer* à resina adesiva, que desde um ponto de vista químico, necessitou da incorporação de maiores quantidades de solventes e diluentes na parte hidrófoba para adaptá-la à técnica adesiva de hibridização. Os autocondicionantes de dois passos estão caracterizados por possuir ésteres fosfatados nos grupos carboxílicos, outorgando acidez necessária para lograr o condicionamento das superfícies. O *primer* ácido possui solventes, diluentes e água, componente fundamental destes sistemas que permite a ionização dos monômeros. Quando se optou pela simplificação destes sistemas, surgiram os autocondicionantes de passo único (sexta geração), onde o mesmo produto atua desmineralizando, infiltrando e logrando adesão ao material restaurador. O desempenho destes materiais estará influenciado fatores como custo dos materiais, técnica do operador, ambiente bucal, características do substrato e composição química do material.

Ernst⁴ (2004) relatou que a principal diferença entre os adesivos convencionais e os autocondicionantes é que nos primeiros o condicionamento e a penetração do adesivo se da em forma separada, entanto nos segundo acontece simultaneamente. Isto traz para os denominados Etch & Rise desvantagens como a sensibilidade pós-operatória causada pela discrepância de ação entre acido e adesivo, deixando fibras colágenas desprotegidas sensíveis à degradação hidrolítica. O grau de umidade do substrato deve estar correlacionado com o tipo de solvente para evitar os fenômenos de *overdrying* e de *overwetting*, e o tipo de solvente determinara a forma e o tempo de aplicação de cada sistema adesivo. Se bem que melhores resultados de resistencia adesiva ao esmalte são obtidos quando

se aplica o ácido fosfórico, a longevidade da adesão estará influenciada por fatores como a habilidade do operador, as características do substrato e a composição dos sistemas adesivos.

Na investigação e revisão de Giachetti et al.⁵⁶ (2004) sobre a interpretação sobre a formação dos *tags* resinosos por MEV foram utilizados oito terceiros molares cortados transversalmente para a obtenção de superfícies dentinárias media e profundas. As superfícies foram condicionadas com ácido fosfórico 37% por 10 s e lavadas por 20 s. A umidade superficial foi controlada com bolinhas de algodão. Sobre a superfície condicionada foi aplicado o sistema adesivo Single Bond, fotopolimerizado por 20 s, e a coroa foi reconstruída com um incremento de resina fluida Tetric Flow e dois da resina Z250 sendo polimerizados 40 s cada um. As amostras foram seccionadas longitudinalmente e, previa observação no MEV, separadas em quatro grupos experimentais: Grupo EA, EDTA 15% por 60 s seguido do lavado com água por 15 s; Grupo PA3, ácido fosfórico 37% por 3 s e lavado por 15 s; Grupo PA120, ácido fosfórico 37% por 120 s e lavados por 30 s + NaOCl 7% por 120 s e lavados por 30 s ; e Grupo CA, 1 N HCl por 48 h lavados com água corrente por 6 h + NaOCl 7% por 24 h e lavados por 6 h. Adicionalmente foram preparados dois dentes (Grupo N) tratados com HCl e NaOCl utilizados como controle. Os Grupos EA, PA3, PA120, CA, e N apresentaram estruturas filamentosas com comprimentos de decenais de micrometros diferenciando-se duas partes cromáticas diferentes, uma com formato cônico e outra mais comprida e cilíndrica. Alguns filamentos apresentaram extremos planos com cavidades e paredes muito finas. Outros tinham extremos afiados girados indicando que eram macios. Concluíram que as técnicas convencionais de preparo para MEV foram capazes de identificar estruturas orgânicas filamentosas resistentes às técnicas de preparo, podendo corresponder a glicosaminoglicanos. Essas estruturas são similares à denominada camada limitante do interior dos túbulos, pelo que sugerem cuidado na interpretação dos resultados sobre o grau de penetração dos *tags* resinosos devido a que muitas vezes o comprimento excede a área que foi condicionada pelo condicionamento.

Segundo Loguercio et al.⁵⁷ (2005), quando são tidas em conta variáveis como tempo de armazenagem, tamanho e localização da obtenção dos

corpos-de-prova existe uma influência significativa na resistência de união dos espécimes. Os melhores resultados foram obtidos quando, independentemente do adesivo, o teste de microtração foi feito imediatamente após 24 h de confeccionados os corpos-de-prova e em aqueles palitos obtidos do interior do dente, depois de terem sido armazenados por 6 meses. Entre as explicações atribuídas estão à ausência do esmalte o qual foi eliminado durante o preparo das amostras, permitindo assim um maior contato da interface adesiva com o meio líquido facilitando a absorção e degradação aquosa do adesivo ou a hidrólise das fibras colágenas da superfície externa, já que o esmalte permitiria um melhor selamento à água.

Lopes et al.³⁶ (2006) compararam a resistência ao cisalhamento de três sistemas adesivos, Single Bond, Optibond Solo e Clearfil Liner 2V, aplicados sobre dentina rasa e profunda. Para a obtenção da dentina superficial 30 molares humanos foram cortados imediatamente por baixo da junção esmalte-dentina. Para dentina profunda a mesma quantidade foi cortada 3 mm por baixo da mesma junção. Os resultados demonstraram valores significativamente menores, quando analisados em conjunto, para dentina profunda. Em forma individual unicamente o SB apresentou valores inferiores para dentina profunda, o que poderia se explicado pela porcentagem de água na sua composição, que junto com o maior conteúdo aquoso da dentina profunda, provocariam uma diluição dos monômeros. Também explicaram que tanto o Optibond Solo e o Clearfil Liner 2V tiveram melhor comportamento devido à presença de partículas de sílice que facilita o alívio de tensões durante a aplicação de forças; como também, no caso do Clearfil, por prescindir de um substrato úmido.

Kenshima et al.¹⁷ (2006) pesquisaram através de MEV, a capacidade de condicionamento, a formação de *tags* resinosos e da camada híbrida de sistemas adesivos autocondicionantes de diferente acidez (Clearfil SE Bond= fraco; OptibondSolo SE e Solo Plus= intermédia; Tyrian Self-Priming Etchant + One StepPlus= forte) tendo como controle um sistema de três passos (ScotchbondMulti Purpose Plus). O terço oclusal de 27 terceiros molares foi removido para posteriormente dividi-los pela metade. Cada metade foi preparada aleatoriamente com lixa 60 ou 600 para padronização do *smear layer*. Após aplicação dos adesivos

segundo instruções dos fabricantes, a porção coronária foi reconstruída com resina composta. Para a avaliação da capacidade de condicionamento os *primers* autocondicionantes foram aplicados e posteriormente removidos com lavagens com acetona e álcool previa observação no MEV. Para análise da formação dos *tags* resinosos a dentina foi removida com 6N de HCl e 1% de NaClO. Os espécimes para análise da camada híbrida foram fixados, desidratados, secados com hexadimetilsiloxano, embutidos, polidos, desmineralizados e desproteinizados. Os *smear layers* apresentaram características e espessuras diferentes (lixa 60= $3,58 \pm 1,79 \mu\text{m}$; lixa 600= $1,37 \pm 0,78 \mu\text{m}$), influenciando na capacidade de condicionamento dos adesivos em função da sua agressividade, sendo que o Tyrian se comportou como o que utiliza condicionamento ácido prévio. Da mesma forma a formação dos *tags* resinosos esteve afetada pelo pH dos *primers*; onde o Clearfil teve áreas irregulares de *tags* com formato de agulhas. A espessura da camada híbrida variou desde (0,7–1,5 μm), dos adesivos de baixa e media agressividade, até 4,2 μm para o adesivo forte e de condicionamento independente.

Wang et al.¹⁸ (2006) estudaram a interface adesivo-dentina através de MEV e técnicas histológicas de tingimento dos adesivos Single Bond (SB) e Dentastic UNO (UNO) aplicados em dentina superficial e dentina profunda. A obtenção das superfícies dentinárias foi a partir de cortes transversais ao longo eixo do dente por baixo da junção esmalte-dentina (dentina superficial). Posteriormente cada dente foi seccionado longitudinalmente em duas partes, sendo que uma delas foi novamente seccionada perpendicularmente 4 mm por baixo do primeiro corte transversal para obtenção de dentina profunda, perto da junção cimento-esmalte. Ambas as metades de cada dente foram tratadas com o mesmo adesivo, o qual foi aplicado seguindo as indicações do fabricante. Após seccionamento dos dentes para obtenção de espécimes em formato de laminas de 5x2x2 mm, as mesmas foram embutidas e cortadas em um micrótomo para obter espécimes de 3-5 μm de espessura. Para observação no microscópio óptico com aumento de 100X as laminas foram coradas com Tricromo de Goldner. Outros espécimes foram polidos, desmineralizados e deproteinizados para sua observação ao MEV. Foram reveladas camadas híbridas uniformes e ácido-resistentes tanto na dentina superficial como profunda, pelo que não existe correlação com os valores de resistencia adesiva. Os resultados dos estudos histomorfológicos mostraram diferenças no grau de encapsulamento das

fibras colágenas, O SB mostrou uma camada híbrida vermelha em ambos os substratos pelo que indicaria uma falta de proteção das fibras colágenas. Isso se deveria à diferença na composição química já que o SB possui um monômero mais hidrófobo, etanol e água como solventes o que dificultaria a correta penetração num substrato úmido. Também a presença do copolímero do ácido polialquenoico de alto peso molecular ajudaria neste processo. O comportamento de ambos adesivos na região de junção cimento-dentina se deveria ao maior conteúdo aquoso desta região, devido à morfologia do substrato, determinando assim uma camada híbrida irregular e complexa com sinais de falta de penetração dos adesivos. ou falta de conversão dos monômeros em polímeros. Concluíram que além da formação de uma camada híbrida regular e uniforme, a integração desta com a camada de adesivo participa de igual forma no sucesso do procedimento adesivo.

Yang et al.³⁷ (2006) determinaram a resistência adesiva por microtração de três cimentos resinosos [Super-Bond C&B (SB); Panavia F 2.0 (PF); RelyX Unicem (RU)] aplicados sobre discos de dentina de 1,5 mm obtidos a partir de cortes perpendiculares de terceiros molares humanos. Os cortes foram realizados 1 mm por baixo da JED, 1 mm por cima do corno pulpar e 0,5 mm da junção esmalte-cimento (JEC) para obtenção da dentina superficial, profunda e cervical respectivamente. Cilindros de 2 mm de diâmetro de resina composta foram cimentados com os diferentes produtos na forma autopolimerizável seguindo as indicações dos fabricantes. Os resultados mostraram valores significativamente menores para os três cimentos quando aplicados em dentina profunda e cervical, sendo que entre estas duas superfícies não houve diferenças significativas. O valor do RU ($8,2 \pm 2,5$ MPa) foi significativamente menor que SB ($31,9 \pm 7,2$ MPa) e PF ($29,1 \pm 8,4$ MPa). As diferenças devido ao substrato correspondem à maior quantidade de dentina intertubular e matriz colágena para obter microretenção contribuindo desta forma a formação de uma camada híbrida uniforme e regular. Concluíram que a composição química, forma de aplicação e as variações morfológicas e mecânicas do substrato dentinário influenciam a resistência adesiva.

Coutinho et al.¹² (2007) investigaram a microestrutura dentinária de terceiros molares não irrompidos em relação à densidade, fração de área, ângulo de inclinação, distância entre túbulos e diâmetro médio, foi caracterizada através da

análise digital de imagens obtidas no MEV. Sete molares humanos foram embutidos em resina epóxica para facilitar o corte, desgaste e polido com granulação decrescente até uma suspensão de pó de alumina de 0,05 μm . As amostras foram fixadas em glutaraldeído, desidratadas em álcool ascendente para posterior observação ao MEV. Os resultados mostraram desvios padrões altos devido à variabilidade na forma e composição dos túbulos segundo a espessura dentinária e as diferentes regiões de um mesmo dente. Quando as superfícies dentinárias foram classificadas por regiões os valores obtidos de densidade tubular ($\text{n}^\circ/\text{mm}^2$), fração de volume (%), área (μm^2) e diâmetro foram respectivamente: Classe I ($13035,6 \pm 5998,1$; $2,76 \pm 1,24$; $2,20 \pm 0,83$; $0,75 \pm 0,15$), Classe II ($25639,7 \pm 7302,7$; $5,88 \pm 2,24$; $2,39 \pm 0,92$; $0,78 \pm 0,15$), Classe III ($18701,7 \pm 6923,7$; $3,82 \pm 1,52$; $2,12 \pm 0,72$; $0,74 \pm 0,13$) e Classe IV ($9930,9 \pm 4041,5$; $1,43 \pm 0,85$; $1,48 \pm 0,73$; $0,58 \pm 0,16$). A inclinação dos túbulos se manteve independentemente da classe analisada. Concluíram que as variações na densidade de túbulos foram maiores quando comparadas as diferentes regiões de um mesmo dente, que quando comparados os dentes entre si. Isso indica que o comportamento mecânico dos sistemas adesivos dependera de quais áreas predominem na superfície a ser tratada, pelo que a caracterização da mesma será imprescindível para uma melhor interpretação dos resultados.

Dutra-Correa et al.³⁸ (2007) com o objetivo de avaliarem o aspecto estrutural da dentina bovina, especialmente em relação à densidade e diâmetro tubular, obtiveram superfícies de dentina superficial, média e profunda baseadas nas referências obtidas em radiografias prévias de cada um dos trinta incisivos bovinos. Para obtenção das superfícies, metades dos dentes foram cortadas perpendicularmente no longo eixo e posteriormente condicionadas com ácido fosfórico 35% por 90 s (Grupo I). Nos dentes do Grupo II, as superfícies foram obtidas por meio de fratura dos mesmos. Foram obtidas 15 fotomicrografias no MEV de cada superfície num aumento de 2500X, com uma área de 1628,5 μm^2 cada uma. A densidade tubular foi calculada manualmente sobre cada fotografia dividindo a quantidade de túbulos pela área. Para o cálculo do diâmetro tubular foi utilizado o programa LEICA Q500 MC, escolhendo aleatoriamente 15 túbulos por fotografia medindo o diâmetro vertical e horizontal utilizando a barra-escala como padrão. Os resultados mostraram túbulos dentinários mais amplos na dentina superficial (GI:

5,21±0,64 mm; GII: 2,30±0,09 mm) que na dentina profunda (GI: 2,71±0,72 mm; GII: 1,77 ±0,06 mm). A densidade tubular das superfícies condicionadas foi superior na dentina profunda (50.310 ±11.178 túbulos/mm²), que na dentina média (29,433±2951) e dentina superficial (18.772±2951 túbulos/mm²).

Van Landuyt et al.¹⁹ (2007) realizaram uma revisão baseada na composição química dos diferentes sistemas adesivos e as propriedades de cada componente em particular. Os sistemas adesivos podem ser classificados em dois grandes grupos como são os Etch & Rise, aqueles que utilizam o condicionamento com ácido fosfórico como passo independente, e os Self-Etch, os quais prescindem daquele. Além dos componentes de ambos serem similares, a proporção de cada um mudara segundo o tipo de sistema e a partir disso mudarão as características hidrofílicas, hidrofóbicas, de absorção aquosa, viscosidade, solubilidade, umectabilidade, desmineralização, capacidade antibacteriana, liberação de flúor, grau de polimerização e biocompatibilidade. Concluíram que entre as formas de melhorar o desempenho clínico destes materiais seria realizar uma distribuição melhor proporcionada dos componentes; a outra estaria em função do desenvolvimento de novos componentes, sendo esta última a mais promissória.

Yazici et al.⁵⁸ (2007) compararam a resistência ao cisalhamento dos adesivos Single Bond, AQ Bond, Clearfil SE Bond e Tyrian SPE/One-Step Plus aplicados sobre tecido adamantino e dentinário em diferentes profundidades. As superfícies planas de esmalte, e dentina superficial e profunda (aproximadamente 0,7 mm de ERD), foram obtidas de a partir do desgaste perpendicular ao longo eixo de molares humanos. Sobre essas superfícies foram aplicados os adesivos e cilindros de resina composta. Depois da armazenagem a 37° C por 24 h foram submetidos ao teste de cisalhamento numa máquina de ensaios universal Instron com uma velocidade de 1 mm/min. Para todos os adesivos os resultados obtidos em esmalte foram estatisticamente superiores à dentina, sendo que o Single Bond foi significativamente superior aos outros. A profundidade dentinária não influenciou significativamente os resultados, independentemente dos adesivos utilizados.

Yuan et al.⁵⁹ (2007) avaliaram a qualidade da camada híbrida formada *in vivo* segundo diferentes procedimentos adesivos e profundidades

dentinárias. Foram realizadas as restaurações em dentes de macaco com os adesivos Single Bond (SB), Clearfil SE Bond (SE) e Clearfil S3 Bond (TB) seguindo as instruções dos fabricantes. Os preparos classe V foram realizados com pontas diamantadas a nível cervical, tão profundo quanto possível, sem expor a polpa. Foi feito um análise de nanoinfiltração e uma avaliação quantitativa por imunomarcação. O SB mostrou valores significativamente maiores de nanoinfiltração com formato pontilhado e reticular, grande quantidade de bolhas e fibras colágenas descobertas na parte inferior da camada híbrida tanto da dentina superficial como da profunda. SE e TB apresentaram infiltração pontilhada e padrões de marcação homogêneos, porém o TB mostrou um aumento significativo no índice de marcação na dentina profunda. Isso se deveria no caso do SB à maior agressividade do ácido, penetrando além do que o adesivo. Para o TB, o maior conteúdo aquoso da dentina profunda provocaria uma separação de fases dos seus componentes hidrófobos e hidrófilos. Estes acontecimentos gerarão ao longo prazo a degradação da interface adesiva por enzimas que atingirão as fibras colágenas expostas.

Na revisão de Breschi et al.²⁰ (2008) foram avaliados os mecanismos que provocam a degradação da interface adesiva. Os diversos trabalhos analisados têm mostrado que a eficácia da adesão e do selado ao longo do tempo se vê prejudicada com a simplificação dos sistemas adesivos. Isto se dá pela maior quantidade de monômeros hidrófilos na composição, os quais guardam estreita relação com a absorção aquosa e, por conseguinte com a hidrólise das fibras colágenas desprotegidas e da resina. O conteúdo aquoso do substrato participa em forma negativa alterando a penetração da resina, a polimerização e facilitando a permeabilidade da interface, a separação de fases do adesivo e ativando enzimas proteolíticas que terminam por diminuir a longevidade da interface de união. Como possíveis soluções se encontram a utilização de sistemas adesivos não simplificados, aumentar o tempo de fotoativação, inibidores das enzimas ou modificação na técnica de aplicação dos adesivos.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi analisar quantitativamente o efeito da profundidade dentinária na resistência de união à microtração de um adesivo autocondicionante de um passo (Clearfil S³ Bond), um adesivo autocondicionante de dois passos (One Coat SE Bond) e um adesivo convencional de dois passos (Single Bond), e correlacionar os valores de resistência de união (MPa) com os valores de Área de Dentina Tubular (ADT) e Densidade Tubular (DT) calculados por meio da análise digital de fotomicrografias obtidas dos espécimes submetidos aos procedimentos adesivos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DOS DENTES

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da UEPG no processo nº 33/2006 (Anexo A). Foram selecionados 30 terceiros molares humanos hígidos (Figura 1A) sem levar em conta a faixa etária dos pacientes (Giannini et al.⁵¹ 2003), armazenados em água destilada a temperatura ambiente até realização do experimento. Os dentes foram doados pelos pacientes, após assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B) com informação sobre as características da pesquisa.

4.2 PREPARO DOS ESPÉCIMES

Todos os procedimentos foram realizados por um mesmo operador para ter um maior controle das variáveis. Os dentes foram divididos em dois grupos segundo a profundidade dentinária. A obtenção da superfície de dentina superficial (n=15) ou profunda (n=15) foi a partir do acesso coronário realizando desgaste perpendicular ao longo eixo dos dentes com lixas de carbetto de silício de granulação #180 (3M, Brasil) com irrigação para estabelecer a superfície definitiva a uma distancia de até 0,5 mm da junção esmalte-dentina da parte central da coroa (dentina superficial); ou de até 0,5 mm do corno pulpar mais alto (dentina profunda) (Prati et al.³³ 1999). O esmalte periférico de cada elemento dentário foi eliminado com ponta diamantada 3100 (KG Sorensen, Brasil) em alta rotação e refrigeração aquosa (Figura 1B). As superfícies definitivas foram avaliadas com microscópio óptico (Eclipse E200, Nikon, EUA) no aumento de 40X para descartar a existência de exposição dos cornos pulpares como de ilhas de esmalte para garantir um substrato totalmente conformado por dentina.

Para obter a planificação da superfície do substrato dental e formar a camada de esfregaço padrão todas as superfícies dentinárias foram lixadas a mão com lixas d'água de carbetto de silício de granulação #600 (3M, Brasil) (Figura 1C e 1D) sob irrigação aquosa, num tempo predeterminado de um minuto para cada

dente. Após os dentes foram lavados e armazenados em água destilada à temperatura ambiente até realização dos procedimentos adesivos.

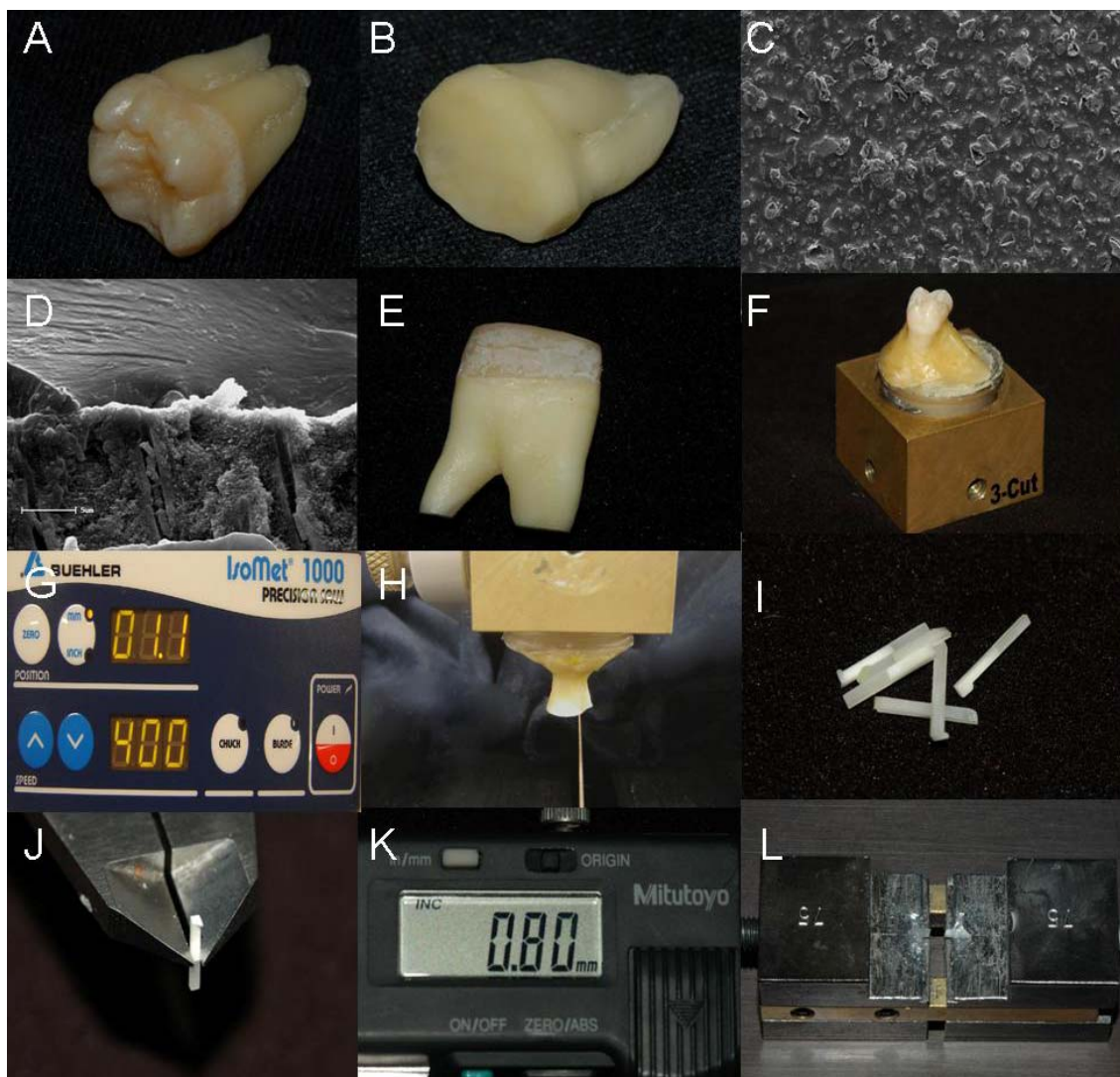


Figura 1 - Seqüência do preparo dos espécimes e teste de microtração. A) Terceiro molar humano hígido; B) Esmalte periférico e oclusal eliminado; C) Lixa #600; D) Fotomicrografia do *smear layer* padronizado; E) Reconstrução com resina composta; F) Fixação do dente no dispositivo utilizado para o corte dos mesmos; G) Máquina de corte com velocidade e espessura de corte programado; H) Dente posicionado na máquina de corte; I) Espécimes em formato de palito; J-K) Medição da secção transversal com paquímetro digital; L) Espécime fraturado.

4.3 DISTRIBUIÇÃO DOS DENTES EM GRUPOS E PROCEDIMENTO RESTAURADOR

Os materiais utilizados nos procedimentos restauradores estão ilustrados na Figura 2 e sua composição resumida no Quadro 1. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 6 subgrupos (n=5) dependendo do sistema adesivo e da profundidade dentinária: Adper Single Bond (3M-ESPE)/dentina superficial (SB-S), Adper Single Bond (3M-ESPE)/dentina profunda (SB-P), OneCoat Self Etching Bond (Coltène-Whaledent)/dentina superficial (OCSE-S), OneCoat Self Etching Bond (ColtèneWhaledent)/dentina profunda (OCSE-P), Clearfil S³ Bond (Kuraray Co.)/dentina superficial (CFS³-S), Clearfil S³ Bond (Kuraray Co.)/dentina profunda (CFS³-P).

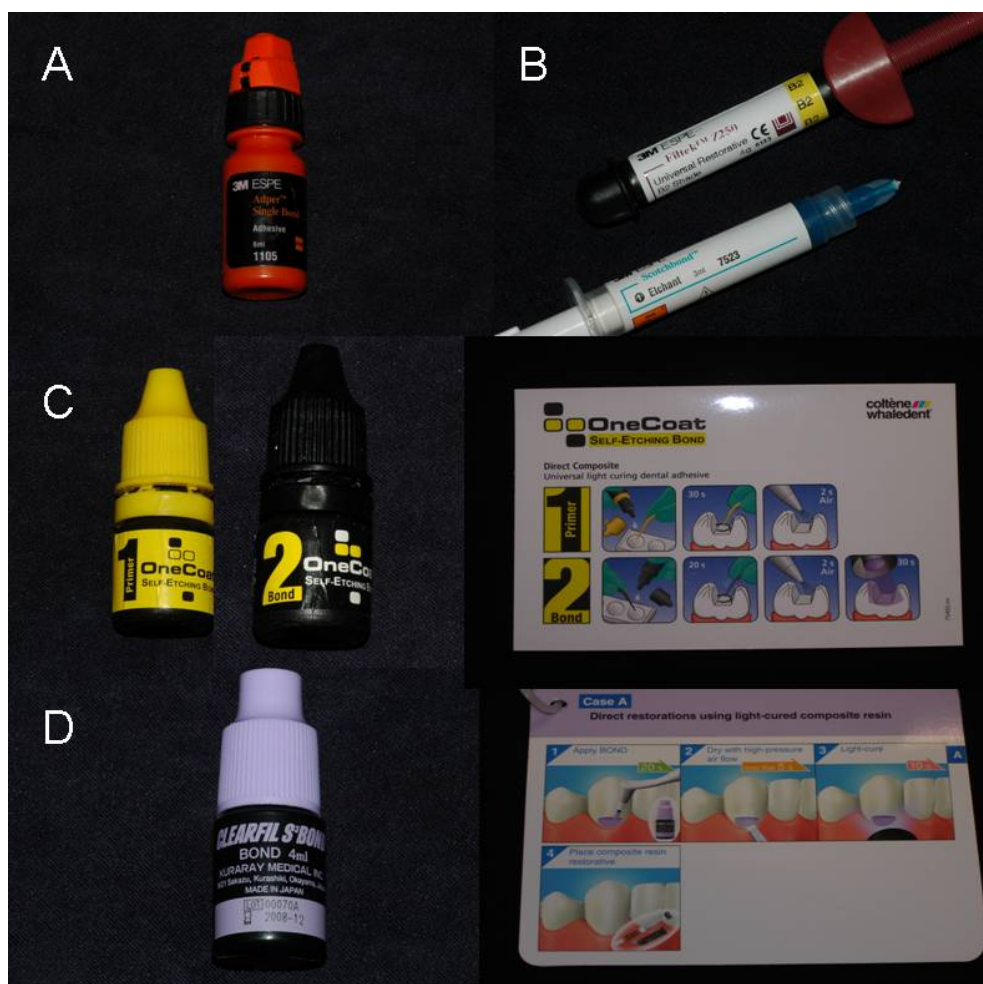


Figura 2 - Materiais de restauração utilizados. A) Adper Single Bond; B) Filtek Z250 e Scotchbond Etchant; C) OneCoat Self Etching Bond; D) Clearfil S³ Bond

Scotchbond Etchant 3M ESPE Lote 6GK	Gel de ácido fosfórico a 35%. pH: 0,98
Adper Single Bond 3M ESPE Lote 4JU	Água, etanol, HEMA, Bis-GMA, dimetacrilatos, fotoiniciador e copolímero funcional dos ácidos poliacrílicos, sílica coloidal silanizada (5 nm). pH: 4,3-5
One Coat SE Bond Coltène/Whaledent Lote NL692	<i>Primer</i> : Água, ácido acrilamido-sulfônico, metacrilato de hidroxietilo, mono e dimetacrilato de glicerilo e polialcenoato metacrilizado. <i>Adesivo</i> : Metacrilato de hidroxietilo, mono e dimetacrilato de glicerilo, dimetacrilato de uretano e polialcenoato metacrilizado pH: -----
Clearfil S³ Bond Kuraray, Japão Lote 00070A	MDP, Bis-GMA, HEMA, fotoiniciador, etanol, água, sílica coloidal silanizada. pH: 2,7.
Filtek Z250 3M ESPE Lote 6WL	Bis-GMA, Bis EMA, UDMA, carga inorgânica – zircônia/sílica (60% do volume).

Quadro 1 - Composição dos materiais utilizados

A aplicação dos sistemas adesivos na dentina foi sem a influência da pressão pulpar (Pereira et al.²⁸ 1999). O grau de umidade do substrato foi estabelecido em função do tipo de solvente de cada adesivo (Reis et al.¹⁵ 2003). Cada adesivo foi aplicado seguindo as indicações dos fabricantes (Quadro 2), e posteriormente as porções coronárias foram reconstruídas incrementalmente com a resina composta Filtek Z-250 (3M ESPE, EUA) com uma altura aproximada de $5 \pm 0,1$ mm (Figura 1E). Cada incremento de $2 \pm 0,1$ mm de resina foi fotoativado por 20 s

com o aparelho fotoativador com lâmpada halógena Optilux (Demetron Research Corporation, EUA), com uma intensidade de 600 mW/cm^2 controlada por meio de um radiômetro (Curing Radiometer, Model 100, Demetron Research Corporation, EUA) (Figura 3A e 3B).

Single Bond/dentina superficial e dentina profunda (SB-S/SB-P)
a) Condicionar a superfície dentinária por 15 s com ácido fosfórico 35%, lavar por 10 s e remover o excesso de água com papel absorvente deixando o substrato úmido.
b) Aplicar duas camadas do adesivo, jogar ar levemente por 2-5 s e fotoativar por 10 s.
One Coat Bond/dentina superficial e dentina profunda (OCSE-S/OCSE-P)
a) Remoção do excesso de água com papel absorvente
b) Aplicação do <i>Primer</i> por 30 s. frotando com microaplicador
c) Leve jato de ar por 2 s.
d) Aplicação do <i>Bond</i> frotando por 20 s.
e) Leve jato de ar por 2 s.
f) Fotoativar por 30 s.
Clearfil S³ Bond/dentina superficial e dentina profunda (CFS³-S/CFS³-P)
a) Aplicar uma única camada em forma ativa por 20 s no dente previamente seco com papel absorvente
b) Jato de ar intenso por 5 s.
c) Fotoativar por 10 s.

Quadro 2 - Aplicação dos sistemas adesivos segundo indicações dos fabricantes

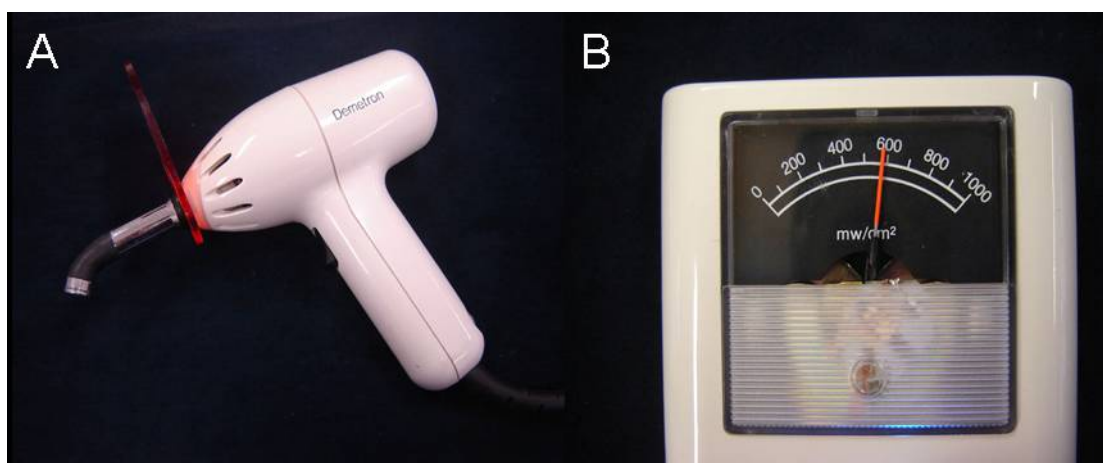


Figura 3 – A) Fotoativador halógeno Optilux e B) radiômetro Demetron

4.4 CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE MICROTRAÇÃO

Após 24 h de armazenamento em recipientes escuros com água destilada a temperatura ambiente, os dentes foram fixados em suportes plásticos com cera pegajosa (Pasom, Brasil) e adaptados em um dispositivo “ad-hoc” para ser montado na máquina de cortes seriados (Isomet 1000, Buehler, EUA) (Figura 1F e 1H). Foram realizados cortes nos elementos dentários a uma velocidade de 400 rpm

nos sentidos vestibulo-lingual e mesio-distal, com o auxílio de um disco de diamante (Diamond Wafer Blade, Series 15 HC, Buehler, EUA) de 10,2 cm de diâmetro e com uma espessura de 0,3 mm em constante irrigação aquosa (Figura 1G). Logo foi feito um corte paralelo ao plano oclusal, obtendo-se corpos-de-prova em formato de palito com aproximadamente $0,7 \pm 0,1 \text{ mm}^2$ de secção transversal (Figura 1I a 1K). Os espécimes que apresentavam esmalte, fendas, bolhas ou que fraturaram durante o corte foram eliminados do estudo. Os espécimes íntegros foram armazenados em umidade relativa à temperatura ambiente até serem submetidos ao teste de microtração.

4.5 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR ENSAIO DE MICROTRAÇÃO

Os espécimes foram medidos em sua secção transversal na área de união por meio de um paquímetro digital (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Japão), e em seguida, os dados foram utilizados para o cálculo da resistência de união. Posteriormente, os espécimes foram fixados individualmente ao dispositivo de microtração com uma cola à base de cianoacrilato (Super Bonder Gel, Loctite, Brasil), a modo de posicionar a área de adesão perpendicular ao longo eixo da força de tração, acelerando o processo de endurecimento com líquido monômero (Líquido Acrílico Autopolimerizável, VIPI, Brasil) aplicado nas extremidades. O teste foi realizado utilizando a máquina de microtração (Micro Tensile Tester, Bisco, EUA) (Figura 4) aplicando uma força de 200 N e a uma velocidade de 0,5 mm/min, até a fratura dos espécimes (Figura 1L). Foi obtida uma média da resistência à tração para cada conjunto e no final foi calculada a média geral para cada grupo de estudo.



Figura 4 – Máquina de microtração da Bisco

4.6 ANÁLISE DOS MODOS DE FRATURAS

Após a fratura dos espécimes, as superfícies de dentina e resina composta correspondentes ao local da área de adesão foram observadas com ajuda de um microscópio óptico (Eclipse E200, Nikon, EUA) em 40X de aumento, classificando os modos de fratura em adesiva (A) quando ocorreram na interface, coesiva da dentina (CD), coesiva da resina composta (CR) e mista (M) quando envolveram mais de um plano na interface (Loguercio et al.⁵⁷ 2005).

4.7 CÁLCULO DA ÁREA TUBULAR, ÁREA DE DENTINA INTERTUBULAR E DENSIDADE TUBULAR

Uma vez realizado a análise das fraturas, quatro palitos que sofreram fratura adesiva por dente foram selecionados aleatoriamente e o lado correspondente à dentina foi levemente desgastado com lixas d'água de carbetto de silício de granulação #1200 (3M, Brasil) para remover o adesivo remanescente, condicionados com ácido fosfórico 35% (3M ESPE, EUA) por 15 s, lavados e levados ao dessecador. Os “palitos” foram fixados em bases acrílicas com a superfície dentinária fraturada voltada para cima (Figura 5A) e metalizados para observação no microscópio eletrônico de varredura (SSX 550 Superscan, Shimadzu, Brasil), onde foram obtidas fotomicrografias das áreas representativas nos aumentos de 70X e 2400X (Figura 5B e 5C). Cada imagem obtida no menor aumento foi inicialmente modificada digitalmente no programa *Adobe Photoshop 7.0* (Figura 5D) para posteriormente realizar o cálculo da Área de Túbulos (AT), da Área de Dentina Intertubular (ADI) e da Densidade Tubular (DT) para cada “palito” em particular no programa *Image Pro Plus 5* (Figura 5F e 5G), e correlacioná-las com os valores de microtração (Giannini et al.²³ 2001). Para isso inicialmente foi calculada a AT, ADI e DT para cada imagem de 2400X a qual possui uma área de $1258 \mu\text{m}^2$ ($=0,001258 \text{ mm}^2$) estabelecida a partir da escala padrão da mesma. Depois disso baseado numa regra de três simples foi calculada a AT, ADI e DT Total para cada “palito” sendo posteriormente estabelecido uma correlação com a resistência de união.

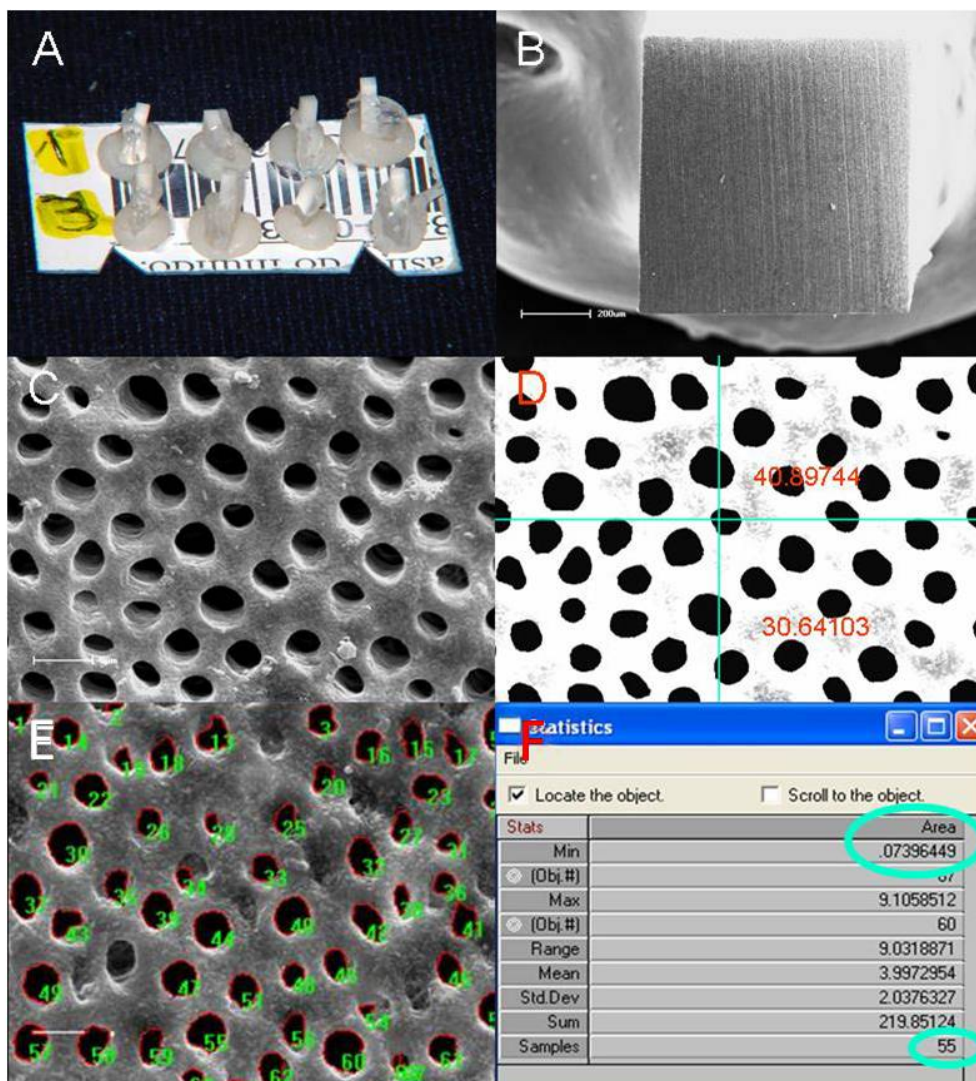


Figura 5 – Sequência do tratamento das imagens para o cálculo da densidade tubular, área tubular e área de dentina intertubular A) Palitos posicionados na base; B) Fotomicrografia do palito 70X; C) Fotomicrografia 2400X; D) Imagem modificada com Photoshop 7.0; e medição da área da imagem; E) Medição da área e densidade tubular; F) Valores obtidos.

4.8 OBSERVAÇÃO DA INTERFACE ADESIVA E FORMAÇÃO DE TAGS RESINOSOS POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Para observação da interface adesiva espécimes em formato de palito selecionados aleatoriamente foram embutidos em resina epóxica a altamente polidos durante 30 s sempre na mesma direção com lixas de carbeto de silício (#600, #800, #1200, #1500) e refrigeração aquosa. O polimento foi seguido com disco de feltro e pastas abrasivas com granulação 1 µm e 0,5 µm. Foram lavados no ultra-som com água destilada por 5 min, posteriormente desmineralizados com HCl

6N durante 30 s e desproteinizadas por 10 min com 1% de NaOCl. Um último lavado foi realizado e os espécimes preparados para sua observação no microscópio eletrônico de varredura.

Os espécimes utilizados para observação dos *tags* resinosos foram imersos em HCl 6N e NaOCl 1% até remoção completa da dentina, posteriormente foram lavados e preparados para observação no MEV (Kenshima et al.¹⁷ 2006).

4.9 ANÁLISE DOS DADOS

O valor da área (mm²) com o valor da carga aplicada até a ruptura da união em Newton (N) foram necessários para calcular a resistência de união por microtração (μ TBS) em MPa, pela seguinte fórmula:

$$\mu\text{TBS} = F/A$$

μ TBS = resistência à microtração

F = força aplicada

A = área de união resina-dente (mm²).

A fórmula utilizada para o cálculo da área ocupada por túbulos foi a seguinte:

$$\text{ATT} = (\text{AP}) * (\text{ATP} * 0,000001) / 0,001258$$

Onde:

ATT= Área Tubular Total (mm²)

AP= área total do palito (obtida com paquímetro)

ATP: Área Tubular Parcial em μm^2 (obtida na fotomicrografia de 70X)

0,000001= valor para transformar μm^2 em mm².

Área da Fotografia (em mm²) com 2400X de magnificação = 0,001258 mm².

Para o cálculo da densidade tubular foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{DTT} = (\text{AP} * \text{N}^\circ \text{ de túbulos}) / 0,001258$$

Onde:

DTT= densidade tubular total (para cada palito)

AP= área total do palito (mm²)

Área da Fotografia (em mm²) com 2400X de magnificação = 0,001258 mm².

Os valores de resistência de união (Média ± DP) originados das diferentes profundidades dentinárias (superficial e profunda) para cada sistema adesivo foram analisados por ANOVA dois critérios, complementada pelo teste de Tukey de comparações múltiplas de médias. O teste de regressão linear foi utilizado para examinar a relação entre a área de secção transversal e com os respectivos valores de resistência de união, como também para correlacionar cada valor individual de microtração (MPa) com os respectivos valores de DT e ADT. Em todas as análises o nível de significância foi estabelecido em $\alpha=5\%$. Para o cálculo estatístico foi utilizado o programa BioEstat 4.0.

5 RESULTADOS

O teste ANOVA dois critérios (material e substrato) mostrou valores de resistência de união (RU) não significativos para o tipo de substrato (dentina superficial vs. dentina profunda) $p= 0,35$, porém foram significativos segundo o tipo de adesivo empregado ($p= 0,048$) confirmado pelo teste Tukey (Gráfico 1). Os valores originais encontram-se no Apêndice A.

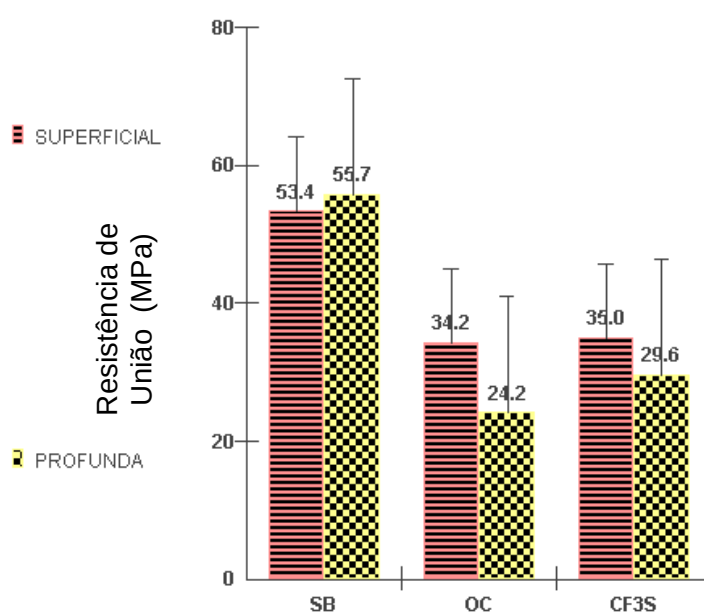


Gráfico 1 - Valores (Média±DP) da resistência de união para cada material e substrato. $p>0,05$.

Desta forma se agruparam os valores para cada sistema adesivo e foi aplicado o teste ANOVA um critério evidenciado por Tukey, revelando diferenças significativas para o adesivo Adper Single Bond ($53,54\pm1,66$) em relação a One Coat SE Bond ($29,20\pm2,68$) e Clearfil S³ Bond ($32,27\pm3,78$). Entre estes dois não houve diferença significativa (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores da resistência de união e da área de união (Média±DP) para cada material.

Adesivos	Resistência de união (MPa)	Área de união (mm ²)	Coefficiente de variação da RU
<i>Adper Single Bond</i>	53,54±1,66 a	0,69±0,07a	3,04%
<i>One Coat SE</i>	29,20±2,68 b	0,70±0,04a	9,2%
<i>Clearfil S³ Bond</i>	32,27±3,78 b	0,65±0,04a	11,7%

Valores com letras iguais para cada coluna não apresentam diferenças significativas. ($p>0,05$).

A tabela 2 resume os percentuais de ocorrências dos modos de fratura segundo cada grupo experimental. O gráfico 2 ilustra o percentual dos modos de fratura em função do sistema adesivo. O modo de fratura predominante, considerando-se todos os grupos foi o tipo adesivo (85,1%). Quando analisados cada sistema adesivo em forma individual o SB apresentou maior quantidade de fraturas coesivas de resina (23,1%) e coesivas dentinárias (10%). A porcentagem de fratura adesiva para OC e CF3S foi similar, sendo 92,6% e 97,6% respectivamente.

Tabela 2 – Percentual (%) dos modos de fratura para cada grupo experimental.

Adesivo	Adesiva	Mista	Coesiva Dentina	Coesiva Resina
SB/superficial	60,6	1,5	12,1	25,8
SB/profunda	71,9	0	7,8	20,3
OCSE/superficial	93,1	0	0	6,9
OCSE/profunda	92,2	0	3,1	4,7
CFS ³ /superficial	98,4	0	0	1,6
CFS ³ /profunda	96,7	0	0	3,3

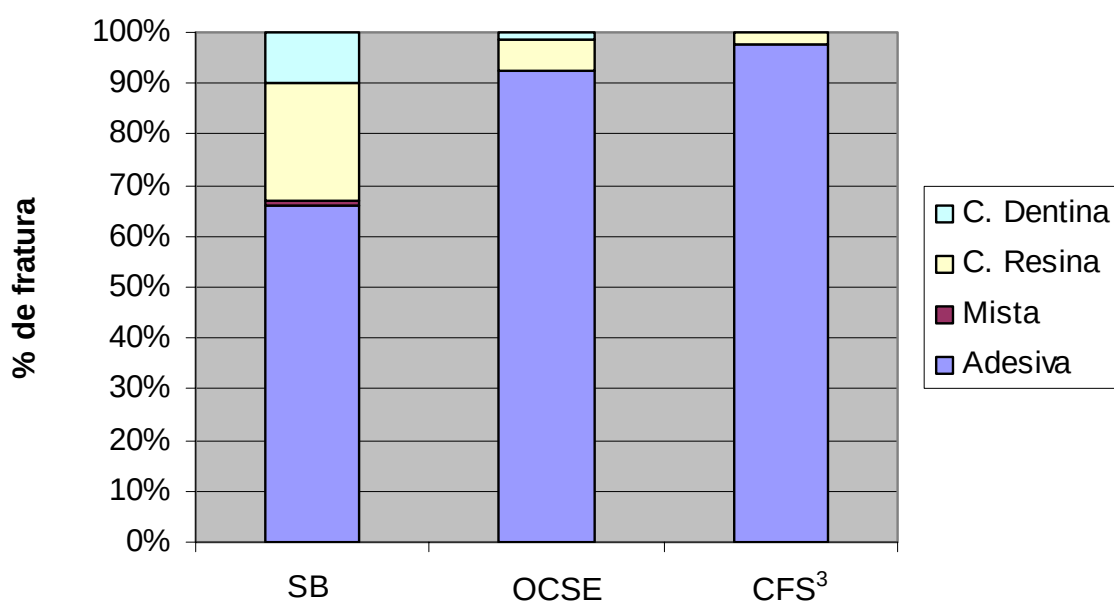


Gráfico 2 – Porcentagem (%) do tipo de fratura das interfaces adesivas para cada tipo de adesivo.

Os valores de resistência de união de cada espécime selecionado foram correlacionados com os valores de Densidade Tubular (nº de túbulos por mm²) e Área de Dentina Intertubular (ADI) para cada grupo em forma individual por regressão linear ($p > 0,05$). SB apresentou uma relação significativa ($p = 0,004$) de

diminuição da resistência adesiva quanto maior for a área ocupada por dentina intertubular (Gráfico 4 e 5).

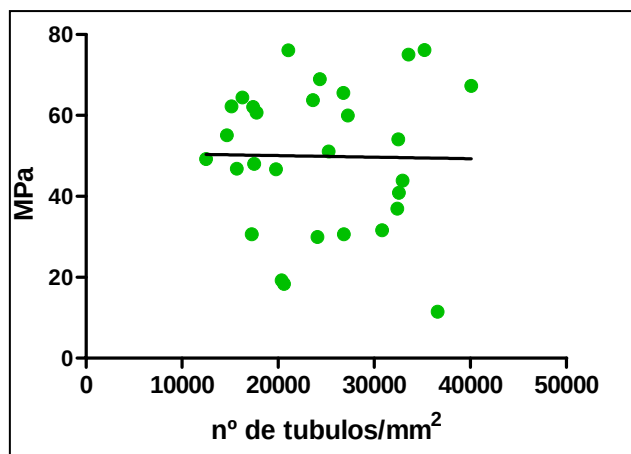


Gráfico 3 – Regressão linear entre densidade tubular e resistência de uniao para Single Bond. $p=0,93$.

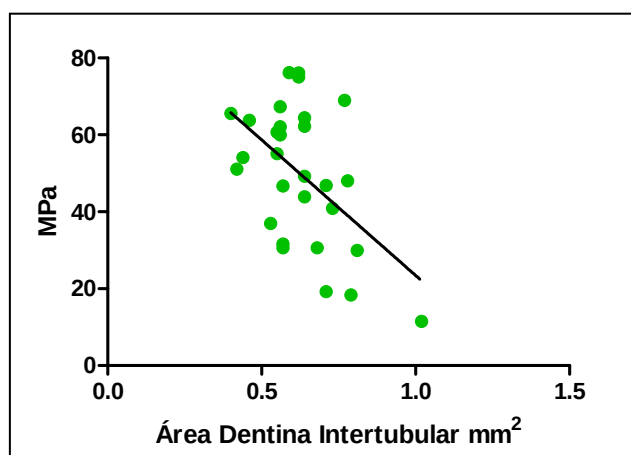


Gráfico 4 – Regressão linear entre densidade tubular e área de dentina intertubular para Single Bond. $p=0,004$.

One Coat SE Bond mostrou ausência de relação significativa entre os valores de resistência de união, densidade tubular e área de dentina intertubular, no entanto foi observada uma tendência a aumentar a RU quanto maior a quantidade de túbulos por mm^2 (Gráfico 5 e 6).

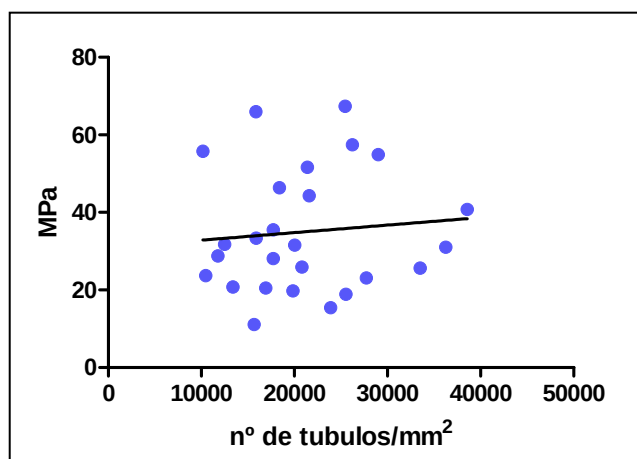


Gráfico 5 – Regressão linear entre densidade tubular e resistência de união para One Coat SE Bond. $p=0,65$.

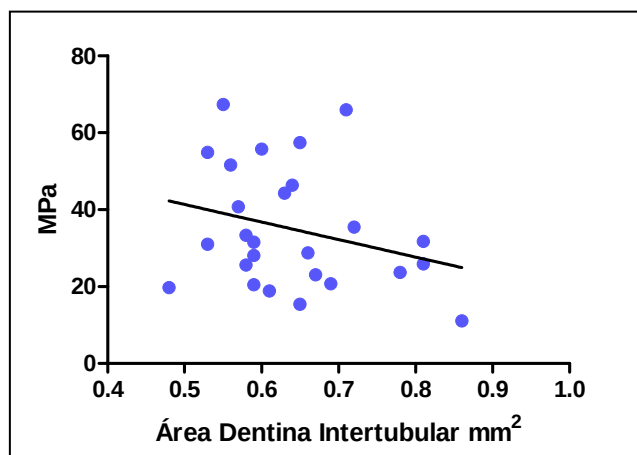


Gráfico 6 – Regressão linear entre densidade tubular e área de dentina intertubular para One Coat SE Bond. $p=0,18$.

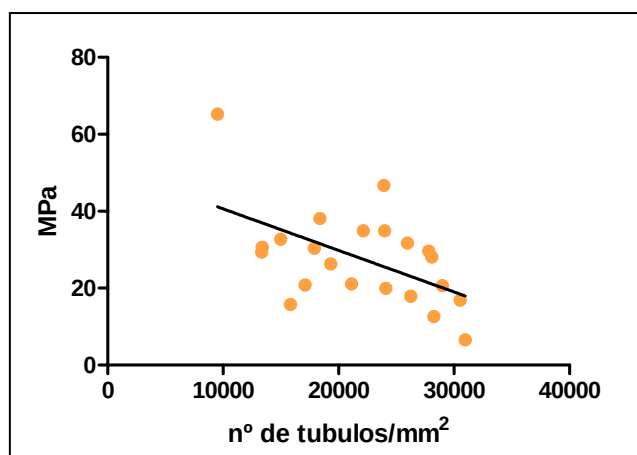


Gráfico 7 – Regressão linear entre densidade tubular e resistência de união para Clearfil S³ Bond. $p=0,009$.

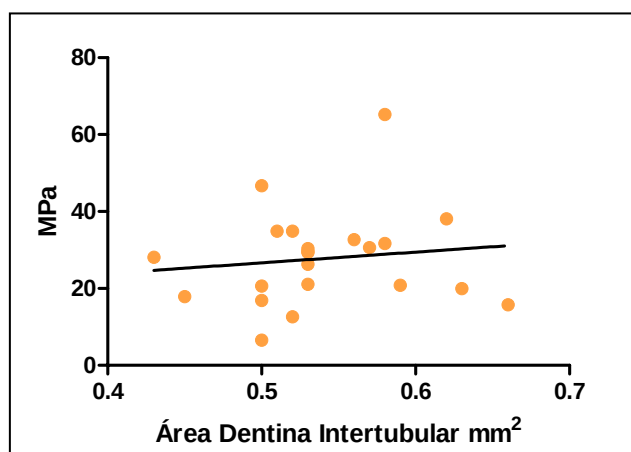


Gráfico 8 – Regressão linear entre densidade tubular e área de dentina intertubular para Clearfil S³ Bond. $p=0,58$.

O Clearfil S³ Bond mostrou um comportamento diferente aos outros adesivos, com uma significativa relação ($p=0,009$) entre RU e densidade tubular, observando-se uma diminuição dos valores em MPa quanto maior a quantidade de túbulos por mm² (Gráfico 7 e 8).

A análise da interface adesiva, da formação de *tags* resinosos e dos modos de fratura com fins ilustrativos foi realizada com microscopia eletrônica de varredura. A figura 6A mostra uma camada híbrida uniforme e nítida correspondente ao Single Bond da qual surgem os *tags* de resina que penetram num substrato dentinário evidenciado pelo tratamento ácido. Também podem ser observadas fendas formadas na parte superior da camada do adesivo. Na figura 6B se observa, no modo elétrons retroespalhados, a grande quantidade de *tags* resinosos com um comprimento aproximado de 12 μm correspondente a uma dentina profunda a qual tem sido totalmente eliminada. A mesma situação pode ser observada numa vista oclusal na figura 6C. A espessura da camada de adesivo como os *tags* formados pelo One Coat SE Bond podem observar-se na figura 7. O adesivo Clearfil S³ Bond formou uma camada de adesivo com uma espessura de aproximadamente 25 μm , mostrando *tags* com diferentes comprimentos (Figura 8).

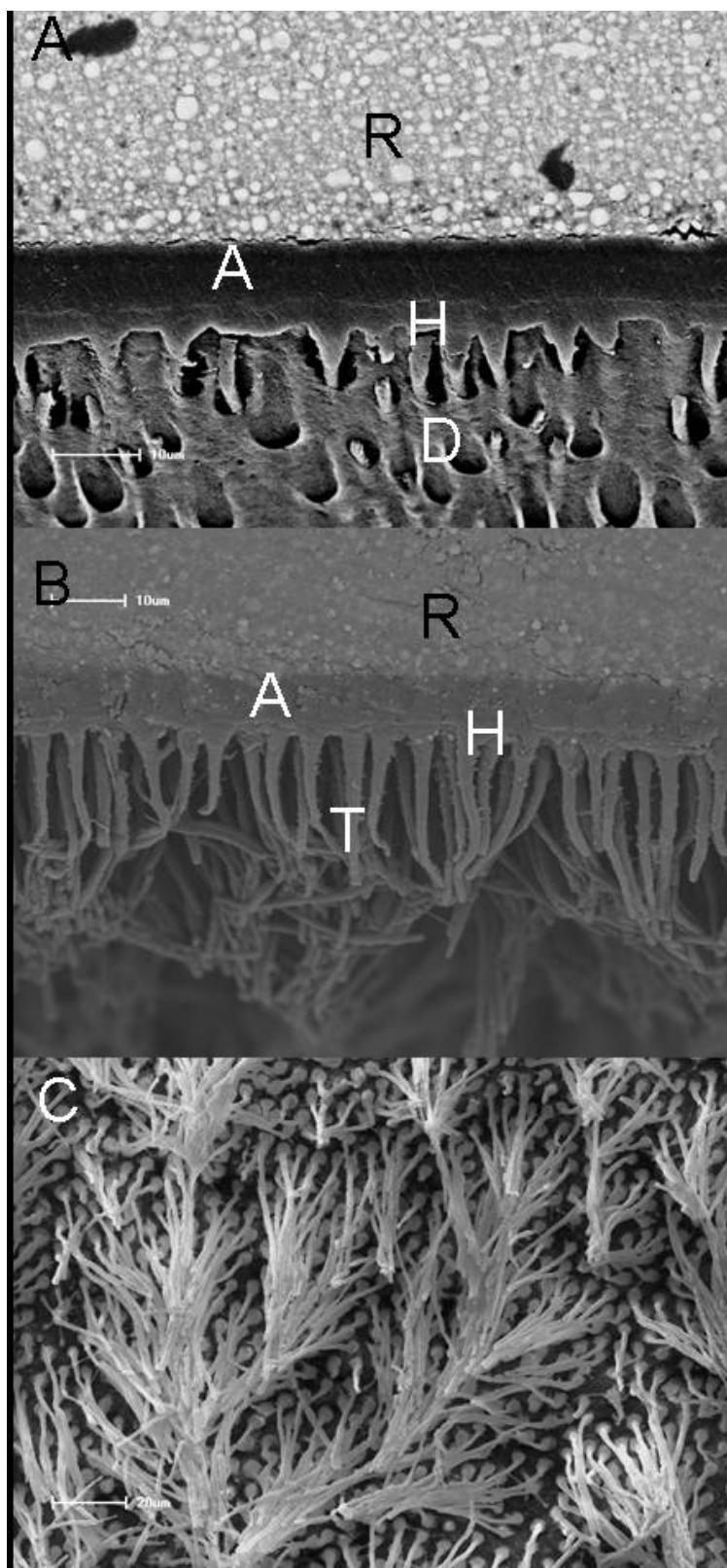


Figura 6 – Fotomicrografias do Single Bond. A) Interface adesiva (1200X). B) Vista lateral do espécime desmineralizado (1000X). C) Vista superior dos tags resinosos (500X). (A = camada adesiva; H = camada híbrida; R = resina composta; D = dentina).

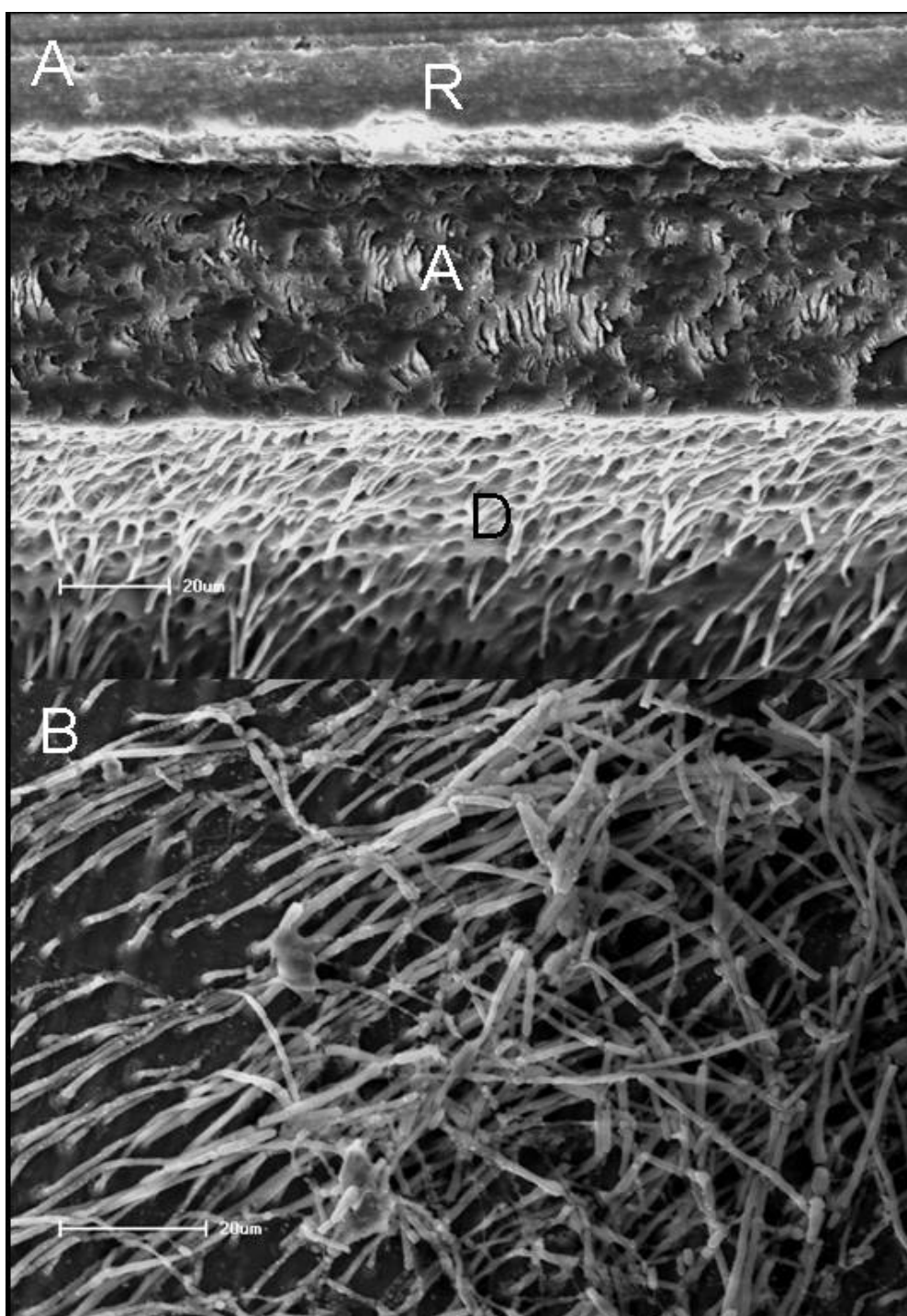


Figura 7 – Fotomicrografias do One Coat SE Bond. Observa-se a interface adesiva (A) (600X) e (B) formação de *tags* resinosos (800X).

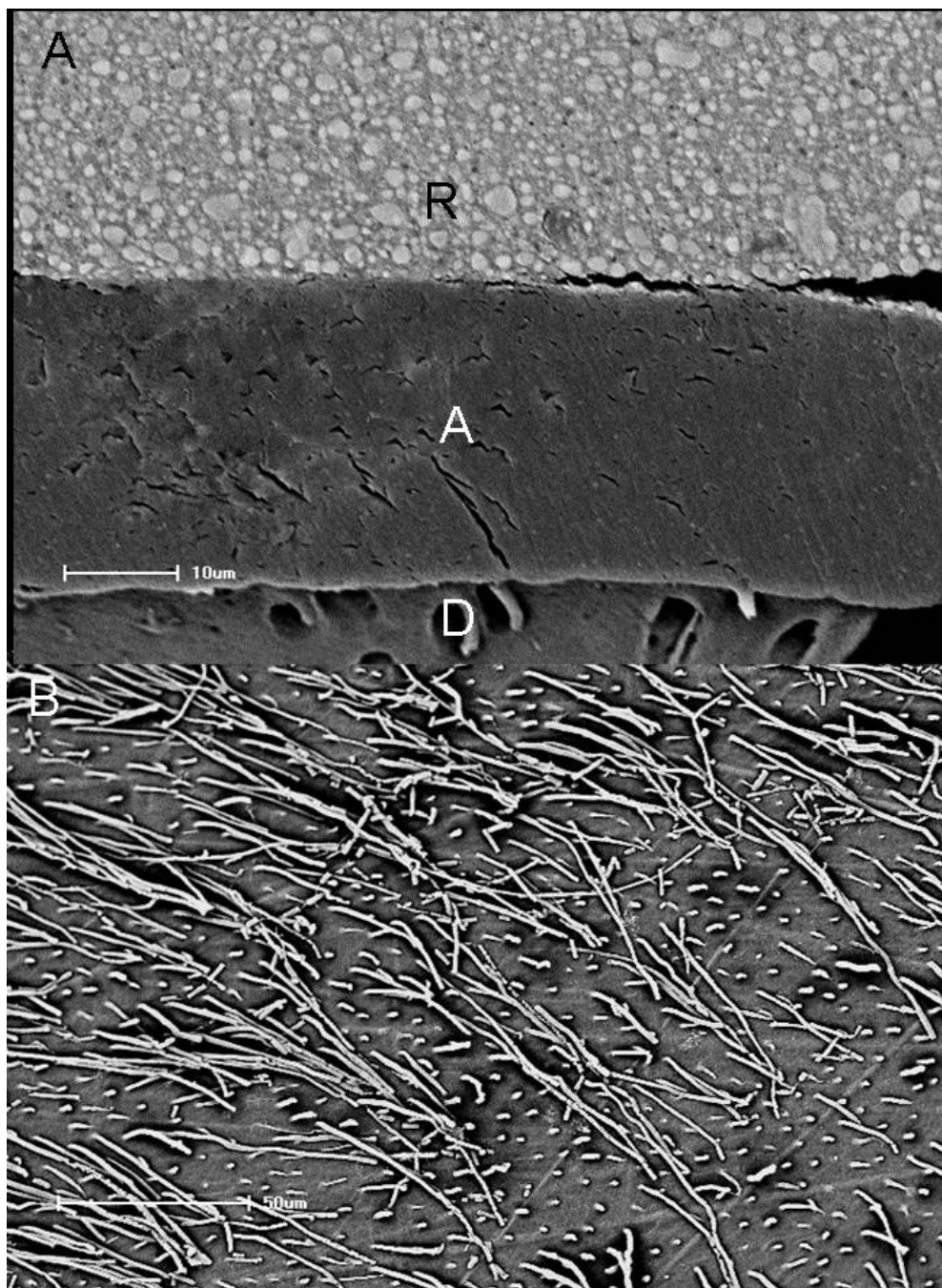


Figura 8 – Fotomicrografias do Clearfil S³ Bond. Mostrando a interface adesiva (A) (1200X) e (B) a formação de *tags* resinosos (400X). (A = camada adesiva; R = resina composta; D = dentina).

Espécimes com modos de fratura representativos foram analisados com microscopia eletrônica de varredura. O tipo de fratura adesiva foi a mais freqüente, podendo acontecer por baixo ou por cima da camada de adesivo (Figura 9A e B). A estrutura globular cobrindo a dentina representa o tipo coesivo de resina (Figura 9C). Túbulos abertos característico do tipo coesivo da dentina (Figura 9D).

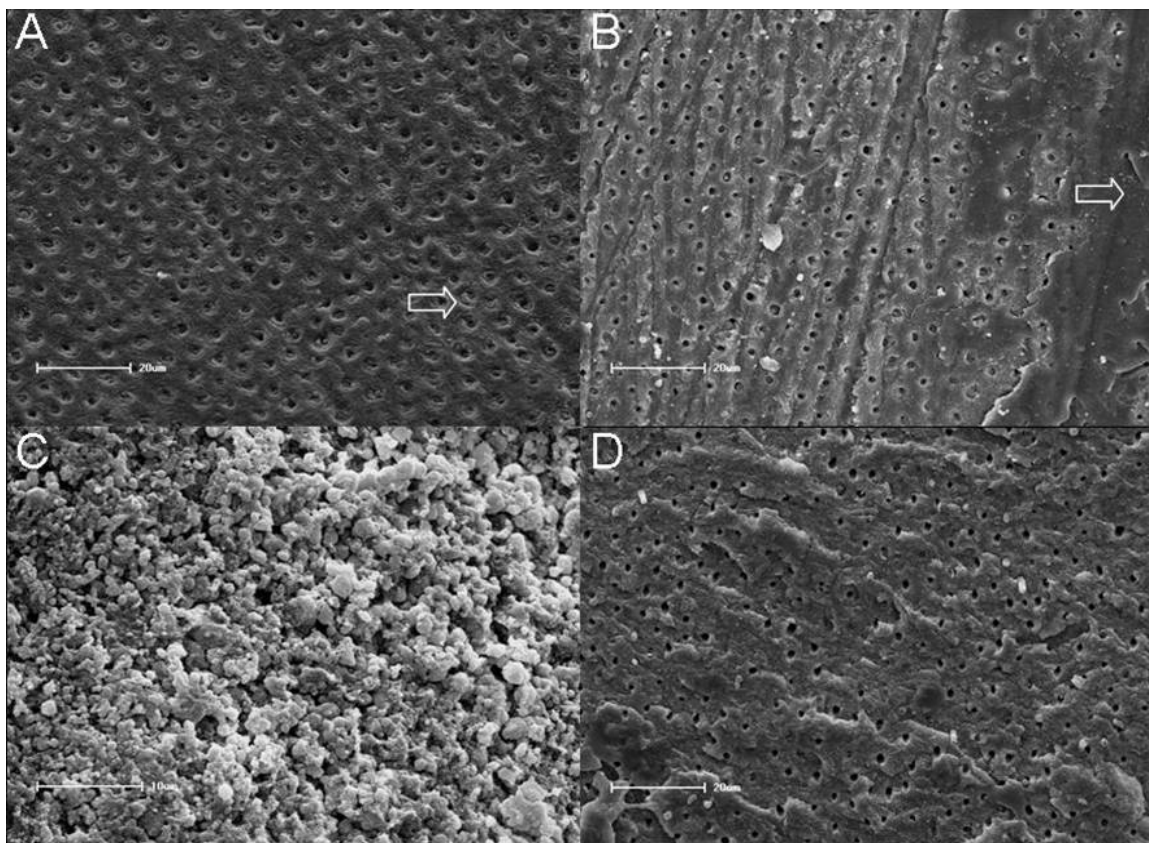


Figura 9 – Fotomicrografias dos padrões de fratura. Aumento 800X. A) Adesiva por baixo da camada híbrida. Tags resinosos dentro dos túbulos dentinários (flecha). B) Adesiva por baixo e por cima da camada de adesivo (flecha). C) Coesiva de resina. D) Coesiva de dentina.

6 DISCUSSÃO

Entre as diferentes variáveis envolvidas nos testes de adesão de sistemas adesivos aplicados na dentina se encontram as relacionadas com o substrato, os procedimentos de armazenagem, condicionamento, imprimação e adesão, e as relacionadas aos testes mecânicos (Pashley et al.²⁷ 1995). Desde que a dentina é, na maioria das vezes, a maior porção de substrato adesivo, a análise da mesma em restaurações adesivas é, atualmente, o objetivo de muitos trabalhos (Van Meerbeek et al.²⁴ 1993). A microestrutura local da dentina, que está sujeita a variações regionais do substrato, pode modificar o comportamento dos materiais restauradores cuja durabilidade depende das técnicas adesivas (Giannini et al.³⁵ 2002). É a partir da falta de uniformidade do substrato segundo a localização, da morfologia, da distribuição dos elementos estruturais, da permeabilidade e umidade intrínseca que se observam variações na superfície disponível para adesão, dureza e resistência de união (Perdigao et al.⁴⁵ 1994, Marshall et al.⁷ 1997, Leloup et al.⁴¹ 2001, Macari et al.⁶⁰ 2002).

Os estudos *in vitro* são importantes já que há, além de altos custos, uma rápida e constante evolução dos sistemas adesivos, não permitindo estudos clínicos de longa data (Bedran-de-Castro et al.⁵⁵ 2004). Este estudo avaliou a resistência de união de três sistemas adesivos por meio do teste de microtração em função de profundidade dentinária, determinante da densidade tubular, da área ocupada por dentina intertubular e da umidade intrínseca entre outros. Giannini et al.²³ (2001) e Carrilho et al.⁴³ (2002) ressaltaram que os espécimes utilizados para os testes de cisalhamento e tração convencional apresentam uma área de adesão com secção transversal, em média, dez vezes maior do que a área de um espécime preparado para o teste de microtração. Se bem que em áreas maiores aumentam as possibilidades de maior número de defeitos, no teste de microtração antes da obtenção dos espécimes o procedimento adesivo é realizado numa extensa área de dentina planificada, por tanto uma vez cortados existirão aqueles que não terão defeito algum até aqueles que o defeito ocupará toda a interface, permitindo desta forma diminuir a variabilidade do substrato. O teste de microtração possui vantagens como produzir maior quantidade de falhas adesivas do que coesivas, permite medir

valores de adesão altos e de realizar mensurações regionais, os valores de média e suas variações podem ser obtidas de um mesmo dente, permite trabalhar com superfícies irregulares e em áreas pequenas ($0,5-1,5 \text{ mm}^2$) o que facilita a observação no MEV (Pashley et al.⁴⁶ 1995, Gomes⁴⁰ 1999). Como desvantagens da técnica de microtração está a dificuldade para medir valores menores a 5 MPa, a necessidade de equipamento especial, demanda de tempo para preparo dos espécimes, rapidez de desidratação das amostras e possibilidade de fratura prematura devido a seu pequeno tamanho (Pashley et al.⁴⁶ 1995, Giannini et al.²³ 2001, Cardoso et al.⁴² 2002, Carrilho et al.⁴³ 2002). Também se faz necessária a utilização de um mínimo de quatro dentes por grupo experimental para satisfazer os requerimentos estatísticos (Reis et al.²⁴ 2003).

As superfícies dentinárias planificadas utilizadas para realizar o teste foram obtidas a partir de cortes perpendiculares ao longo eixo de terceiros molares humanos. A faixa etária dos dentes utilizados não foi tida em conta já que tem sido demonstrado que não exerce influência significativa nos resultados, no entanto tenham sido observados valores mais baixos nos dentes mais jovens (Giannini et al.⁵¹ 2003). A profundidade dentinária fica determinada pela altura de corte por baixo do sulco central, na parte média da coroa ou ligeiramente por baixo da conexão cimento-adamantina gerando dentinas pré-classificadas como superficial, média e profunda respectivamente (Prati et al.³³ 1999, Giannini et al.³⁵ 2002). Porém pela variabilidade do substrato dentinário em função da anatomia da câmara pulpar não toda a superfície de dentina obtida a partir de cortes perpendiculares corresponderão ao mesmo tipo de dentina. Como tem sido demonstrado por Yoshikawa et al.³⁴ (1999), a padronização do substrato resultou mais homogênea durante a obtenção da dentina profunda com valores de espessura de remanescente dentinário entre $1,3 \pm 1,2 \text{ }\mu\text{m}$ e $1,4 \pm 0,4 \text{ }\mu\text{m}$, no entanto para a dentina superficial foi mais irregular, entre $1,9 \pm 0,5 \text{ }\mu\text{m}$ e $3,1 \pm 0,5 \text{ }\mu\text{m}$, apresentando diferenças significativas.

Nosso trabalho coincide com Giannini et al.²³ (2001), se consideramos que a altura de corte das coroas dos dentes não deve ser utilizada como referência da profundidade dentinária pela grande variabilidade da morfologia dentinária e da anatomia do complexo dentino-pulpar. Isso fica evidente quando é considerada a densidade tubular ($22.572 \pm 7338 \text{ túbulos/mm}^2$) e a área ocupada por

túbulos ($15,67 \pm 7,06\%$) em forma geral para os substratos dos três adesivos; que seriam mais representativos de uma dentina superficial e média do que profunda, coincidindo com o trabalho de Eick et al.⁶ (1997). A grande variabilidade do substrato permite explicar as diferenças nos resultados observados entre os dentes de cada grupo experimental deste estudo (dentina superficial e profunda), ou como no trabalho de Giannini et al.³⁵ (2002), onde valores dos grupos dentina considerada média e profunda não apresentaram diferenças significativas. Isto justificaria também a falta de padronização que possui este método. Um problema que surge quando se trabalha com dentina profunda, e por conseguinte com pouca espessura de remanescente dentinário, é a escassa quantidade de substrato para colar os espécimes nos dispositivos de microtração. Baseado nisso a metodologia empregada por Uceda-Gomes et al.⁵⁴ (2003) seria viável para obtenção de uma dentina profunda via apical; no entanto também não considera a variabilidade da morfologia do substrato nas diferentes regiões do dente.

O trabalho de Coutinho et al.³¹ (2003), teve por objetivo identificar as diferenças nas regiões dentinárias de cada dente, tendo como diferença dos outros estudos que se tratou de um estudo das variações morfológicas da dentina num sentido transversal ao longo eixo do dente. Observaram na região central do dente (Classe I), abaixo do sulco principal, túbulos com forma circular de diâmetro médio e amplo e com distribuição regular. O número de túbulos por unidade de área nesta região é pequeno, aumentando assim a quantidade de dentina intertubular. As regiões baixo das cúspides e perto dos cornos pulpaes estão caracterizadas por grande quantidade de túbulos circulares e amplos (Classe II). A principal zona da dentina (Classe III), localizada entre os sulcos e as cúspides, é caracterizada por uma grande quantidade de túbulos médios e pequenos, regularmente distribuídos, com forma circular ou elíptica. As áreas periféricas perto da junção amelodentinária têm menor quantidade de túbulos, de diâmetro pequeno e elípticos e irregularmente distribuídos (Classe IV). Consideraram que devido a estas variações regionais num mesmo dente, e entre dentes, é que existe grande variabilidade nos resultados encontrados nos diferentes estudos de adesão.

Outro parâmetro utilizado é a determinação da profundidade dentinária através da espessura de remanescente dentinário aferido por meio de um paquímetro diretamente nas amostras como nos trabalho de Yoshiyama et al.²⁶ (1995) e Kaaden et al.¹¹ (2002). É importante salientar que nesse estudo, além de

não terem sido encontradas diferenças na resistência entre os substratos, foram descartados os “palitos” que ficaram fora da área correspondente à câmara pulpar já que impediam a mensuração da espessura de dentina remanescente. Isso significa que a dentina periférica, correspondente à Classe IV (Coutinho et al.³¹ 2003), caracterizada por menor quantidade de túbulos com distribuição e forma irregular, não foi tida em conta no estudo, desconsiderando assim a influencia deste substrato particular na adesão. Wang et al.¹⁸ (2006) justificam o comportamento deficiente dos adesivos na região da junção esmalte-cimento devido à maior quantidade de túbulos de maior diâmetro aumentando assim a quantidade de água do substrato. Porém, isto é contraditório com os resultados de Mjor e Nordahl⁵ (1996) que mostraram que na dentina do setor da junção esmalte-cimento a quantidade de túbulos é muito menor do que no setor da junção esmalte-dentina. Talvez essa irregularidade observada na camada híbrida neste setor se deva à mesma irregularidade do substrato, onde os túbulos se encontram em menor quantidade e cortados em forma oblíqua no parte do trajeto sinuoso. Possivelmente os resultados de Wang et al.¹⁸ (2006) tenham mais relação com Bedran-de-Castro et al.⁵⁵ (2004) os que mostraram que os espécimes onde os túbulos estavam orientados perpendiculares ao eixo de tração do teste apresentaram valores significativamente maiores em comparação com aqueles que os túbulos estavam na mesma direção. Também é importante remarcar que esta região da dentina periférica geralmente não é aproveitada nos teste de microtração, devido aos cortes paralelos ao longo eixo dos dentes que acabam por eliminar essa zona.

Quando foram analisados os dentes em conjunto no estudo de Coutinho et al.¹² (2007), a densidade tubular geral variou somente entre $20628 \pm 9728,1$ túbulos/mm² e $14065,2 \pm 6739,7$ túbulos/mm², sendo que também o tipo de substrato foi mais representativo de uma dentina média e superficial, confirmado pela pouca variação na inclinação dos túbulos ($55,70 \pm 10,22$). Foi demonstrado que não sempre existe uma correlação direta entre a densidade tubular e a área ocupada por túbulos. Isso teria relação com a variabilidade de resultados encontrados nesta pesquisa onde o adesivo Single Bond não mostrou nenhum tipo de relação entre a resistência de união e a densidade tubular, no entanto existiu uma relação significativa entre a resistência de união e a área de dentina intertubular ($p=0,004$). Isso se deve a uma relação entre a densidade tubular e a área ocupada por túbulos, mantendo a quantidade de túbulos mas aumentando

seu diâmetro também poderíamos observar um aumento da área ocupada por túbulos, contradizendo trabalhos anteriores que afirmaram que quanto maior a profundidade dentinária maior a quantidade de túbulos.

Devido à variabilidade que apresenta a dentina como substrato adesivo Giannini et al.²³ (2001) estudaram a correlação entre a densidade tubular (DT) e área ocupada por dentina sólida (ADS) com a resistência de união de sistemas adesivos aplicados em diferentes profundidades. Depois da fratura dos espécimes, o lado correspondente à dentina de cada “palito” foi polido com papel de lixa de granulação #1000, condicionado com ácido fosfórico 37% por 15 s, lavados e secados ao ar para sua posterior observação no MEV. Igualmente ao trabalho de Pratti et al.³³ (1999), foi utilizado o método manual para o cálculo da densidade tubular e medição do diâmetro dos túbulos; no entanto os túbulos foram considerados como circulares, sendo que não sempre isso é o que acontece (Coutinho et al.¹² 2007). Foi estabelecido que a anatomia irregular da polpa dental e do esmalte periférico não permite a exposição de grandes áreas de dentina superficial ou profunda. Sendo assim, deve-se tomar cuidado ao interpretar dados de resistência de união a diferentes profundidades, particularmente para os testes de cisalhamento e de tração.

Baseado na necessidade de uma caracterização do substrato para entender o comportamento mecânico dos adesivos, novas metodologias tem surgido com ferramentas que possibilitam de forma eficiente, rápida e sistemática a caracterização dos parâmetros estruturais da dentina (Coutinho et al.¹² 2007). Nosso estudo estabeleceu uma correlação entre os valores de resistência de união obtidos pelo teste de microtração e os valores de densidade tubular, área ocupada por túbulos e área de dentina intertubular obtidos a partir de fotomicrografias processadas digitalmente. O adesivo Clearfil S³ Bond mostrou resultados similares ao trabalho de Giannini et al.²³ (2001), com uma tendência significativa de diminuir a resistência de união quanto maior fosse a densidade tubular. De forma inversa, porém não significativa, houve um aumento dos valores de resistência de união quando aumentou a área ocupada por dentina intertubular. Com um comportamento oposto se encontram o Single Bond e o One Coat SE Bond. Ambos apresentaram uma tendência a diminuir a resistência adesiva quanto maior for a área de dentina intertubular, sendo esta relação significativa para o Single Bond ($p=0,004$). Tendo em conta as características dos adesivos, podemos afirmar que aqueles que

possuem maior agressividade seu mecanismo de união depende mais da penetração nos túbulos dentinários e formação de tags resinosos, no entanto aqueles que são fracos dependem mais da formação da camada híbrida. Pashley et al.²⁵ (1995) determinaram que na dentina profunda o mecanismo de adesão dependerá principalmente da formação de *tags* de resina, e que na dentina superficial dependerá da formação da camada híbrida pela maior quantidade de dentina intertubular, mas é importante salientar que isso também estará influenciado pela facilidade de penetração a essas estruturas. Como foi relatado, o desempenho dos adesivos dependerá de diversos fatores como técnica do operador, ambiente bucal, características do substrato e composição química do material, que determinarão o sucesso dos procedimentos adesivos (Carvalho et al.¹⁶ 2004, Lopes et al.³⁶ 2006)

Considerando que a adesão à dentina depende da penetração da resina nos túbulos dentinários, e principalmente da interpenetração no substrato desmineralizado formando uma camada híbrida ácido-resistente (Nakabayashi et al.²¹ 1982), trabalhos como o de Gwinnett²² (1993) avaliaram quantitativamente a participação da infiltração do adesivo na resistência de união ao cisalhamento dependendo das características do substrato. A penetração resinosa pode contribuir em 30% na resistência ao cisalhamento, correspondendo a 15% à formação da camada híbrida e a outra metade à formação dos *tags* resinosos. O resto seria atribuído à retenção macro-mecânica e interação físico-mecânica entre o adesivo e o substrato. Segundo o modelo de Pashley et al.²⁵ (1995), a formação da camada híbrida participa em 68% do mecanismo de adesão na dentina superficial e na dentina profunda somente em 41% a partir da maior quantidade de túbulos os quais contribuem em 46%. Utiliza como parâmetros que a superfície dentinária foi totalmente condicionada e que os túbulos terminam em angulo reto em relação à superfície. Também considera que na dentina profunda a ausência de dentina peritubular facilitaria a formação de uma camada híbrida na parede do túbulo e a penetração nos canais laterais. Concluíram que os fatores envolvidos na adesão são: a resistência coesiva da resina, o grau de penetração na dentina intertubular e a formação dos *tags* resinosos e a superfície ocupada por cada estrutura.

No nosso trabalho, a diferença de outros (Shilke et al.⁸ 2000, Coutinho et al.¹² 2007), os substratos de todos os espécimes dos grupos experimentais foram tratados com o mesmo ácido fosfórico para limpá-los e permitir

as diferentes mensurações, desprezando assim a agressividade particular de cada sistema adesivo empregado. Baseados em que a eficiência da adesão depende principalmente da microretenção da camada híbrida e dos *tags* resinosos, Kenshima et al.¹⁷ 2006 analisaram a capacidade de condicionamento, de formação de *tags* resinosos e camada híbrida de sistemas adesivos autocondicionantes de diferente acidez: fraco pH= 2 (Clearfil SE Bond); intermédio $1 < \text{pH} < 2$ (OptibondSolo SE e Solo Plus) e forte pH= < 1 (Tyrian Self-Priming Etchant + One StepPlus), tendo como controle um sistema de três passos (Scotchbond Multipurpose Plus). Foi demonstrado que a capacidade de dissolução dos diferentes *smear layers*, espessura de camada híbrida e formação de *tags* resinosos estiveram estreitamente relacionadas com o pH dos adesivos, coincidindo com outros trabalhos (Koibuchi et al.⁹ 2001). Para Kaaden et al.¹¹ (2002), o melhor desempenho do Clearfil se deve que a penetração dos monômeros foi mais homogênea e eficiente. A presença de partículas de carga no adesivo talvez permita um maior alívio de tensões durante a polimerização. A menor quantidade de água no adesivo (50%) em comparação com o 80 % para Prompt L-Pop e Etch&Prime também explicariam o melhor desempenho do sistema autocondicionante de dois passos. O excesso de água pode provocar uma separação de fases no adesivo, a diluição do *primer*, ou impedir a correta penetração no substrato facilitando os processos de degradação da interface pela nanoinfiltração (Arrais, Giannini³⁰ 2002, Carrilho et al.⁴³ 2002). Outro fator importante que pode prejudicar a adesão e a quantidade de monômeros ácidos não polimerizados presentes na camada inibida.

O valor do pH é estabelecido a partir do logaritmo negativo da concentração de hidrogeníons ($\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$), pelo que pequenas variações podem significar em um adesivo cem vezes mais ácido que outro. Van Landuyt et al.¹⁹ (2007) considera que muitas vezes a discussão sobre o efeito dos componentes dos adesivos nos diferentes estudos se faz dificultosa devido a que os fabricantes protegem seus produtos e não são informados na sua totalidade. O ácido fosfórico é um ácido forte que cria microporosidades no esmalte e na dentina remove o *smear layer* e desmineraliza a dentina sub-superficial abrindo os túbulos dentinários (Cardoso et al.⁴² 2002). Sua capacidade de condicionamento está relacionada com a concentração do mesmo, com o tipo de espessante utilizado e a viscosidade (Perdigão et al.⁴⁷ 1996, Eick et al.⁶ 1997). Consideramos importante remarcar que neste estudo foi observado durante a análise das amostras com MEV que às vezes

o *smear layer* não foi eliminado totalmente da superfície da dentina, encontrando-se áreas onde os túbulos dentinários ainda estavam ocluídos por *smear layer*. Isto é atribuído possivelmente as condições de armazenagem do ácido fosfórico. Se bem que este produto possui um pH suficiente para provocar desmineralização do substrato (Perdigão et al.⁴⁷ 1996), a falta de uma boa estocagem facilitaria a evaporação do conteúdo aquoso tornando o gel mais viscoso impedindo desta forma o íntimo contato com a superfície a tratar. Se bem que os melhores resultados foram alcançados com o sistema adesivo que empregou o ácido fosfórico como condicionador do substrato, também devemos ter em conta que os adesivos simplificados como o Single Bond possuem maior possibilidade de degradação da interface ao longo do tempo. Isto está relacionado com a discrepância de penetração entre o ácido e o adesivo gerando nanoinfiltração, e com a maior quantidade de monômeros hidrófilos os quais facilitariam a absorção aquosa e posterior hidrólise das fibras colágenas e do adesivo. Single Bond também apresenta na sua composição um copolímero do ácido polialquenoico que tem mostrado ser mais susceptível aos substratos úmidos e possuir incapacidade de dissolução no adesivo formando na interface de união estruturas globulares (Van Landuyt et al.¹⁹ 2007), representando espaços correspondente a solventes removidos em forma incompleta ou regiões de subconversão de monômeros (Agee et al.⁵⁰ 2003).

Em relação aos trabalhos de Pereira et al.²⁸ (1999) e Giannini et al.²³ (2001), os resultados de microtração foram menores quando os adesivos simplificados foram aplicados em dentina correspondente à região pulpar onde a umidade intrínseca era maior. Porém a forma de aplicação do adesivo, ativa ou passiva, de acordo com o tipo de solvente não foi considerada e possivelmente teve uma influência negativa devido a uma sobreumectação por falta de evaporação do solvente causando as correspondentes falhas adesivas (Jacobsen, Soderholm¹³ 1998, Carrilho et al.⁴³ 2002, Reis et al.¹⁵ 2003, Carvalho et al.¹⁶ 2004,). No presente trabalho as superfícies dentinárias foram hidratadas em função do tipo de solvente de cada adesivo. O Single Bond possui água e etanol pelo que a quantidade de água no substrato foi maior que para os adesivos autocondicionantes One Coat SE Bond e Clearfil S³ Bond. A forma de aplicação também está relacionada com o tipo de solvente, sendo que os autocondicionantes exigem uma aplicação mais ativa para permitir a evaporação do excesso de água (Jacobsen, Soderholm¹³ 1998, Carrilho et al.⁴³ 2002, Reis et al.¹⁵ 2003, Carvalho et al.¹⁶ 2004, Ernst⁴ 2004).

Independente da dentina pré-classificada o Single Bond apresentou valores de resistência de união significativamente superiores aos autocondicionantes, sendo que entre estes não houve diferenças importantes, no entanto ambos adesivos autocondicionantes possuem características que melhoram seu desempenho ao longo do tempo. No Clearfil S³ Bond, autocondicionante de um passo, a particularidade está dada por um componente específico denominado MPD, monômero ácido de baixa agressividade (pH= 2-2,7) utilizado como agente condicionador de comportamento hidrofóbico pelo que tem menor capacidade de absorção de água. Para facilitar a penetração tanto do MDP como do Bis-GMA devido à viscosidade que estes monômeros apresentam foi incorporado o etanol como solvente (Arrais, Giannini³⁰ 2002, Van Landuyt et al.¹⁹ 2007). Os valores de resistência de união foram similares ao One Coat SE Bond, adesivo autocondicionante que utiliza uma segunda camada de resina hidrófoba oferecendo também uma proteção contra a hidrólise evitando assim a degradação da interface adesiva ao longo do tempo.

O sucesso do procedimento adesivo depende, além de uma correta integração entre adesivo e material restaurador, da dissolução do *smear layer* junto com a parte superficial de dentina e da eficiente penetração da resina na matriz colágena para formação de uma camada híbrida uniforme. É importante considerar que se bem a formação dos tags resinosos participa ativamente na resistência adesiva, a densidade também depende da região dentinária observada. Segundo Giachetti et al.⁵⁶ (2004) a forma e comprimento dos *tags* de resina, além de não significar maior resistência adesiva, podem estar relacionados a uma má interpretação na observação na MEV de uma estrutura própria da dentina denominada camada limitante composta por glicosaminoglicanos. Somado a isso, segundo Sabóia et al.⁴⁹ (2000), na dentina da região oclusal, após o secionamento do espécime, deve-se utilizar para visualização dos *tags* o lado votado para a polpa. Dessa forma, pela sua inclinação em direção à polpa os *tags* podem ser observados na sua totalidade, ficando protegidos durante o procedimento de corte e preparo para a análise com MEV.

No entanto estudos demonstraram que a espessura da camada híbrida e o comprimento dos *tags* resinosos não tenham relação com a resistência de união (Giannini et al.³⁵ 2002), e que sua formação esta influenciada por vários fatores (Macari et al.⁶⁰ 2002), sua observação no MEV permitem um melhor

conhecimento sobre o desempenho dos diferentes adesivos. Neste estudo as fotomicrografias das interfaces adesivas também mostraram características diferentes segundo o sistema adesivo, coincidindo com os resultados de outras pesquisas (Macari et al.⁶⁰ 2002, Kaaden et al.⁶¹ 2003). Single Bond teve uma clara diferenciação entre a camada de adesivo e a camada híbrida, apresentando esta uma espessura de aproximadamente 2 µm. A formação dos *tags* resinosos foi claramente evidente, com a típica forma de funil de base ampla surgindo da camada híbrida e mostrando prolongações laterais. Clearfil S³ Bond mostrou com frequência formação de fendas entre a camada de adesivo e a resina ou a dentina. Também se observou uma espessa camada de adesivo, no entanto a camada híbrida não foi claramente visível. Os *tags* resinosos se apresentaram com forma e comprimento irregular e com grande variabilidade na densidade, tendo setores onde dificilmente eram observados. No trabalho de Yuan et al.⁵⁹ (2007) o Clearfil S³ Bond mostrou sinais de separação de fases de seus componentes devido ao maior conteúdo aquoso da dentina profunda. O One Coat SE Bond também teve uma camada de adesivo espessa e uma camada híbrida pouco definida, mas a formação de *tags* resinosos foi um pouco mais regular. As diferenças encontradas talvez se devam à agressividade dos adesivos, sendo que o ácido fosfórico produz maior penetração na dentina intertubular e peritubular permitindo a formação de uma camada híbrida espessa como a formação de prolongações laterais nos túbulos (Perdigão et al.⁴⁵ 1994, Yoshiyama et al.²⁶ 1995, Pashley, Carvalho²⁷ 1997, Yuan et al.⁵⁹ 2007). Durante a análise da espessura das camadas híbridas ou da formação de hiatos ou fendas na interface adesiva deve ter-se precaução nas observações devido a que a técnica de preparo para microscopia eletrônica de varredura pode gerar artifícios levando a erros nas interpretações (Perdigão⁴⁵ 1994, Agee et al.⁵⁰ 2003, Itou et al.⁵² 2003).

A utilização do teste de microtração permite uma melhor distribuição das tensões devido à menor área adesiva empregada, oferecendo uma relação inversamente proporcional entre a resistência adesiva e a área de união (Pashley⁴⁶ 1995, Gomes⁴⁰ 1999, Terada²⁹ 2001, Garcia et al.⁴⁴ 2002). O tipo de falha predominante foi adesiva para os três adesivos, porém o Single Bond apresentou maior quantidade de falhas coesivas de resina e dentina do que os adesivos autocondicionantes. A análise estatística entre as médias das áreas para cada grupo experimental não mostrou diferenças significativas ($p=0,9$), no entanto o coeficiente

de variação foi superior ($CV = 10,14$) ao dos adesivos autocondicionantes o que poderia explicar os resultados obtidos, já que quanto maior a área de adesão menor é a resistência coesiva.

7 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia proposta e com os resultados obtidos e dentro das limitações do presente estudo pode-se concluir que:

1. Entre os adesivos estudados, o que utiliza condicionamento independente com ácido fosfórico apresentou valores de resistência de união significativamente superiores aos adesivos autocondicionantes.
2. O modo de fratura predominante para todos os adesivos foi adesiva.
3. O tipo de substrato pré-classificado como dentina superficial e profunda não teve influência nos resultados de microtração independentemente do material.
4. A variabilidade da microestrutura dentinária influenciou os valores de resistência de união de todos os materiais.
5. As novas metodologias para processamento de imagens facilitam a interpretação do comportamento dos sistemas adesivos aplicados na dentina.

REFERÊNCIAS*

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 1955 Dec; 34(6):849-53.
2. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent Assoc. 1963 Jan; 66:57-64.
3. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. J Am Dent Assoc. 2000 Jun; 131 Suppl:20S-25S.
4. Ernst CP. Positioning self-etching adhesives: versus or in addition to phosphoric acid etching? J Esthet Restor Dent. 2004; 16 (1), 57–69.
5. Mjör IA, Nordahl I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. Arch Oral Biol. 1996 May; 41(5):401-12.
6. Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH, Robinson SJ. Current concepts on adhesion to dentin. Crit. Rev. Oral Biol. Med. 1997; 8(3):306-35.
7. Marshall GW Jr, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. J Dent. 1997 Nov; 25(6):441-58.
8. Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. Arch. Oral Biol. 2000 May; 45(5):355-61.
9. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. Dent Mater. 2001 Mar; 17(2):122-6.
10. Ten Cate AR. Histologia bucal: desenvolvimento, estrutura e função. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
11. Kaaden C, Powers JM, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of self-etching adhesives to dental hard tissues. Clin Oral Investig. 2002 Sep; 6(3):155-60.

* De acordo com a norma do programa de Mestrado em Odontologia da UEPG, baseada no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o Medline.

12. Coutinho ET, Tavares E, d'Almeida JRM, Paciornik S. Evaluation of microstructural parameters of human dentin by digital image analysis. *Mater Res.* 2007; 10(2):153-9.
13. Jacobsen T, Soderholm KJ. Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *Am J Dent.* 1998 Oct; 11(5):225-8.
14. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater.* 2001 Jul; 17(4):296-308.
15. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CL, de Carvalho RM, da Julio Singer M, Grande RH. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *J Adhes Dent.* 2003 Fall; 5(3):183-92.
16. Carvalho R M, Carrilho M R, Pimentel L C G, Garcia F C P, Marquezini Junior L, Silva S M A E. Sistemas Adesivos: fundamentos para aplicação clínica. *Biodonto.* 2004 Jan-Fev; 2(1): 8 - 86.
17. Kenshima S, Francci C, Reis A, Loguercio AD, Filho LE. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *J Dent.* 2006 Nov; 34(10):775-83.
18. Wang Y, Spencer P, Hager C, Bohaty B. Comparison of interfacial characteristics of adhesive bonding to superficial versus deep dentine using SEM and staining techniques. *J Dent.* 2006 Jan; 34(1):26-34
19. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, Coutinho E, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials.* 2007 Sep; 28(26):3757-85.
20. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater.* 2008 Jan; 24(1):90-101.
21. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982 May; 16(3):265-73.

22. Gwinnett AJ. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. *Am J Dent*. 1993 Feb; 6(1):7-9
23. Giannini M, Carvalho RM, Martins LR, Dias CT, Pashley DH. The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *J Adhes Dent*. 2001 Winter; 3(4):315-24.
24. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, VanHerle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res*. 1993 Feb; 72(2):495-501.
25. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Carvalho RM, Russell CM. Bond strength versus dentine structure: a modelling approach. *Arch Oral Biol*. 1995 Dec; 40(12):1109-18.
26. Yoshiyama M, Carvalho R, Sano H, Horner J, Brewer PD, Pashley DH. Interfacial morphology and strength of bonds made to superficial versus deep dentin. *Am J Dent*. 1995 Dec; 8(6):297-302
27. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent*. 1997 Sep; 25(5):355-72.
28. Pereira PN, Okuda M, Sano H, Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater*. 1999 Jan; 15(1):46-53
29. Terada RSS. Mapeamento da variação regional da resistência adesiva em superfícies planas de dentina. [tese]. São Paulo. Faculdade de odontologia Bauru; 2001.
30. Arrais CA, Giannini M. Morphology and thickness of the diffusion of resin through demineralized or unconditioned dentinal matrix. *Pesqui Odontol Bras*. 2002 Apr-Jun; 16(2):115-20.
31. Coutinho ET, d'Almeida JRM, Paciornik S. The Use of Scanning Electron Microscopy and Microanalysis to Classify Dentin. *Microsc Microanal*. 2003 Aug; 9(2): 212-3.

32. Marshall GW Jr, Inai N, Wu-Magidi IC, Balooch M, Kinney JH, Tagami J, Marshall SJ. Dentin demineralization: effects of dentin depth, pH and different acids. *Dent Mater.* 1997 Nov; 13(6):338-43.
33. Prati C, Chersoni S, Pashley DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dent Mater.* 1999 Sep; 15(5):323-31
34. Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res.* 1999 Apr; 78(4):898-905.
35. Giannini M, Reis A F, Arrais CAG. Efeito da profundidade dentinária na resistência à tração de um sistema adesivo autocondicionante. *Rev. Pós Grad. Fac. Odontol. Univ. São Paulo.* 2002 Jan-Mar; 9(1):43-50.
36. Lopes GC, Perdigão J, Lopes Mde F, Vieira LC, Baratieri LN, Monteiro S Jr. Dentin bond strengths of simplified adhesives: effect of dentin depth. *Compend Contin Educ Dent.* 2006 Jun; 27(6):340-5; quiz 346.
37. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater.* 2006 Jan; 22(1):45-56.
38. Dutra-Correa M, Anauate-Netto C, Arana-Chavez VE. Density and diameter of dentinal tubules in etched and non-etched bovine dentine examined by scanning electron microscopy. *Arch Oral Biol.* 2007 Sep; 52(9):850-5.
39. Armstrong SR, Boyer DB, Keller JC. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. *Dent Mater.* 1998 Jan; 14(1):44-50.
40. Gomes JC. Análise "In Vitro" do efeito dos sistemas adesivos e materiais restauradores cerâmica e cerômero, na resistência adesiva com substrato dentinário através do teste de microtração. [tese] Araraquara. Faculdade de Odontologia de Araraquara;1999.
41. Leloup G, D'Hoore W, Bouter D, Degrange M, Vreven J. Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. *J Dent Res.* 2001 Jul; 80(7):1605-14.

42. Cardoso PE, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. Adhesion testing with the microtensile method: effects of dental substrate and adhesive system on bond strength measurements. *J Adhes Dent*. 2002 Winter; 4(4):291-7.
43. Carrilho MR, Reis A, Loguercio AD, Rodrigues Filho LE. Resistência de união à dentina de quatro sistemas adesivos. *Pesqui Odontol Bras*. 2002 Jul-Sep; 16(3):251-6.
44. Garcia F, D'Alpino P, Terada R, Carvalho R. Testes mecânicos para avaliação laboratorial da união resina/dentina. *Rev Fac Odontol Bauru*. 2002; 10(3):118-27.
45. Perdigão J, Swift EJ Jr, Denehy GE, Wefel JS, Donly KJ. In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. *J Dent Res*. 1994 Jan; 73(1):44-55.
46. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater*. 1995 Mar; 11(2):117-25. Review.
47. Perdigão J, Lambrechts P, van Meerbeek B, Tomé AR, Vanherle G, Lopes AB. Morphological field emission-SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. *Dent Mater*. 1996 Jul; 12(4):262-71.
48. Perdigão J, Thompson J, Toledano M, Osorio, R. An ultra-morphological characterization of collagen-depleted etched dentin. *Am J Dent* 1999; 12:250-255.
49. Saboia VPA, Saito SK, Pimenta LAF. Aspectos micromorfológicos da interface adesiva em função da variação no preparo do espécime. *Pesqui Odontol Bras*. 2000 Out/Dez; 14(4):340-4.
50. Agee KL, Pashley EL, Itthagarun A, Sano H, Tay FR, Pashley DH. Submicron hiati in acid-etched dentin are artifacts of desiccation. *Dent Mater*. 2003 Jan; 19(1):60-8.
51. Giannini M, Chaves P, Oliveira MT. Effect of tooth age on bond strength to dentin. *J Appl Oral Sci* 2003; 11(4):342-7.

52. Itou K, Torii Y, Oyama F, Yoshiyama M, Pashley D H. Effect of drying methods on hybrid layer thickness. *Am J Dent* 2003; 16:335-9.
53. Toledano M, Osorio R, Ceballos L, Fuentes MV, Fernandes CA, Tay FR, Carvalho RM. Microtensile bond strength of several adhesive systems to different dentin depths. *Am J Dent*. 2003 Oct;16(5):292-8.
54. Uceda-Gómez N, Reis A, Carrilho MRO, Loguercio AD, Rodrigues LE. Effect of hypochlorite on the bond strength of an adhesive system to superficial and deep dentin. *J Appl Oral Sci*. 2003; 11(3):223-8.
55. Bedran-de-Castro AK, Pereira PN, Thompson JY. Influence of load cycling and tubule orientation on ultimate tensile strength of dentin. *J Adhes Dent*. 2004 Autumn; 6(3):191-4.
56. Giachetti L, Bertini F, Scaminaci Russo D. Investigation into the nature of dentin resin tags: a scanning electron microscopic morphological analysis of demineralized bonded dentin. *J Prosthet Dent*. 2004 Sep; 92(3):233-8.
57. Loguercio AD, Uceda-Gomez N, Carrilho MR, Reis A. Influence of specimen size and regional variation on long-term resin-dentin bond strength. *Dent Mater*. 2005 Mar; 21(3):224-31.
58. Yazici AR, Celik C, Ozgünaltay G, Dayangaç B. Bond strength of different adhesive systems to dental hard tissues. *Oper Dent*. 2007 Mar Apr; 32(2):166-72.
59. Yuan Y, Shimada Y, Ichinose S, Tagami J. Effect of dentin depth on hybridization quality using different bonding tactics in vivo. *J Dent*. 2007 Aug; 35(8):664-72.
60. Macari S, Gonçalves M, Nonaka T, dos Santos JM. Scanning Electron Microscopy Evaluation of the Interface of Three Adhesive Systems. *Braz Dent J* 2002; 13(1): 33-8.
61. Kaaden C, Schmalz G, Powers JM.. Morphological characterization of the resin-dentin interface in primary teeth. *Clin Oral Invest* 2003; 7:235–40

APÊNDICE

Valores originais por grupo experimental.

Tabela 3 - Valores originais de resistência adesiva, área adesiva, tipo de fratura, densidade tubular e área de dentina intertubular para Single Bond. (continua)

Grupo experimental	Nº de dente	Área (mm ²)	Resistência adesiva (MPa)	Tipo de fratura	Nº de tubulos/mm ²	Área de Dentina Intertubular (mm ²)
SB/S	1	0,63	46,77	A	-	-
		0,63	63,33	A	-	-
		0,71	45,78	A	-	-
		0,55	69,81	R	-	-
		0,56	54,62	R	-	-
		0,63	63,79	A	23604,6	0,46
		0,68	49,82	A	-	-
		0,62	54,10	A	32485,9	0,44
		0,64	40,53	R	-	-
		0,70	57,23	A	-	-
		0,59	65,55	A	26751,0	0,40
		0,60	46,50	R	-	-
		0,69	33,85	D	-	-
	2	0,73	43,89	A	32931,3	0,64
		0,93	33,11	A	-	-
		0,72	34,35	R	-	-
		0,91	19,65	A	-	-
		1,03	40,76	A	-	-
		0,92	29,95	A	24081,1	0,81
		0,86	27,18	M	-	-
		0,86	22,6	A	-	-
		1,24	22,3	A	-	-
		0,94	31,1	A	-	-
		1,02	40,3	R	-	-
		0,93	51,1	A	-	-
		0,77	30,6	A	17231,8	0,68
	3	0,66	50,48	D	-	-
		0,63	59,34	D	-	-
		0,76	46,81	A	15674,4	0,71
		0,62	55,12	A	14666,1	0,55
		0,68	68,92	A	-	-
		0,69	66,67	R	-	-
		0,81	56,18	A	-	-
		0,69	67,30	R	-	-
		0,69	64,92	R	-	-
		0,67	61,76	D	-	-
		0,63	38,45	A	-	-
		0,64	61,73	R	-	-
		0,67	56,99	A	-	-
		0,63	70,73	D	-	-
		0,66	46,22	D	-	-
		0,66	57,77	R	-	-
		0,72	47,48	R	-	-
	4	0,85	68,94	A	24324,3	0,77
		0,68	62,26	A	15121,8	0,64
		0,70	41,81	A	-	-
		0,80	46,17	R	-	-
		0,69	52,72	R	-	-
		0,64	55,61	A	-	-
		0,71	62,62	A	-	-
		0,61	64,31	A	-	-
		0,67	50,45	A	-	-

(Continua)						
SB/S	4	0,64	60,71	A	17736,49	0,55
SB/P	5	0,87	30,1	R	-	-
		0,83	75,0	A	33555,4	0,62
		0,89	45,2	A	-	-
		0,87	40,9	A	32548,8	0,73
		0,83	23,1	A	-	-
		0,89	2,6	R	-	-
		0,81	55,0	A	-	-
		0,85	23,5	A	-	-
		0,93	36,3	D	-	-
		0,88	45,8	A	-	-
		0,85	26,5	R	-	-
		0,86	49,8	A	-	-
		0,85	48,0	A	17491,1	0,78
		0,83	39,0	D	-	-
	1	0,74	5,0	A	-	-
		1,15	11,5	A	36566,0	1,02
		0,79	10,5	A	-	-
		0,85	4,6	A	-	-
		0,83	19,2	A	20344,7	0,71
		0,92	7,3	A	-	-
		0,87	25,5	A	-	-
		0,96	18,4	A	20604,1	0,79
	2	0,69	30,63	A	26833,1	0,57
		0,72	30,87	A	-	-
		0,66	62,07	A	17370,9	0,56
		0,67	67,67	A	-	-
		0,66	44,34	R	-	-
		0,67	59,97	A	27243,2	0,56
		0,65	60,40	A	-	-
		0,69	86,81	A	-	-
		0,62	55,51	D	-	-
		0,69	77,70	A	-	-
		0,68	61,58	A	-	-
		0,70	59,12	R	-	-
		0,71	68,23	A	-	-
		0,66	68,17	A	-	-
		0,71	58,12	A	-	-
	3	0,62	58,81	R	-	-
		0,69	55,60	A	-	-
		0,76	67,31	A	40061,7	0,56
		0,65	56,64	R	-	-
		0,70	76,08	A	21042,0	0,62
		0,58	51,11	A	25235,3	0,42
		0,76	78,84	M	-	-
		0,66	73,05	R	-	-
		0,67	49,26	R	-	-
		0,61	78,64	R	-	-
		0,66	59,49	R	-	-
		0,61	70,29	R	-	-
		0,64	76,14	D	-	-
	4	0,71	49,20	A	12476,0	0,64
		0,73	64,45	A	16265,8	0,64
		0,74	40,97	R	-	-
		0,61	24,18	A	-	-
		0,63	58,46	R	-	-
		0,74	76,15	A	35198,7	0,59

SB/P	4	0,67	76,45	A	-	-
		0,66	39,01	D	-	-
		0,67	46,73	A	19764,7	0,57
		0,72	70,74	R	-	-
		0,60	65,12	D	-	-
		0,70	40,59	R	-	-
		0,71	35,57	D	-	-
	5	0,73	31,60	A	30797,3	0,57
		0,74	43,14	A	-	-
		0,63	51,12	A	-	-
		0,58	44,16	A	-	-
		0,64	41,74	A	-	-
		0,70	37,36	A	-	-
		0,66	44,41	A	-	-
		0,59	45,04	A	-	-
		0,69	53,30	A	-	-
		0,62	36,85	A	-	-
		0,64	45,58	A	-	-
		0,67	45,23	A	-	-
		0,75	44,24	A	-	-
		0,64	47,53	A	-	-
		0,62	40,92	A	-	-
		0,68	36,99	A	32365,66	0,53

Tabela 4 - Valores originais de resistência adesiva, área adesiva, tipo de fratura, densidade tubular e área de dentina intertubular para One Coat SE Bond. (continua)

Grupo experimental	Nº de dente	Área (mm²)	Resistência adesiva (MPa)	Tipo de fratura	Nº de tubulos/mm²	Área de Dentina Intertubular (mm²)
OC/S	1	0,77	19,65	A	-	-
		0,74	36,12	A	-	-
		0,67	35,57	A	-	-
		0,73	44,44	A	-	-
		0,83	19,86	A	-	-
		0,76	31,97	A	-	-
		0,79	19,76	A	-	-
		0,80	16,57	A	-	-
		0,78	14,82	A	-	-
		0,81	25,01	A	-	-
		0,80	25,52	A	-	-
		0,77	24,20	A	-	-
		0,81	21,86	A	-	-
		0,68	18,25	A	-	-
	2	0,87	31,80	A	12499,84	0,81
		0,83	61,30	R	-	-
		0,85	48,20	A	-	-
		0,85	4,00	A	-	-
		0,90	25,90	A	20784,10	0,81
		0,79	20,80	A	-	-
		0,83	35,50	A	17719,55	0,72
		0,83	40,10	A	-	-
		0,89	45,40	A	-	-
		0,87	58,70	A	-	-
	3	0,61	19,72	A	-	-
		0,75	13,90	A	-	-

(continua)						
OC/S	3	0,69	20,40	A	-	-
		0,72	12,78	A	-	-
		0,66	18,70	A	-	-
		0,66	10,25	A	-	-
		0,72	22,78	A	-	-
	4	0,67	72,43	R	-	-
		0,61	71,90	A	-	-
		0,71	28,77	A	11777,03	0,66
		0,66	57,16	A	-	-
		0,67	55,78	A	10153,97	0,60
		0,66	25,92	A	-	-
		0,65	57,87	A	-	-
		0,82	23,73	A	10450,87	0,78
		0,68	48,05	R	-	-
		0,55	33,59	A	-	-
		0,68	31,59	A	20017,65	0,59
		0,70	38,88	A	-	-
		0,65	36,89	A	-	-
		0,66	45,06	R	-	-
	5	0,68	32,79	A	-	-
		0,78	40,79	A	38540,54	0,57
		0,81	26,21	A	-	-
		0,65	46,76	A	-	-
		0,67	51,61	A	21376,79	0,56
		0,70	33,76	A	-	-
		0,69	27,74	A	-	-
		0,66	46,84	A	-	-
		0,71	20,73	A	-	-
		0,65	32,56	A	-	-
		0,69	31,81	A	-	-
		0,70	26,11	A	-	-
		0,73	39,26	A	-	-
OC/P	1	0,62	74,29	A	-	-
		0,72	73,37	A	-	-
		0,75	42,84	D	-	-
		0,75	43,74	A	-	-
		0,64	67,35	A	25433,23	0,55
		0,62	60,13	A	-	-
		0,66	39,02	D	-	-
		0,70	52,65	R	-	-
		0,62	63,43	R	-	-
		0,74	65,99	A	15839,43	0,71
		0,64	54,88	A	28980,29	0,53
	2	0,94	11,1	A	15648,17	0,86
		0,87	23,1	A	27701,11	0,67
		0,88	16,4	A	-	-
		0,75	23,6	A	-	-
		1,06	19,1	A	-	-
		0,95	35,4	R	-	-
		0,85	57,4	A	26211,84	0,65
		0,77	13,8	A	-	-
		0,91	27,8	A	-	-
		0,85	46,5	A	-	-
		0,80	44,3	A	21567,57	0,63
		0,87	30,9	A	-	-
	3	0,75	15,46	A	23863,28	0,65

OC/P	3	0,65	41,82	A	-	-
		0,66	6,65	A	-	-
0,61		37,67	A	-	-	
0,72		46,37	A	18375,83	0,64	
		0,63	20,95	A	-	-
		0,64	37,37	A	-	-
		0,68	30,41	A	-	-
		0,68	31,00	A	36248,17	0,53
		0,75	17,11	A	-	-
		0,76	16,40	A	-	-
		0,76	11,12	A	-	-
		0,65	16,72	A	-	-
		0,70	13,11	A	-	-
		0,70	18,99	A	-	-
		0,61	19,74	A	19815,58	0,48
	4	0,66	20,48	A	16895,39	0,59
		0,63	26,67	A	-	-
		0,65	26,54	A	-	-
0,65		20,99	A	-	-	
0,63		24,68	A	-	-	
0,63		22,15	A	-	-	
0,71		21,85	A	-	-	
0,65		23,46	A	-	-	
0,66		20,74	A	-	-	
0,68		24,12	A	-	-	
0,73		20,79	A	13364,86	0,69	
0,67		19,64	A	-	-	
0,69	26,14	A	-	-		
5	0,78	18,91	A	25506,04	0,61	
	0,66	28,08	A	17708,11	0,59	
	0,73	18,09	A	-	-	
	0,72	22,85	A	-	-	
	0,75	12,20	A	-	-	
	0,64	33,39	A	15869,63	0,58	
	0,87	10,99	A	-	-	
	0,84	19,11	A	-	-	
	0,81	39,92	A	-	-	
	0,75	14,85	A	-	-	
	0,63	12,60	A	-	-	
	0,78	25,63	A	33490,30	0,58	

Tabela 5 - Valores originais de resistência adesiva, área adesiva, tipo de fratura, densidade tubular e área de dentina intertubular para Clearfil S³ Bond. (continua)

Grupo experimental	Nº de dente	Área (mm ²)	Resistência adesiva (MPa)	Tipo de fratura	Nº de tubulos/mm ²	Área de Dentina Intertubular (mm ²)
CF3S/S	1	0,63	65,24	A	9515,10	0,58
		0,65	51,13	A	-	-
		0,63	22,19	A	-	-
		0,56	37,30	A	-	-
		0,56	25,60	A	-	-
		0,58	43,72	A	-	-
		0,57	38,42	A	-	-
		0,60	29,36	A	13341,17	0,53
		0,56	66,85	A	-	-

(continua)						
CF3S/S	1	0,56	53,87	A	-	-
		0,60	51,83	A	-	-
	2	0,58	32,38	A	-	-
		0,55	35,64	A	-	-
		0,59	31,97	A	-	-
		0,61	36,71	A	-	-
		0,59	30,36	A	17909,53	0,53
		0,54	34,63	A	-	-
		0,60	27,32	A	-	-
		0,61	24,98	A	-	-
		0,62	30,61	A	13392,68	0,57
		0,61	27,65	A	-	-
		0,61	26,97	A	-	-
		0,59	28,34	A	-	-
		0,57	30,18	A	-	-
	3	0,65	31,67	A	25977,74	0,58
		0,61	32,71	A	14989,90	0,56
		0,57	27,37	A	-	-
		0,59	36,40	A	-	-
		0,59	26,32	A	19320,19	0,53
		0,66	21,08	A	-	-
		0,60	22,65	A	-	-
		0,62	28,22	A	-	-
		0,62	38,30	A	-	-
		0,65	22,85	A	-	-
		0,61	23,03	A	-	-
		0,63	24,07	A	-	-
	4	0,67	19,05	A	-	-
		0,69	13,36	A	-	-
		0,66	21,08	A	21112,88	0,53
		0,70	11,47	A	-	-
		0,71	17,37	A	-	-
		0,71	12,47	A	-	-
		0,70	12,62	A	28264,86	0,52
		0,65	24,10	A	-	-
		0,68	18,81	A	-	-
		0,65	17,92	A	26245,95	0,45
		0,67	6,55	A	30959,46	0,50
		0,64	19,38	A	-	-
	5	0,61	58,36	A	-	-
		0,61	46,73	A	23923,53	0,50
		0,65	40,66	A	-	-
		0,59	26,99	A	-	-
		0,67	51,61	A	-	-
		0,62	25,64	A	-	-
		0,66	17,09	A	-	-
		0,62	48,62	A	-	-
		0,65	29,63	A	27815,58	0,53
		0,62	24,39	A	-	-
		0,69	29,47	A	-	-
		0,61	47,96	A	-	-
		0,57	28,08	A	28082,35	0,43
		0,70	45,18	A	-	-
CF3S/P	1	0,68	65,24	A	-	-
		0,69	51,13	A	-	-
		0,68	22,19	A	-	-

(continua)						
CF3S/P						
	1	0,70	36,71	A	-	-
		0,72	30,36	A	-	-
		0,69	34,63	A	-	-
		0,68	28,22	A	19583,45	0,70
		0,67	38,30	A	-	-
		0,71	22,85	A	-	-
		0,67	17,92	A	25647,24	0,56
		0,70	24,30	A	-	-
		0,69	19,38	A	-	-
	2	0,62	25,64	A	-	-
		0,68	38,09	A	18378,38	0,62
		0,68	21,18	A	-	-
		0,71	15,75	A	15825,12	0,66
		0,69	18,59	A	-	-
		0,66	15,24	A	-	-
		0,67	20,83	A	17093,80	0,59
		0,65	16,08	A	-	-
		0,70	19,34	A	-	-
		0,64	16,88	A	30524,64	0,50
		0,66	30,33	R	-	-
	3	0,67	29,15	A	-	-
		0,76	22,20	A	-	-
		0,72	19,96	A	24091,57	0,63
		0,62	25,37	A	-	-
		0,62	34,90	A	23993,64	0,51
		0,64	36,81	A	-	-
		0,64	20,64	A	28980,29	0,50
		0,65	44,33	A	-	-
		0,68	38,12	A	-	-
		0,70	34,88	A	22149,44	0,52
		0,59	24,30	A	-	-
	4	0,66	29,15	A	-	-
		0,69	22,20	A	18509,53	0,64
		0,62	19,96	A	-	-
		0,70	18,59	A	-	-
		0,64	15,24	A	-	-
		0,71	20,83	A	-	-
		0,67	29,63	A	-	-
		0,70	24,39	A	-	-
		0,69	29,47	A	-	-
		0,68	36,40	A	-	-
		0,67	26,32	A	-	-
		0,68	21,08	A	-	-
	5	0,7	31,67	A	-	-
		0,69	32,71	A	-	-
		0,71	27,37	A	-	-
		0,67	40,66	A	25456,67	0,45
		0,7	26,99	A	-	-
		0,69	51,61	A	-	-
		0,72	25,64	A	-	-
		0,68	26,97	A	-	-
		0,71	28,34	A	21322,98	0,52
		0,68	30,18	A	-	-
		0,72	25,64	A	-	-
		0,7	38,09	A	-	-
		0,68	21,18	A	-	-

ANEXO A

Parecer da Comissão de Ética em Pesquisa da UEPG

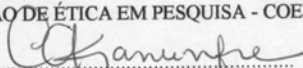
.

PARECER Nº 33/2006
Protocolo: 06255/06

Em reunião extraordinária realizada nesta data, a Comissão de Ética em Pesquisa, APROVOU o protocolo de pesquisa intitulado "Análise *in vitro* da resistência adesiva de sistemas auto-condicionantes aplicados sobre a dentina superficial e profunda" de responsabilidade do Pesquisador Eugênio José Garcia.

Ponta Grossa, 16 de novembro de 2006.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP


Prof.ª Dr.ª Carla Cristine Kanunfre
Coordenadora

ANEXO B

Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ANÁLISE “IN VITRO” DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES APLICADOS SOBRE DENTINA SUPERFICIAL E PROFUNDA

A pesquisa tem como objetivo avaliar “in-vitro” diferentes sistemas adesivos auto-condicionantes, os quais são materiais utilizados em restaurações de resinas compostas, com a finalidade de avaliarmos as respostas dos mesmos em relação a resistência adesiva, quando comparados com o sistema adesivo convencional (grupo controle)

Os pacientes não terão nenhum risco, já que a pesquisa será feita em dentes extraídos e não diretamente em pacientes.

Os dentes dos pacientes serão submetidos a tratamentos restauradores, permitindo a análise da resistência adesiva dos materiais da pesquisa por meio do teste de microtração.

Será mantido sigilo das informações do paciente garantindo que sua privacidade e identificação não será exposta.

O paciente terá direito a conhecer os resultados da pesquisa após sua conclusão.

Eu, _____, RG _____,
Prontuário Geral: _____.

Endereço: _____.

Cidade: _____, idade: _____, tendo conhecimento das informações contidas neste documento, concordo e aceito os termos propostos na pesquisa.

Assinatura- paciente

Eugenio Jose Garcia

Ponta Grossa,____, de _____ de 2006

Para recurso ou reclamações do paciente: (42) 3220-3262, Secretária da Comissão de Ética em Pesquisa.
(UEPG).