

ALESSANDRA BÜHLER AMENDOLA

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE  
DOIS SISTEMAS ADESIVOS DENTINÁRIOS À DENTINA  
BOVINA ANTES E APÓS A TERMOCICLAGEM: TESTE DE  
CISALHAMENTO E ANÁLISE ESTEREOMICROSCÓPICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Curso de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA, Área de Concentração em Odontologia Restauradora.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Rodrigues

São José dos Campos

1999



t 14220

A 34a

t 1424

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

RIBEIRO, J.F. et al. *Roteiro para redação de monografias, trabalhos de cursos, dissertações e teses*. São José dos Campos, 1994. 63p.

AMENDOLA, A.B. *Avaliação "in vitro" da resistência de união de dois sistemas adesivos dentinários à dentina bovina antes e após a termociclagem: teste de cisalhamento e análise estereomicroscópica*. São José dos Campos, 1999, 124p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

***A Deus,***

que me proporciona tanta felicidade, agradeço pela vida, pela harmonia e pela vontade e força que me impulsionam em direção ao êxito.

À minha mãe, **Ana Maria**,

pelo privilégio de viver ao seu lado, pela participação essencial em minhas conquistas e, sobretudo, pelo amor incondicional.

Obrigada.

Ao **Alexandre**,

pela confiança em meu potencial,

me incentivando sempre.

Obrigada pela ajuda, compreensão e carinho.

Te amo.

À **Lucianna e Sérgio**,

peças fundamentais para meu

engrandecimento pessoal e profissional,

pelo apoio em todos os momentos.

Que Deus abençoe vocês.

Ao Prof. Dr. ***José Roberto Rodrigues***,

pela orientação, atenção e confiança em mim depositada,  
proporcionando sempre um convívio agradável.  
Obrigada.

À Profa. Tit. ***Maria Amélia Máximo de Araújo***

meu agradecimento pela dedicação sempre presente e minha  
admiração por sua garra e sucesso.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

Aos professores do departamento de Odontologia Restauradora e, em especial, ao Prof. **Clovis Pagani** pela disposição em ajudar e aos professores **Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves** e **Maria Filomena Rocha Lima Huhtala** pela boa vontade, pelos conhecimentos transmitidos e pela ajuda durante todas as etapas deste trabalho.

Aos colegas de mestrado **Ana Lúcia Marsilio** e **Cláudio Antonio Talge Carvalho**, pelo companheirismo e pela amizade.

Ao Prof. **Dr. José Benedicto de Mello** por me incentivar sempre.

Ao AMR/CTA, agradecimento ao engenheiro **Rodolfo de Queiroz Padilha** pela colaboração na realização dos testes laboratoriais.

Ao Prof. **Ivan Balducci**, pela realização das análises estatísticas deste trabalho e pela boa vontade em ajudar.

Às funcionárias da biblioteca e, especialmente à **Elaine Aparecida Silva** e à **Angela de Brito Bellini** pelo auxílio na revisão bibliográfica e final deste trabalho.

À **Liliane** e **Michelle** pela disposição em ajudar e à **Terezinha** pela dedicação e gentileza.

Às secretárias do curso de Pós-Graduação, **Erena**, **Rosemary** e **Inês** pela prestatividade durante o curso.

Ao **Arlindo Abreu de Castro Filho**, pela ajuda na realização das fotos e ao **Nuno Filipe D'Almeida**, pela correção do *Abstract*.

À **Degussa Divisão Dental**, pelo fornecimento do material empregado na pesquisa.

À **CAPES**, pelo apoio ao curso de Pós-Graduação e pelo auxílio a mim concedido.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a execução e conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS .....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
3 PROPOSIÇÃO.....	70
4 MATERIAL E MÉTODO.....	71
4.1 Descrição dos materiais.....	71
4.2 Preparo dos dentes .....	73
4.2 Confeção dos corpos-de-prova.....	76
4.3 Ensaio mecânico (teste de cisalhamento) .....	80
4.4 Estereomicroscopia .....	81
5 RESULTADOS.....	83
5.1 Resultados da análise de fratura .....	90
6 DISCUSSÃO.....	95
7 CONCLUSÕES.....	108
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
APÊNDICE .....	121
RESUMO.....	122
ABSTRACT .....	124

## LISTA DE ABREVIATURAS

BIS-GMA = bisfenol A e glicidil metacrilato

EDTA = ácido etileno diaminotetracético

Fenil-P = fenil fosfato (metacriloxietil hidrogenofenil fosfato)

MET = Microscopia Eletrônica de Transmissão

MEV = Microscopia Eletrônica de Varredura

4-META = 4-metacriloxietiltrimetacrilato anidrido

MMA = metil metacrilato

NMSA = ácido n-metacriloil 6 amino salicílico em etanol

MPa = mega Pascal

NPG-GMA = N-fenilglicina e glicidil metacrilato

NTG-GMA = N(p-tolil)glicina e glicidil metacrilato

PMDM = produto da reação do ácido pirometílico dianidro e HEMA

TBB-O = tri-n-butil borano oxidizado

TEGMA = trietileno glicol dimetacrilato

## 1 INTRODUÇÃO

A introdução da técnica do condicionamento ácido do esmalte, proposta por Buonocore<sup>6</sup>, em 1955, motivou o desencadeamento de uma série de pesquisas visando o aprimoramento da adesão à superfície dentária e propiciando uma grande variedade de alternativas para o tratamento restaurador, tanto preventivo quanto estético (Fasbinder et al.<sup>23</sup>, 1989; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995).

Estamos atualmente na "Era da Odontologia Adesiva". Os métodos tradicionais de retenção mecânica dos materiais restauradores vêm sendo substituídos por métodos adesivos. A Odontologia Restauradora tem-se beneficiado das numerosas vantagens decorrentes da associação entre os sistemas adesivos e a estrutura dental. Entre as principais vantagens estão a conservação da estrutura dental sadia e a redução da microinfiltração na interface dente/restauração. Além disso, as restaurações adesivas permitem uma melhor distribuição de esforços ao longo da interface adesiva, com potencial de reforço das estruturas dentais remanescentes (Barkmeier & Cooley<sup>2</sup>, 1992; Van Meerbeek et al.<sup>83</sup>, 1998).

O sucesso alcançado pelo emprego do condicionamento ácido para a promoção da adesão ao esmalte estimulou os estudos sobre a adesão à dentina. No entanto, estes dois tecidos apresentam diferentes características morfológicas e estruturais. Enquanto que a adesão ao esmalte é facilmente obtida, devido à sua constituição e distribuição estrutural uniforme, a adesão à dentina representa um desafio, devido à sua complexidade estrutural (Barkmeier & Cooley<sup>2</sup>, 1992; Kanca III<sup>36</sup>, 1992; Yu et al.<sup>96</sup>, 1993; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995; Leiskar et al.<sup>39</sup>, 1998).

Dentre as características peculiares do tecido dentinário, a presença da *smear layer* apresenta importância especial para a eficiência da adesão.

A *smear layer* é uma camada de esfregaço constituída por partículas mineralizadas, colágeno, sangue, saliva e bactérias, resultante da instrumentação do tecido durante o preparo cavitário (Pashley et al.<sup>53</sup>, 1988; Tao & Pashley<sup>75</sup>, 1989; Eick et al.<sup>20</sup>, 1991; Triolo Junior & Swift Junior<sup>79</sup>, 1992; Pashley et al.<sup>54</sup>, 1993).

A *smear layer* se deposita sobre a superfície da dentina e penetra no interior dos túbulos dentinários, obstruindo-os e, conseqüentemente, diminuindo a permeabilidade e atuando como uma barreira natural à polpa (Tao & Pashley<sup>75</sup>, 1989; Eick et al.<sup>20</sup>, 1991; Pashley et al.<sup>54</sup>, 1993; Yu et al.<sup>96</sup>, 1993; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995; Van Meerbeek et al.<sup>63</sup>, 1998).

Contudo, a *smear layer* pode também ser considerada um impedimento que precisa ser removido para que os sistemas adesivos possam penetrar no substrato dentinário subjacente (Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995).

Existem, portanto, diversas possibilidades de tratamento da *smear layer*: sua modificação e incorporação no processo adesivo, sua remoção por meio de substâncias ácidas ou sua dissolução (Yu et al.<sup>96</sup>, 1993; Van Meerbeek et al.<sup>82</sup>, 1994; Pashley & Carvalho<sup>51</sup>, 1997; Van Meerbeek et al.<sup>63</sup>, 1998). Dessa forma, baseado no tratamento da *smear layer*, foram sendo desenvolvidos diferentes tipos de sistemas adesivos, diferindo quanto ao mecanismo de ação.

Os sistemas adesivos que utilizam ácidos para condicionamento da dentina removem completamente a *smear layer*, deixando a entrada dos túbulos aberta, além de promoverem uma desmineralização superficial da dentina, resultando em uma rede de fibras colágenas desprovida de suporte mineral. Posteriormente, há a penetração de monômeros resinosos no interior dos túbulos dentinários e

por entre as fibras colágenas, formando assim, a camada híbrida de adesão (Nakabayashi et al.<sup>45</sup>, 1991; Van Meerbeek et al.<sup>61</sup>, 1993; Chain et al.<sup>11</sup>, 1994; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995).

Um dos problemas da utilização de ácidos para condicionamento da dentina é a possibilidade de uma incompleta penetração do *primer* em toda a extensão da área descalcificada, resultando em uma região porosa na base da camada híbrida (Watanabe et al.<sup>89</sup>, 1994; Nakabayashi & Saimi<sup>43</sup>, 1996; Pashley & Carvalho<sup>51</sup>, 1997; Paul & Pashley<sup>58</sup>, 1998; Van Meerbeek et al.<sup>63</sup>, 1998; Phrukkanon et al.<sup>61</sup>, 1999).

Procurando sanar esta deficiência, surgiram os sistemas adesivos que contêm *primers* autocondicionantes. Nestes sistemas, há a combinação do condicionador e do *primer* em uma única solução, levando à simplificação do procedimento adesivo, além da continuidade entre a penetração do monômero e a profundidade de desmineralização da dentina. Este tipo de sistema adesivo emprega a dissolução da *smear layer* e sua incorporação no processo adesivo (Watanabe & Nakabayashi<sup>88</sup>, 1993; Chigira et al.<sup>16</sup>, 1994; Watanabe et al.<sup>89</sup>, 1994; Barkmeier et al.<sup>3</sup>, 1995; Ferrari et al.<sup>25</sup>, 1996; Gordan et al.<sup>32</sup>, 1997).

Diferentes formulações de sistemas adesivos são desenvolvidas e introduzidas no mercado odontológico com grande rapidez. Portanto, os estudos laboratoriais possuem fundamental importância para a avaliação e comparação destes produtos, embora apenas os estudos *in vivo* sejam capazes de evidenciar o real desempenho clínico dos materiais (Barkmeier & Cooley<sup>2</sup>, 1992; Oilo & Austrheim<sup>49</sup>, 1993; Yu et al.<sup>96</sup>, 1993; Chain et al.<sup>11</sup>, 1994; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995; Ferrari et al.<sup>25</sup>, 1996).

A padronização das variáveis utilizadas nos estudos *in vitro* é essencial para que se possa compará-los e obter resultados fiéis às condições clínicas (Retief et al.<sup>63</sup>, 1986; Diaz-Arnold et al.<sup>19</sup>, 1990; Oilo<sup>48</sup>, 1993; Al-Salehi & Burke<sup>1</sup>, 1997).

Dentre estas variáveis, está a utilização ou não da termociclagem, como forma adicional de estresse sobre o material. Carracho et al.<sup>10</sup>, 1991, afirmam que a termociclagem é um importante parâmetro para se determinar a estabilidade dos agentes adesivos, obtendo em seu estudo, um efeito negativo sobre a resistência de união de sistemas adesivos que deixam a *smear layer* intacta, resultado este obtido também por Oilo & Olsson<sup>50</sup>, 1990 e Davidson et al.<sup>17</sup>, 1993.

Contudo, Oilo & Austrheim<sup>49</sup>, 1993, observaram um aumento da resistência adesiva após a ciclagem térmica e, ainda, Chan et al.<sup>13</sup>, 1985 e Xirouchaki et al.<sup>92</sup>, 1997 não encontraram diferença significativa antes e após a adoção da termociclagem.

A observação das divergências entre os resultados de diferentes estudos, despertou-nos o interesse em comparar a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos à dentina, bem como investigar o efeito da termociclagem na resistência de união destes sistemas adesivos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Para a revisão da literatura, pesquisamos os dados bibliográficos referentes à adesão à estrutura dentária, características do substrato dentinário, estudos de resistência adesiva e emprego da ciclagem térmica, que serão apresentados em ordem cronológica.

A odontologia adesiva teve início a partir do estudo realizado por Buonocore<sup>6</sup>, em 1955, baseando-se na aplicação de dois tipos de soluções ácidas sobre a superfície do esmalte dental (o ácido oxálico/fosfomolibdato e o ácido fosfórico a 85%), na tentativa de tornar o esmalte mais susceptível à adesão. Os resultados mostraram um significativo aumento da resistência e longevidade da adesão, especialmente com o ácido fosfórico a 85%. O autor atribuiu este resultado positivo ao aumento da área de superfície pela ação do ácido; à exposição de uma superfície mais reativa e à provável adesão química gerada pela adsorção de grupos fosfato, altamente polares.

Garberoglio & Brännström<sup>29</sup>, em 1976, examinaram ao MEV a estrutura da dentina coronária de dentes humanos hígidos, de diferentes grupos de idade, a várias distâncias da polpa. Os autores observaram que, próximo à polpa, o número de túbulos, por  $\text{mm}^2$ , foi de 45.000, com diâmetro de  $2,5\mu\text{m}$ ; na região média coronária foram encontrados 29.500 túbulos/ $\text{mm}^2$ , com  $1,2\mu\text{m}$  de diâmetro e; na região periférica, 20.000 túbulos/ $\text{mm}^2$ , com  $0,9\mu\text{m}$  de diâmetro. Conclui-se, portanto, que o número e diâmetro dos túbulos dentinários aumentam à medida que nos aproximamos da polpa.

Em 1979, Fusayama et al.<sup>27</sup> compararam a resistência de união ao esmalte e dentina (sadia e cariada) humanos de um material adesivo, recentemente desenvolvido, (Clearfil Bond System F - Kuraray Co.), com outros materiais (Adaptic Total System - Johnson & Johnson Co.; Concise Enamel Bond - 3M Co. e Palakav - Kulzer Co.). Os autores empregaram a técnica do condicionamento com ácido fosfórico a 40% durante 60 segundos no esmalte e dentina em um grupo de dentes. As superfícies vestibulares e oclusais de molares humanos foram desgastadas, condicionadas ou não, e receberam, em seguida, os sistemas adesivos e as respectivas resinas compostas, que foram aplicadas com uma matriz de 5mm de diâmetro, contendo uma alça que possibilitaria a ligação com a máquina de tração. Os resultados mostraram que o Clearfil Bond System F apresentou uma adesão significativamente maior ao esmalte e dentina, comparado aos outros produtos e que o ataque ácido aumentou consideravelmente a adesão, tanto ao esmalte como à dentina.

Bowen et al.<sup>5</sup>, em 1982, desenvolveram um método para melhorar a união entre os adesivos e a dentina. O oxalato férrico foi utilizado sobre a dentina para proporcionar a dissolução de cristais de fosfato de cálcio, formando microporos fisicamente rígidos e quimicamente receptivos a agentes de ligação e resinas compostas, a partir da aplicação de um *primer* à base de NPG-GMA ou NTA-GMA dissolvidos em acetona. Os adesivos utilizados foram o PMDM e o 4-META. Os autores conseguiram, com o método, aumentar significativamente a resistência adesiva à dentina *in vitro*, com resultados atingindo 13,1 MPa.

Em 1982, Nakabayashi et al.<sup>44</sup> avaliaram a efetividade do 4-META na adesão ao esmalte e dentina condicionados por ácidos. Os autores utilizaram dentes humanos e bovinos, preparados com lixas de granulação 800 para a criação de uma superfície adesiva. Uma fita adesiva com perfuração de 5mm de diâmetro foi posicionada sobre a

superfície de esmalte ou dentina para padronização da área a ser tratada. Metade das amostras foi condicionada com uma solução composta por ácido cítrico a 1% e cloreto férrico a 1% (1:1) e a outra metade, com ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3% (10:3). Após a lavagem, as superfícies receberam o sistema 4-META MMA/TBB-O. Os espécimes foram estocados em água a 37°C por 24h e, posteriormente, testados quanto à resistência adesiva à tração a uma velocidade de 2,0mm/min. Por sua vez, a estabilidade da adesão foi verificada através da termociclagem dos espécimes a temperaturas de 4°C e 60°C, perfazendo sessenta ciclos com 60 segundos em cada banho. Os resultados mostraram que a solução 10:3 se mostrou eficaz para promoção de adesão tanto no esmalte como na dentina, enquanto que a 1:1 foi efetiva somente em dentina. Observou-se a infiltração do monômero 4-META nas superfícies condicionadas, não somente nos túbulos como também na dentina peri e intertubular, o qual foi polimerizado *in situ*, promovendo um aumento significativo da resistência adesiva. Os autores concluíram que a penetração de monômeros com características hidrofílicas e hidrofóbicas no interior do substrato dental condicionado e sua posterior polimerização reforça a estrutura dental, o que representou um novo conceito no campo da adesão dental.

Ohkubo et al.<sup>47</sup>, em 1982, realizaram um experimento a fim de comparar a retenção de dois tipos de selante de fósulas e fissuras: Delton (Johnson & Johnson) e Enamite System (Mochida Pharmaceutical Co.). Utilizaram-se cem premolares de 37 pacientes. A verificação da retenção dos selantes baseou-se na aplicação de um corante à base de hematoxilina. Os autores concluíram que a retenção do Delton foi superior ao Enamite no período de 24 meses, e que o método da aplicação do corante foi eficaz para evidenciar o estado dos selantes.

Com o objetivo de encontrar um substituto para dentes humanos a serem utilizados em testes de adesão, Nakamichi et al.<sup>46</sup>, em 1983, avaliaram cinco cimentos e duas resinas compostas quanto à

adesão ao esmalte e dentina bovinos e os compararam aos dentes humanos. Examinou-se também o efeito da profundidade da dentina e do tempo de armazenagem, após a extração, sobre a resistência adesiva à dentina. Os resultados mostraram que: a) não houve diferença estatisticamente significativa na resistência adesiva ao esmalte em dentes bovinos e humanos com quaisquer dos materiais utilizados; b) a resistência adesiva à dentina bovina superficial (1,4 a 2,1mm de espessura) foi mais alta quando comparada à dentina profunda (0,2 a 0,9mm) e não houve diferença significativa entre a resistência adesiva à dentina bovina superficial e à dentina humana; c) os dentes estocados durante um prazo mais longo (seis meses após a extração) apresentaram valores de adesão à dentina mais altos que os extraídos recentemente, embora apenas os dentes que receberam resina adesiva tenham apresentado diferença estatisticamente significativa. Os autores concluíram, portanto, que os dentes bovinos são úteis como substitutos do esmalte e dentina humanos em testes de adesão.

Chan et al.<sup>13</sup>, em 1985, compararam a resistência adesiva à dentina de três resinas compostas utilizadas: a) com e sem tratamento dentinário; b) com tratamento, utilizando o sistema adesivo indicado pelo fabricante; c) com tratamento, utilizando um adesivo não especificado pelo fabricante (Scotchbond - 3M Dental Products Div.). Os autores observaram também os efeitos da imersão em água a longo prazo (um ano) e da termociclagem (quinhentos ciclos entre 5°C e 45°C) na força de adesão destes produtos à dentina após 24h. As resinas compostas utilizadas foram: Silux (3M Dental Products Div.), Heliolit (Vivadent) e Prisma Fil (LD Caulk Co.). Foram utilizados dentes humanos, nos quais a superfície oclusal foi desgastada até a exposição da dentina. Após os devidos tratamentos acima citados, os corpos-de-prova foram testados em máquina Instron Universal, a uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram um aumento significativo da resistência de união quando se utilizou o agente adesivo. Contudo, quanto à variação das

resinas compostas, não foi observada diferença estatisticamente significativa da resistência adesiva. Os autores concluíram que o agente adesivo pode ser utilizado com diferentes marcas de resinas compostas sem prejuízo da resistência adesiva e que esta permanece estável quando sujeita à imersão em água ou às simulações dos estresses térmicos intra-orais.

O objetivo do estudo realizado por Retief et al.<sup>63</sup>, em 1986, foi determinar a resistência adesiva de quatro sistemas de união à dentina. Foram utilizados dentes incisivos humanos extraídos, estocados em álcool etílico a 70%, nos quais foi desgastada a face vestibular para a exposição da dentina, que recebeu polimento com lixa de granulação 600. Os dentes foram divididos em seis grupos, de acordo com o conjunto sistema adesivo/resina composta utilizado: a) Scotchbond (3M Dental Products) em dentina não tratada; b) Scotchbond em dentina condicionada com ácido fosfórico a 37%; c) Scotchbond em dentina condicionada com ácido cítrico a 1%, sendo estes três tratamentos associados à resina P10 (3M Dental Products); d) Dentin Bonding Agent/Adaptic (Johnson & Johnson Dental Products); e) Creation Bonding System em dentina tratada com Den-Mat Cleanser, associado à resina Spectrabond; f) Dentin-Adhesit System em dentina tratada com Vivadent Conditioner, em conjunto com a resina Isopast. Os espécimes foram submetidos ao teste de tração, onde foram encontrados valores significativamente mais altos para o Dentin Bonding Agent/Adaptic do que para os outros sistemas. Os autores concluíram que os valores de resistência adesiva encontrados foram baixos e apresentaram muita variação; que a aplicação clínica destes sistemas pode levar a resultados imprevisíveis e; que há uma grande necessidade de se padronizar os métodos dos testes laboratoriais de resistência adesiva.

Pashley et al.<sup>53</sup>, em 1988, examinaram ao MEV a subestrutura da *smear layer* na dentina humana. Foram preparados dentes molares humanos através da secção da raiz e remoção do

esmalte. Para a criação da *smear layer*, utilizaram-se dois métodos: desgaste e polimento da dentina com lixas de granulação 320 e 600 e desgaste da superfície com broca carbide em alta e baixa rotação. As superfícies dos dentes foram preparadas para exame da *smear layer in situ* ao MEV. Um outro grupo de dentes foi submetido à limpeza por ultrassom para remoção da *smear layer*, cujos debris ficaram suspensos em água e foram filtrados para observação em MEV. O exame microscópico permitiu aos autores constatarem que a *smear layer* possui natureza globular, refletindo a sua composição, ou seja, a subestrutura da matriz dentinária.

Saunders<sup>67</sup>, em 1988, determinou a resistência de união de quatro agentes adesivos dentinários ao substrato humano e bovino. As superfícies dentinárias vestibulares foram expostas, os dentes foram incluídos em resina autopolimerizável e divididos em quatro grupos para receberem os sistemas adesivos: Scotchbond (3M Dental Products); Topaz (Davis); Gluma (Bayer Dental) e 3M Experimental. Posteriormente à aplicação do adesivo, os espécimes receberam os corpos-de-prova em resina composta (Prisma-Fil - Dentsply) e foram submetidos à termociclagem por 24h, em temperaturas de 5°C e 37°C, perfazendo aproximadamente 2.400 ciclos. Houve diferença significativa entre a eficácia dos sistemas adesivos em cada substrato, porém, não houve diferença significativa entre os dois tipos de substrato. Os autores concluíram, portanto, que a dentina bovina pode ser considerada como substituta da dentina humana para estudos laboratoriais.

Fasbinder et al.<sup>23</sup>, em 1989, compararam a resistência adesiva ao esmalte e dentina de vários agentes adesivos, após 48h e seis meses de estocagem em água. Foram utilizados duzentos molares humanos extraídos e estocados em água, sendo que destes, cem foram reservados para adesão em esmalte e cem em dentina. As superfícies oclusais foram desgastadas com lixas de granulação 320, 400 e 600 para planificação do esmalte e exposição da dentina. Os dentes foram

divididos em cinco grupos, de acordo com o adesivo e a resina composta utilizados: a) Enamel Bond/Silux (3M); b) Bondlite/Command Ultrafine (Kerr); c) Scotchbond/Silux (3M); d) Prisma Universal Bond/PrismaFil (LD Caulk); e) Tenure/Ultrabond (Den-Mat). Todos os espécimes foram termociclados entre 6°C e 60°C por 24h. Metade foi testada quanto à tração em máquina Instron Universal a uma velocidade de 1,0mm/min após 48h e a outra metade, estocada em água para ser testada após seis meses. Os resultados indicaram que, após os seis meses, os sistemas adesivos Universal Bond e Tenure apresentaram valores de resistência adesiva significativamente maiores que os outros agentes, e que todos os adesivos avaliados, exceto o Tenure, apresentaram um decréscimo significativo da resistência adesiva à tração, tanto na dentina quanto no esmalte, após seis meses.

Buscando simplificar os procedimentos para adesão através da combinação do agente condicionador com o *primer*, Hasegawa et al.<sup>35</sup>, em 1989, investigaram a eficiência de monômeros ácidos diluídos em solução de HEMA a 35%, através da mensuração de fendas resultantes da contração de polimerização da resina composta. Os monômeros ácidos investigados foram: metacriloxietyl succinato (MES), dimetacriloxietyl fosfato (DMEP), ácido sulfônico butilacrilamida terciária (TBAS) e 4-META. Os *primers* ácidos foram utilizados previamente ao agente adesivo Clearfil New Bond (Kuraray Co.) e à resina composta Silux (3M), aplicados em cavidades cilíndricas preparadas em dentina. Os resultados mostraram que todos os monômeros ácidos testados foram eficazes como *primers* auto-condicionantes e que, dentre estes, o que mostrou maior número de espécimes com completa adaptação marginal foi o MES. Os autores concluíram que o agente condicionador e o *primer* podem ser combinados, porém, sugerem que mais estudos sejam realizados para comprovar sua eficácia.

O objetivo do estudo de Inagaki et al.<sup>37</sup>, em 1989, foi avaliar os efeitos da aplicação de *primers* ácidos sobre a superfície

dentinária através da mensuração da dureza Vickers e do pH dos *primers*, observando a dentina tratada em MEV. As soluções testadas foram obtidas através da diluição de dicarbonatos ou seus sais esterificados em soluções de diferentes concentrações de HEMA. Foram desgastadas as superfícies proximais de molares humanos, nas quais aplicaram-se os *primers* ácidos em uma metade, deixando a outra metade para controle. Mediu-se, posteriormente, a dureza Vickers da dentina tratada e não tratada. Os resultados mostraram que os *primers* ácidos experimentais metacriloxietil succinato (MES) e metacriloxietil *phthalate* (MEP) causaram menor alteração da dureza da dentina do que o ácido maléico diluído em HEMA (Scotchprep - 3M) e que houve correlação entre o pH da solução e a dureza da dentina tratada com esta solução. Os autores concluíram que seria desejável que o agente condicionador ou o *primer* não causassem danos físicos ou químicos à dentina, pois a diminuição de sua dureza influenciaria negativamente a qualidade da adesão.

A correlação entre a permeabilidade dentinária e a resistência adesiva do conjunto adesivo/resina (Scotchbond/Silux - 3M Dental Products) foi avaliada por Tao & Pashley<sup>75</sup>, em 1989. A permeabilidade dentinária foi analisada antes e depois da aplicação do sistema adesivo/resina. Os agentes condicionadores utilizados foram o ácido fosfórico a 37%, ácido cítrico a 6%, EDTA e ultrassom. Os resultados mostraram que, na presença da *smear layer*, não houve correlação entre a permeabilidade dentinária e a resistência adesiva, mas, após sua remoção, houve uma relação inversa entre os dois fatores estudados, ou seja, a resistência adesiva era menor quando a permeabilidade dentinária aumentava e vice-versa. Na presença da *smear layer*, a permeabilidade dentinária não apresentou diferença significativa antes e após a aplicação do adesivo. No entanto, na sua ausência, a permeabilidade aumentou significativamente antes e após a aplicação do adesivo, indicando que os *tags* de resina não foram suficientes para reduzir a permeabilidade dentinária. Os autores ressaltam o risco da remoção da *smear layer* e,

conseqüentemente, aumento da permeabilidade dentinária, no caso de falha da adesão, pois levaria a maior probabilidade de infiltração de produtos bacterianos em direção à polpa.

A ausência de valores coerentes de resistência adesiva ao cisalhamento ou à tração resultantes de diferentes trabalhos, estimulou Van Noort et al.<sup>84</sup>, em 1989, a desenvolverem um estudo avaliando a sensibilidade da resistência adesiva a mudanças das condições de teste, avaliada através do emprego da análise de forças por elemento finito. Os resultados mostraram que a resistência adesiva ao cisalhamento ou à tração são altamente dependentes da aplicação da carga, da geometria e tamanho do espécime e do módulo de elasticidade dos materiais envolvidos. Estes fatores levam a uma distribuição não uniforme da força, podendo explicar assim, as diferenças nos valores relatados por estudos distintos. Os autores concluíram que há a necessidade de padronização dos procedimentos de testes de adesão para que se possa comparar os trabalhos.

Diaz-Arnold et al.<sup>19</sup>, em 1990, fizeram uma revisão da literatura relacionada aos testes laboratoriais de adesão à dentina. Os autores ressaltaram a necessidade de padronização da metodologia dos testes de resistência adesiva para permitir a comparação entre eles. Com relação ao substrato, discutiu-se a possibilidade de substituição dos dentes humanos por bovinos, devido à limitada disponibilidade e o risco de infecção com a utilização de dentes humanos. Contudo, os autores relatam que mais pesquisas devem ser realizadas para determinação de um substrato adequado. Embora alguns estudos afirmem que o período pós-extração não interfere na resistência adesiva à dentina, os autores citam que deve-se, preferencialmente, utilizar dentes recém-extraídos que sejam mantidos hidratados, e que mais estudos são necessários para o desenvolvimento de uma técnica de esterilização ideal, visando a proteção contra infecções.

O propósito do estudo desenvolvido por Retief et al.<sup>64</sup>, em 1990, foi comparar a resistência adesiva ao cisalhamento e a microinfiltração do conjunto sistema adesivo/resina (Scotchbond 2/Silux - 3M Dental Products Div.) às dentinas humana e bovina. Foram preparadas as superfícies dentinárias oclusais de molares humanos e vestibulares de incisivos bovinos para a realização do teste de cisalhamento. Para avaliação da microinfiltração, confeccionaram-se cavidades de classe V nas superfícies vestibulares radiculares de caninos humanos e incisivos bovinos. Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa para as médias de resistência adesiva do Scotchbond 2/Silux em dentina humana (6,2MPa) e bovina (4,4 MPa) e a microinfiltração foi significativamente menor para a dentina humana. Os autores não recomendam a substituição da dentina humana pela dentina bovina em testes laboratoriais.

O efeito da termociclagem na resistência de união de quatro adesivos dentinários foi avaliado por Oilo & Olsson<sup>50</sup>, em 1990. Os materiais pesquisados foram: Gluma (Bayer Dental), Scotchbond e Scotchbond 2 (3M Dental Products Div.) e Tenure (Den-Mat Corp.). Foram utilizados dentes humanos com exposição da dentina na região oclusal e vestibular. Metade dos espécimes preparados foi armazenada em água destilada a 37°C por 24h e a outra metade foi termociclada com um total de cinco mil ciclos entre 60°C e 70°C e com exposição de 20 segundos em cada banho. A ciclagem térmica levou à redução significativa da resistência adesiva de todos os materiais, exceto do Gluma. O tipo de dentina também influenciou a resistência adesiva, sendo que em um mesmo dente, os valores de resistência adesiva da região vestibular foram de 20 a 50% mais altos que os obtidos na dentina oclusal.

A intenção de Tagami et al.<sup>73</sup>, em 1990, foi verificar a correlação existente entre a permeabilidade dentinária, a profundidade da dentina e a resistência de materiais adesivos. Foram utilizados dentes bovinos, que tiveram sua superfície vestibular desgastada no terço

cervical até a exposição da dentina em várias profundidades. Os dentes foram também seccionados na região radicular para serem conectados a uma aparelho utilizado para simular a pressão hidráulica pulpar e o fluxo do fluido dentinário. Após a aplicação dos sistemas adesivos Scotchbond (3M Dental Products), Clearfil New Bond (Kuraray) e Superbond C&B (Sun Medical), foi realizado o teste de cisalhamento. Observou-se que o aumento da profundidade levou a um aumento da permeabilidade, especialmente após a remoção da *smear layer*, e a uma redução significativa da resistência adesiva para todos os sistemas avaliados. O Superbond C&B apresentou os maiores valores de resistência adesiva em qualquer profundidade dentinária. Os autores concluíram que as variações na resistência adesiva em função da permeabilidade dentinária podem explicar parcialmente a grande variação relatada freqüentemente em estudos de adesão à dentina.

Carracho et al.<sup>10</sup>, em 1991, observaram o efeito do tempo de estocagem e da termociclagem na resistência adesiva ao cisalhamento de três adesivos dentinários, a saber: Scotchbond Dual Cure (SDC) e Scotchbond 2 (S2), ambos fabricados pela 3M Dental Products Div. e Mirage Bond (MB), da Chamelon Dental Products, Inc. Utilizaram-se dentes humanos e, sobre a dentina exposta, foi criada uma *smear layer* através da utilização de lixas d'água de granulação 320. Aplicaram-se os sistemas adesivos e, sobre estes, posicionou-se uma matriz para a inserção da resina composta. Metade das amostras foi armazenada por 60 a 72h e a outra metade, durante um mês. Estes dois grupos foram ainda subdivididos em mais dois grupos, sendo um grupo termociclado e outro não. A termociclagem consistiu de duzentos ciclos entre 5°C e 55°C, com 30 segundos em cada temperatura. As amostras foram submetidas ao teste de resistência ao cisalhamento em máquina Instron Universal com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que a termociclagem reduziu significativamente a resistência adesiva do SDC e do S2 e não alterou a resistência adesiva do MB. O tempo de estocagem

não afetou a resistência adesiva do SDC e do S2 e aumentou a do MB. Os autores concluíram que, provavelmente, os menores valores de resistência adesiva após a termociclagem para os adesivos SDC e S2 tenham se dado pela solubilização da *smear layer*, não removida por estes sistemas. Já o material MB teve sua resistência adesiva aumentada pelo tempo e pela termociclagem, devido a um melhor preparo da superfície dentinária e à absorção de água, que pode ter compensado a contração de polimerização.

Eick et al.<sup>20</sup>, em 1991, propuseram uma classificação dos adesivos dentinários em três categorias: a) I- adesivos com valores de resistência adesiva ao cisalhamento variando de 5 a 7 MPa; b) II- adesivos com valores de resistência adesiva ao cisalhamento entre 8 e 14 MPa; c) III- adesivos com resistência adesiva ao cisalhamento superior a 20 MPa. Baseados nesta classificação, os autores descreveram no primeiro de uma série de três artigos, o aspecto ao MEV e MET da interface dentina/adesivo e avaliaram a resistência adesiva ao cisalhamento de materiais inseridos na categoria I de sua classificação (Scotchbond - 3M Dental Products; Dentin Adhesit - Vivadent e Gluma - Miles Inc.). Os autores observaram que os adesivos avaliados apresentaram pobre capacidade de umedecimento e penetração na superfície dentinária, resultando, portanto, em baixos valores de resistência adesiva.

Através da associação do 4-META ao sistema MMA/TBB, Nakabayashi et al.<sup>45</sup>, em 1991, desenvolveram o conceito da hibridização. Os autores observaram que o monômero 4-META, que contém grupos hidrofílicos e hidrofóbicos, é capaz de penetrar no tecido desmineralizado e polimerizar *in situ*, levando à formação de uma camada de tecido dental impregnado por resina, denominada camada híbrida, altamente ácido-resistente, que sela a superfície contra a infiltração e proporciona um aumento da resistência adesiva. Os autores concluíram que, para a formação da camada híbrida, é necessário: a) que o colágeno não seja

denaturado pelos ácidos de condicionamento; b) que a resina adesiva apresente monômeros com características hidrofílicas e hidrofóbicas que possam penetrar na dentina e com ela combinar-se; c) que o catalisador permita a polimerização em presença de água e oxigênio. O sistema que melhor atende a estes critérios parece ser o 4-META MMA/TBB, após o condicionamento ácido com a solução 10:3 (ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%).

Em 1992, Barkmeier & Cooley<sup>2</sup>, realizaram uma revisão da literatura sobre os estudos laboratoriais de sistemas adesivos. Discutiram as diferenças entre a adesão ao esmalte e dentina e relataram a evolução das gerações de adesivos dentinários, mostrando seu crescente desempenho. Foram ainda descritas as técnicas laboratoriais para testes de microinfiltração e resistência adesiva em esmalte e dentina. A argumentação final dos autores é que os testes laboratoriais são necessários para se prever o desempenho dos materiais e comparar sistemas recém-desenvolvidos, porém, os estudos *in vivo* são essenciais para a certificação do comportamento clínico a longo prazo.

Na segunda parte do estudo sobre a influência da superfície dentinária na adesão, Eick et al.<sup>21</sup>, em 1992, analisaram os adesivos dentinários que se inserem na categoria b de sua classificação, ou seja, apresentam valores de resistência adesiva entre 8 e 14 MPa. Os autores traçaram um paralelo entre a capacidade de penetração do sistema adesivo na superfície dentinária tratada e a eficácia da adesão. Foram avaliadas fotomicrografias de superfícies que receberam os seguintes adesivos: Tenure (Den-Mat Corp.), Mirage Bond (Chameleon Dental) e as soluções experimentais de oxalato de ferro e de alumínio. Os autores concluíram que o aumento da resistência de união dos adesivos pertencentes à categoria II, em relação aos da categoria I, deveu-se, provavelmente, à maior capacidade de umedecimento e penetração destes sistemas adesivos.

A fim de se padronizar a metodologia para testes de resistência adesiva, Fowler et al.<sup>26</sup>, em 1992, estudaram a significância das seguintes variáveis: tipo de teste (tração X cisalhamento); aparatologia técnica e natureza dos dentes (humanos X bovinos). Foram preparadas superfícies planas em esmalte e dentina na região vestibular de incisivos bovinos e a oclusal de molares humanos, nas quais foram aplicados os seguintes materiais: Scotchbond 2 (3M Co.) e os cimentos de ionômero de vidro Ketac-Fil (ESPE - Premier) e Vitrebond (3M Co.). Os autores relataram que o teste de cisalhamento se apresentou como o método mais eficaz, embora não tenha apresentado diferença estatisticamente significativa comparado ao teste de tração, pois permite uma maior facilidade para o posicionamento dos espécimes. Não houve diferença significativa entre a resistência adesiva ao esmalte e dentina de dentes humanos e bovinos.

Com o intuito de avaliar o efeito da variável umidade da dentina na resistência adesiva, Kanca III<sup>38</sup>, em 1992, realizou um estudo empregando o sistema adesivo All Bond (Bisco Dental) no substrato dentinário úmido e seco. Foram selecionados terceiros molares humanos extraídos e estocados em água a 4°C por duas semanas. Os dentes foram preparados com lixa de granulação 320 para exposição da dentina e divididos em cinco grupos, variando a concentração do ácido fosfórico utilizado para condicionamento da dentina (10% e 37%), o tempo de aplicação (15 a 20s) e a condição da superfície (úmida ou seca). Foi preparado um sexto grupo para adesão em esmalte. Mediu-se, então, a resistência adesiva ao cisalhamento em máquina Instron Universal à velocidade de 5,0mm/min. Os melhores resultados foram obtidos com a dentina úmida, apresentando diferença significativa quando comparados ao obtidos com dentina seca. O autor recomendou a realização de estudos com MEV para investigação dos mecanismos responsáveis por estes resultados.

McCabe & Rusby<sup>40</sup>, em 1992, investigaram a relação entre a resistência adesiva e a profundidade dentinária, utilizando quatro sistemas adesivos. Buscaram, com isso, compreender o mecanismo de adesão desses sistemas. Os materiais avaliados foram: Gluma (Bayer), Tenure (Den-Mat Corp.), Scotchbond 2 (3M Dental Products) e Tripton (ICI). Foram utilizados molares humanos estocados em solução de formol salina a 10% por uma semana após a extração e, posteriormente, transferidos para água destilada em refrigerador por um período de quatro a oito semanas. A dentina da região oclusal foi exposta através de lixa de granulação 180, com aumento gradual de 0,5mm para cada profundidade de dentina, compreendendo portanto os desgastes de 0; 0,5; 1,0 e 1,5mm de dentina. As superfícies preparadas receberam os sistemas adesivos e, em seguida, a resina composta Occlusin (ICI) por meio de uma matriz de teflon com 5mm de diâmetro. Após a estocagem por sete dias a 37°C, os espécimes foram submetidos aos teste de tração em máquina Instron Universal a uma velocidade de 1mm/min. Os resultados mostraram que todos os adesivos testados exibiram valores de resistência adesiva significativamente mais altos em dentina superficial do que em dentina profunda e, portanto, concluíram os autores que a penetração da resina adesiva no interior dos túbulos abertos pelo condicionamento ácido não é um pré-requisito para uma adesão efetiva.

Com o objetivo de estabelecer uma correlação entre a resistência adesiva e o grau de penetração dos agentes de união nos túbulos dentinários, Mello et al.<sup>41</sup>, em 1992, realizaram um estudo avaliando diversas associações entre adesivo e resina composta. Utilizaram-se dentes humanos extraídos e fixados em formol a 10%, que tiveram o esmalte dos terços médio e cervical desgastados para a exposição da dentina. Cilindros de resina composta com 2mm de diâmetro por 10mm de altura foram fixados na dentina com os seguintes adesivos: Scotchbond 2 (3M), Bondlite (Kerr), ARMD (Johnson & Johnson), Prisma Bond 2 (Caulk) e Gluma (Columbus Dental). As resinas

compostas utilizadas foram: P50 (3M), Herculite (Kerr), Adaptic II P (Johnson & Johnson) e Prisma APH (Caulk). A análise dos resultados evidenciou uma grande variação na resistência adesiva entre as várias associações utilizadas. A maior resistência adesiva ocorreu com a associação do ARMD com a resina Herculite e a menor, com a associação Gluma/Herculite. A avaliação microscópica não mostrou correlação entre o grau de penetração do adesivo nos túbulos dentinários e a resistência adesiva.

Em um artigo publicado em 1992, Pashley et al.<sup>52</sup> discutiram sobre a importância de se distinguir os condicionadores de dentina e os *primers*, alegando que estes conceitos foram obscurecidos pelo surgimento de agentes que combinam *primers* e condicionadores em uma única solução. Os autores relataram que o uso de condicionadores de dentina ganhou importância quando se evidenciou a necessidade de tratar a dentina através da remoção ou modificação da *smear layer* para obtenção de maior eficiência adesiva, porém, citam que o ataque ácido da dentina pode trazer desvantagens, como o aumento da permeabilidade dentinária, aumentando a umidade superficial; o potencial de irritação pulpar e a probabilidade de denaturação do colágeno, além do risco da incompleta penetração da resina adesiva na total profundidade da matriz desmineralizada. Os autores concluem que seria desejável uma redução da concentração dos ácidos e/ou do tempo de aplicação necessário para obtenção de alta resistência adesiva e mínima microinfiltração e que mais pesquisas são necessárias para se melhorar a efetividade da união entre a *smear layer* e os adesivos.

A relação entre a resistência adesiva e a espessura, concentração de cálcio e dureza da dentina foi avaliada por Perinka et al.<sup>60</sup>, em 1992. Para tanto, utilizaram-se dentes bovinos, estocados sob refrigeração a  $-24^{\circ}\text{C}$ , que tiveram a superfície vestibular desgastada com lixa de granulação 600 para a exposição da dentina. Os dentes foram divididos em quatro grupos, conforme o conjunto sistema adesivo/resina

composta utilizado. Nos grupos 1 e 2, realizou-se o condicionamento com ácido fosfórico a 37%, seguido da aplicação do Clearfil New Bond/Clearfil FII (Kuraray Co.) e Clearfil Photo Bond/Photo Clearfil (Kuraray Co.), respectivamente. No grupo 3, empregou-se o Scotchprep para o tratamento da dentina, seguido da aplicação do Scotchbond 2/Silux (3M Dental Products). Para o grupo 4, o agente condicionador utilizado foi a solução 10:20 (ácido cítrico a 10% e cloreto de cálcio a 20%), seguida da aplicação de um sistema experimental, composto de NMSA a 3%, Clearfil Photo Bond/Photo Clearfil Brighth. Após o teste de tração em máquina universal (Autograph AG-500B – Shimadzu), os espécimes foram preparados para mensuração da dureza Vickers, da espessura de dentina remanescente e da concentração de cálcio. A análise dos resultados evidenciou uma correlação entre a resistência adesiva e as características da dentina para três dos quatro sistemas empregados: concentração de cálcio para os grupos 1 e 2; espessura para os grupos 2 e 4 e dureza para o grupo 4. Contudo, não houve correlação entre a concentração de cálcio e a espessura de dentina.

Um estudo *in vitro* realizado por Triolo Junior & Swift Junior<sup>79</sup>, em 1992, comparou a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos de terceira geração. Foram utilizados terceiros molares humanos, extraídos e estocados em água destilada com timol. Os dentes foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável e a dentina oclusal foi exposta e polida com lixas de granulação 320, 400 e 600. Os espécimes utilizados para controle receberam o sistema adesivo Scotchbond Dual Cure (3M Dental Products) e os outros, receberam os seguintes adesivos: All Bond (Bisco), Amalgambond (Parkell), Clearfil Photo Bond (Kuraray), Prisma Universal Bond 3 (Cauk/Dentsply), Scotchbond 2 (3M Dental Products), Tenure (Den-Mat), XR-Bonding System (Kerr), Gluma (Bayer/Miles Dental) e Power Bond (Cosmedent). Após a aplicação do sistema adesivo, inseriu-se a resina composta Silux Plus (3M Dental Products) por meio de uma cápsula de gelatina. Todos os espécimes

foram termociclados entre 5°C e 55°C, perfazendo seiscentos ciclos, após estocagem por 24h. Foi então realizado o teste de cisalhamento após 28 dias de armazenamento dos espécimes em água destilada a 37°C. Todos os agentes adesivos testados exibiram valores de resistência adesiva mais altos que os do grupo controle. Os maiores valores de resistência adesiva foram apresentados pelo Amalgambond (23,3 MPa) e All Bond (19,3 MPa). Os sistemas Clearfil Photo Bond e Prisma Universal Bond 3 apresentaram valores intermediários (aproximadamente 13 MPa) e o Gluma, Power Bond, Scotchbond 2, Tenure e XR Bond mostraram valores de resistência adesiva menores que 8 MPa.

Uma revisão da literatura relativa aos fatores que afetam a adesão aos tecidos mineralizados foi publicada em 1992, por Van Meerbeek et al.<sup>80</sup> Dentre estes fatores, citam-se as diferenças teciduais entre o esmalte e a dentina, sendo que esta apresenta-se constituída por 70% de hidroxiapatita, 18% de material orgânico e 12% de água, em peso; além disso, a dentina é um tecido heterogêneo, apresentando túbulos que aumentam em número e diâmetro à medida que se aproximam da polpa. Os autores relatam que, frente a esta composição e estrutura peculiares, não seria possível uma união micromecânica nos mesmos padrões daquela encontrada no esmalte. Por fim, os autores concluíram que existe uma controvérsia com relação à remoção ou não da *smear layer* pelo ataque ácido e que há interesse no desenvolvimento de uma solução ácida que condicione simultaneamente o esmalte e a dentina, para que haja uma redução do tempo e da complexidade dos procedimentos.

Davidson et al.<sup>17</sup>, em 1993, determinaram a resistência de união de diferentes sistemas adesivos dentinários utilizados com resinas compostas ou cimento de ionômero de vidro, antes e após a termociclagem, aplicados sobre a dentina humana com e sem pressão hidrostática tubular. Utilizaram-se terceiros molares humanos com apenas uma raiz, os quais foram divididos em três grupos. Em um grupo, as

raízes foram seccionadas na região apical para serem conectadas a um dispositivo utilizado para simular a pressão hidrostática tubular. No outro grupo, a adesão foi realizada em dentina seca após a aplicação de um jato de ar por 2 a 5min. O terceiro grupo foi submetido à ciclagem térmica a 5°C e 55°C, totalizando trezentos ciclos. O teste de resistência de união foi realizado em máquina Instron Universal a uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que a permanência da *smear layer* não previne o efeito negativo da água nos túbulos nos sistemas hidrofóbicos; que a remoção da *smear layer* exerce um efeito positivo na durabilidade da adesão e que a termociclagem diminui a resistência adesiva dos sistemas que deixam a *smear layer* intacta.

No último artigo de sua série, Eick et al.<sup>22</sup>, em 1993, compararam os sistemas adesivos da categoria III de sua classificação, utilizando o teste de cisalhamento e a análise ao MEV e MET. Os adesivos estudados foram: Scotchbond 2 e Scotchbond Multi-Usado (3M Dental), All Bond (Bisco Dental) e Superbond (Sun Medical). O adesivo Prisma Universal 3 foi utilizado para comparação. Foram preparadas as superfícies dentinárias de molares humanos para o teste de cisalhamento e avaliação microscópica. As médias dos valores de resistência adesiva obtidos foram: Scotchbond 2 (22,9 MPa), Scotchbond Multi-Usado (25,0 MPa), All Bond (15,6 MPa), Superbond (22,9 MPa) e Prisma Universal Bond 3 (11,2 MPa). A avaliação microscópica revelou a tendência de falhas coesivas da dentina ou da resina nos sistemas adesivos que apresentaram altos valores de resistência adesiva. Os autores atribuíram o aumento da resistência adesiva a um conjunto de fatores que incluem o efetivo umedecimento e penetração do agente adesivo na dentina preparada, bem como à capacidade de manter as fibras colágenas estruturalmente intactas na superfície adesiva, permitindo o entrelaçamento entre estas fibras e o adesivo para formação da camada híbrida.

E. 1424



Em um artigo publicado em 1993, Oilo<sup>48</sup> discute a importância dos testes de resistência adesiva, bem como os fatores relacionados a estes. O autor ressalta a necessidade de padronização dos métodos de teste e, para tanto, recomenda o documento CD TR 11405 - Materiais Dentários: Guia para Testes de Adesão à Estrutura Dental, desenvolvido pela International Organization for Standardization (ISO). Foram discutidos os princípios dos testes de tração e cisalhamento, assim como as variáveis relacionadas ao substrato dentinário, que interferem na adesão. Dentre estas variáveis, estão: a espessura de dentina e sua localização, que levam a diferenças no tamanho e número de túbulos; o tratamento da superfície, implicando na remoção ou não da *smear layer*; a estocagem dos espécimes, sendo esta a curto ou longo prazo e envolvendo o emprego ou não da termociclagem como forma de estresse térmico. Com respeito à estocagem dos espécimes, o autor recomendou a padronização proposta pelo documento da ISO, especificando o tempo em 24h (curto prazo) e seis meses (longo prazo) e o regime de termociclagem, sendo entre 5°C e 55°C, por quinhentos ciclos. Por fim, foram discutidas as informações obtidas com os estudos microscópicos das superfícies fraturadas, indicando que alguns sistemas adesivos possibilitam forte adesão, implicando em falhas coesivas da dentina.

Em 1993, Oilo & Austrheim<sup>49</sup> realizaram um estudo *in vitro* comparando dois métodos de teste (tração e cisalhamento) e as condições de armazenamento na resistência adesiva de quatro marcas comerciais de sistemas adesivos dentinários. Foram utilizados os seguintes produtos: Gluma Bonding System (Bayer Dental), Syntac (Vivadent), Scotchbond 2 e Scotchbond Multi-Purpose (3M Dental Products Div.). Os espécimes foram preparados em dentina humana, armazenados em água a 37°C por 24h e divididos em três grupos: um para o teste de tração, outro para o de cisalhamento e o terceiro para o teste de cisalhamento após a ciclagem térmica de quinhentos ciclos entre

5°C e 55°C, com duração de 20s em cada temperatura. Não houve diferença significativa para o Gluma nas três condições testadas. A termociclagem levou à diminuição da resistência adesiva do Scotchbond 2. Para o Scotchbond Multi-Purpose e o Syntac, não foi observada diferença entre os dois tipos de teste e houve um aumento significativo da resistência adesiva após a termociclagem. O autores atribuíram este fato ao relaxamento do estresse da contração de polimerização devido aos efeitos térmicos e à absorção de água, além da expansão da resina na camada híbrida, levando a uma melhora da união mecânica desta ao remanescente dental. Quanto aos dois tipos de teste de resistência adesiva, os autores concluíram que ambos são adequados para serem empregados em estudos laboratoriais.

Pashley et al., em 1993<sup>56</sup>, compararam a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos dentinários em função da profundidade da dentina. Para tanto, foi realizado um estudo *in vivo*, utilizando dentes de cães que tiveram o esmalte desgastado por brocas diamantadas. A exposição da dentina foi controlada por um micrômetro digital (Sylvae Ultra-Cal – Fowler Inc.) para padronização da espessura. Todos os sistemas adesivos testados empregavam a remoção ou modificação da *smear layer*, sendo estes os seguintes: Clearfil Liner Bond System (Kuraray), Superbond C&B (Sun Medical Co.), Scotchbond 2 (3M) e Tenure (Den-Mat Corp.). Após a aplicação dos sistemas adesivos, inseriram-se as resinas compostas, do mesmo fabricante dos agentes adesivos, por meio de uma matriz cilíndrica de 3X3mm. Foi realizado o teste de cisalhamento e, após a extração dos dentes, mediu-se a espessura de dentina remanescente. A análise dos resultados obtidos permitiu observar que a resistência adesiva à dentina superficial foi maior que à dentina profunda e os maiores valores de resistência adesiva foram apresentados pelo agente adesivo Clearfil Liner Bond seguido pelo Superbond C&B, Scotchbond 2 e Tenure.

Pashley et al.<sup>54</sup>, em 1993, avaliaram ao MEV, a subestrutura da dentina fraturada e da dentina coberta por *smear layer*, antes e após o ataque ácido, a fim de identificar porosidades na superfície da dentina que permitissem a infiltração da resina durante a adesão. Os espécimes foram preparados através da fratura de molares humanos. O preparo da superfície coberta por *smear layer* foi realizado com brocas diamantadas em uma metade da dentina fraturada. Os fragmentos de dentina fraturada e coberta por *smear layer* foram divididos em quatro grupos, com oito metades de dentina, onde uma seria tratada e a outra seria o controle. O grupo I constituía-se de dentina fraturada, condicionada e mantida úmida; o grupo II, de dentina fraturada, condicionada e seca com ar; o grupo III, de dentina coberta por *smear layer*, condicionada com ácido e mantida úmida; o grupo IV, de dentina coberta por *smear layer*, condicionada e seca com ar. Os autores concluíram que nos sistemas que removem a *smear layer*, há a possibilidade de infiltração da resina na dentina intertubular e nos túbulos. A infiltração da resina na dentina intertubular pode ocorrer somente se a fase mineral for removida pelo ataque ácido. Isto é mais facilmente obtido em dentina fraturada do que na coberta por *smear layer*, devido à maior espessura da camada de colágeno remanescente na superfície após o ataque ácido da *smear layer*. Contudo, deve-se evitar o colapso do colágeno, pois os canais para penetração da resina são os espaços criados ao redor das fibras colágenas, resultantes da desmineralização dos cristais de apatita pelos ácidos. Porém, os autores sugerem que futuras pesquisas devam ser realizadas para melhor compreensão destes canais, em busca de uma adesão mais efetiva.

Pauli & Schärer<sup>59</sup>, em 1993, investigaram o efeito da pressão intrapulpal sobre a resistência adesiva, em conjunto com o emprego da termociclagem. Selecionaram 96 molares humanos extraídos, os quais foram divididos em oito grupos. Os dentes tiveram o tecido pulpar removido e o canal radicular conectado a um dispositivo que

simulava a pressão intrapulpar. A superfície dos dentes foi desgastada para a exposição da dentina, que recebeu um dos 14 sistemas adesivos testados. Em seguida, aplicou-se a resina composta Silux. Os espécimes foram, então, submetidos à ciclagem térmica a 5°C e 55°C, totalizando 1.500 ciclos. Como controle, aplicaram-se os sistemas adesivos All Bond 2 e Scotchbond Multi-Usa à dentina seca e os espécimes foram armazenados em água a 37°C durante 24h. Os espécimes foram testados quanto ao cisalhamento em máquina Instron Universal a uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que os valores de resistência adesiva ao cisalhamento foram significativamente mais baixos para os espécimes submetidos à pressão intrapulpar e à termociclagem. Os autores concluíram que estas variáveis devem ser consideradas para uma melhor simulação das condições *in vivo* nos testes laboratoriais.

Alguns fatores que poderiam afetar a resistência adesiva de sistemas adesivos dentinários em testes laboratoriais foram avaliados por Takemori et al.<sup>74</sup>, em 1993. Os fatores examinados foram: embutimento ou não dos espécimes; espessura dos espécimes; velocidade durante as mensurações; tempo de estocagem e profundidade da dentina. O sistema adesivo empregado foi o Clearfil New Bond (Kuraray) combinado à resina composta Silux Plus (3M Dental Products). O primeiro teste realizado foi quanto ao embutimento dos espécimes em resina epóxica. Como não houve diferença estatisticamente significativa na resistência adesiva, todos os outros dentes foram embutidos em resina para os testes seguintes. Quanto ao tempo de estocagem, estes foram de 10 min; 3,0; 6,0; 12,0 e 24,0 horas após a confecção. As velocidades de teste foram de 0,5; 1,0; 3,0 e 5,0mm/min. Os espécimes continham 1,0; 3,0; 5,0 e 10,0mm de espessura. Os resultados mostraram que nenhum dos fatores apresentou diferença estatisticamente significativa, com exceção da espessura dos espécimes, que ao redor de 1mm, apresentaram menor resistência adesiva que o controle com 10mm (6,3 MPa e 18,5 MPa, respectivamente). Esta diferença, provavelmente deveu-

se ao aumento do número de túbulos e da presença de umidade, determinados pela maior proximidade pulpar, daí a importância da padronização da profundidade da dentina para os testes de resistência adesiva.

Em 1993, Van Meerbeek et al.<sup>81</sup> examinaram ao MEV e MET a zona de interdifusão resina/dentina resultante da aplicação de um sistema adesivo que remove a *smear layer* e descalcifica a dentina superficial. Foram utilizados terceiros molares humanos extraídos, os quais tiveram o esmalte da superfície oclusal desgastado para a exposição da dentina. Realizou-se o ataque ácido com solução 10:20 (ácido cítrico a 10% e cloreto de cálcio a 20%), aplicou-se o sistema adesivo Clearfil Liner Bond System (Kuraray) sobre a dentina e, posteriormente, a resina de baixa viscosidade Clearfil Protect Liner (Kuraray). Em seguida, os espécimes foram preparados para a análise ao MEV e MET. A análise proveniente de ambas as técnicas confirmou a presença da zona de interdifusão resina/dentina situada entre a resina restauradora e a dentina inalterada. Composto esta zona de interdifusão, observaram-se três subcamadas: a subcamada superior apresentou-se desprovida de um arranjo ultra-estrutural definido; a subcamada intermediária apresentou fibras colágenas parcialmente alteradas, posicionadas paralelamente à superfície da dentina e perpendicularmente aos túbulos dentinários e entremeadas por cristais residuais de hidroxiapatita e; a subcamada de base, que demarcou o limite entre a camada de dentina desmineralizada e a camada de dentina inalterada, apresentou cristais de hidroxiapatita ácido-resistentes. Os autores concluíram que: a zona de interdifusão resina/dentina foi evidenciada pelas análises ao MEV e MET; a difusão dos monômeros resinosos no interior da dentina descalcificada diminui com a profundidade, resultando, provavelmente, no encapsulamento dos cristais de hidroxiapatita remanescentes na base da zona de interdifusão e; o pré-tratamento da

dentina com ácido cítrico provavelmente causou a denaturação do colágeno superficial.

Watanabe & Nakabayashi<sup>88</sup>, em 1993, avaliaram a durabilidade da adesão de um sistema que retém a *smear layer*. O adesivo estudado, composto de fenil-P a 5%, combinado ao N-fenilglicina (NPG) a 0,5% foi aplicado à superfície da dentina bovina preparada com lixas de granulação 180 a 600 para criação da *smear layer*. Após a fotopolimerização do sistema adesivo, foi inserida a resina composta Photo-Clearfil Bright (Kuraray). Os espécimes foram, então, estocados em água a 37°C por 24h, seis meses e um ano, antes de serem submetidos ao teste de tração em máquina universal (Autograph DSS 500 - Shimadzu), a uma velocidade de 1,0mm/min. Os valores de resistência adesiva à tração foram de 6,7 MPa após 24h, 4,1 MPa após seis meses e 2,8 MPa após um ano de estocagem. A análise dos espécimes ao MEV e MET confirmou que a imersão em água a longo prazo enfraqueceu a adesão entre a dentina com *smear layer* retida e a resina adesiva, devido à insuficiente difusão do adesivo no interior da *smear layer*.

Em 1993, Yu et al.<sup>96</sup> revisaram a literatura sobre os achados clínicos e laboratoriais a respeito dos agentes adesivos dentinários. Foram considerados no estudo os tipos de tratamento da *smear layer*, ou seja, a sua permanência, dissolução, remoção e/ou modificação e algumas características dos agentes adesivos, como o tipo de polimerização e o grau de viscosidade. Foram também analisados os resultados de pesquisas de microinfiltração e resistência adesiva que, de acordo com os autores, representam os principais parâmetros utilizados para avaliação dos sistemas adesivos. Os autores concluíram que a) a remoção da *smear layer* propicia a obtenção de maiores valores de resistência adesiva e redução da infiltração marginal; b) a viscosidade e o tipo de polimerização (química ou fotopolimerização) são fatores que influenciam na qualidade do selamento marginal e resistência adesiva, com vantagens para os quimicamente polimerizáveis, principalmente

quando associados ao amálgama; c) embora os sistemas adesivos venham obtendo um desempenho consideravelmente melhor, ainda se requer o uso de retenções adicionais quando a retenção for crítica.

Bouillaguet et al.<sup>4</sup>, em 1994, observaram a influência da profundidade da dentina na resistência à tração do sistema adesivo Scotchbond Multi-Usado utilizado em conjunto com a resina Z100 (3M Co.). Foram preparados segmentos coronários de molares humanos extraídos, que receberam o sistema adesivo e a resina composta. Após secção das coroas em direção perpendicular à região adesiva, mediu-se a espessura do remanescente dentinário e realizou-se o teste de microtração. Os valores obtidos permitiram observar que as resistências adesivas foram mais baixas na dentina profunda, atingiram o máximo na dentina intermediária e decresceram em direção à periferia, indicando que o tipo de dentina influencia na qualidade da adesão.

Burrow et al.<sup>7</sup>, em 1994, investigaram a resistência à tração de alguns sistemas adesivos ao esmalte e à dentina, imediatamente após a polimerização. Utilizaram-se dentes bovinos estocados em freezer, que tiveram o esmalte e a dentina vestibular preparados com lixa de granulação 600. Demarcou-se uma área de 4mm com fita adesiva para a padronização da aplicação dos seguintes sistemas adesivos: Photobond (Kuraray Co.), PAAMA 2 (Southern Dental Industries), New Bond (Kuraray Co.), Superbond D Liner (Sun Medical Co.), Liner Bond (Kuraray Co.) e dois experimentais, desenvolvidos na Universidade Nihon – Japão. Cilindros de resina composta (Photo Clearfil Brigh – Kuraray Co.) foram polimerizados sobre a área tratada. O teste de tração foi realizado após 1min, 10min e 24h da polimerização da resina composta, em máquina universal (Shimadzu, modelo AG500B) a uma velocidade de 2mm/min. Os resultados mostraram que a resistência adesiva ao esmalte e à dentina após 24h foi maior que após 1min. Houve diferença significativa entre o esmalte e a dentina para todos os sistemas testados nos três períodos de tempo avaliados, com exceção do

Superbond D Liner e Liner Bond, que não apresentaram diferença entre os períodos de tempo. Os grupos com valores de resistência adesiva menores que 10 MPa apresentaram mais falhas adesivas e os grupos com resistência acima de 10 MPa apresentaram mais falhas coesivas na dentina ou resina.

Em 1994, Chain et al.<sup>11</sup> revisaram a literatura referente aos adesivos dentinários, considerando sua evolução, estágio atual e mecanismos de ação. Os autores descreveram o progresso dos sistemas adesivos, classificando-os em diferentes gerações e citaram o mecanismo de ação responsável pela adesão de cada estágio. Discutiu-se a técnica do condicionamento ácido total e a formação da camada híbrida, conceitos estes difundidos com o advento dos sistemas adesivos modernos. Concluíram os autores que para acompanhar a rápida evolução dos sistemas adesivos, é necessário o desenvolvimento constante de pesquisas laboratoriais, contudo, estas necessitam do suporte de investigações clínicas.

Em 1994, Chappell & Eick<sup>14</sup> avaliaram seis sistemas adesivos quanto ao cisalhamento e observaram os padrões de fratura ao MEV. Foram examinados os seguintes materiais : All Bond 2, com e sem ataque ácido (Bisco Dental); Syntac (Vivadent); Prisma Universal Bond 3 (Caulk/Dentsply); Scotchbond Multi-Usado (3M Dental); Tenure Solution (Den-Mat) e Adhesive By Choice (Chameleon Dental). Foram utilizados terceiros molares humanos extraídos, os quais tiveram o terço oclusal removido para exposição da dentina, que foi abrasionada com lixa de granulação 320 para formação da *smear layer*. Os espécimes receberam os sistemas adesivos e, em seguida, a resina composta P 50 (3M Dental) por meio de um molde de polivinil siloxano. Os dentes foram estocados em solução salina a 37°C por 72h e, posteriormente, testados quanto ao cisalhamento em máquina Instron Universal. Os resultados mostraram que o Scotchbond Multi-Usado apresentou valores significativamente maiores que os outros adesivos testados, os quais não apresentaram

diferença entre si. A maioria das falhas foi adesiva, com exceção do Scotchbond Multi-Usado, que apresentou, predominantemente, falhas coesivas em dentina ou resina.

Chappell et al.<sup>15</sup>, em 1994, investigaram através de MEV, a formação de *tags* de resina adesiva no interior dos túbulos dentinários e de ramificações laterais, relacionando os resultados deste estudo com estudos prévios de resistência adesiva ao cisalhamento. As superfícies oclusais de terceiros molares humanos extraídos foram desgastadas para a exposição da dentina, que foi abrasionada com lixa de granulação 320 para criação da *smear layer*. Nas superfícies dentinárias preparadas foram aplicados os sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Usado (3M Dental), C&B Metabond (Sun Medical Co.), All Bond 2 (Bisco Dental), XR Bond (Kerr) e Tenure Solution (Den-Mat). A análise ao MEV revelou a presença de vários *tags* com ramificações laterais, sendo estes, o resultado da difusão do *primer* ou do adesivo nos canais laterais, comunicando túbulos adjacentes. A polimerização do adesivo nos canais laterais foi mais prevalente para os materiais: Scotchbond Multi-Usado, C&B Metabond e All Bond com ataque ácido. Os autores concluíram que a formação de uma rede de *tags* de adesivo interconectados deve ser fundamental para o desenvolvimento de uma adesão eficaz entre dentina e resina.

A eficácia da adesão à dentina de dois sistemas adesivos comercialmente disponíveis e dois *primers* autocondicionantes experimentais, contendo fenil-P combinado ao HEMA ou gliceril metacrilato foi avaliada por Chigira et al.<sup>16</sup> em 1994. Foram avaliadas a presença de fendas resultantes da contração de polimerização da resina composta, a resistência adesiva dos materiais empregados e as mudanças na microdureza da dentina após o uso dos agentes condicionadores. Os sistemas adesivos testados foram o Scotchbond Multi-Usado (3M Co.) e o KB-100 (Kuraray Co.) e os *primers* autocondicionantes foram utilizados em conjunto com o agente adesivo dual Clearfil Photo Bond (Kuraray Co.). Observou-se uma completa

inibição das fendas com o uso dos *primers* autocondicionantes, ao contrário do observado com os sistemas adesivos convencionais, onde cerca de metade dos espécimes apresentou *gaps*. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias de resistência adesiva obtidas com os materiais testados. Observou-se uma leve redução da dureza da dentina após a aplicação dos *primers* autocondicionantes, entretanto, esta redução não apresentou uma correlação significativa com a formação de fendas, nem com a resistência adesiva.

Para determinar se os mais recentes sistemas adesivos multi-uso poderiam ser utilizados com diferentes marcas de resina composta, Gonçalves<sup>30</sup>, em 1994, realizou testes de resistência ao cisalhamento. A dentina de premolares humanos foi exposta por tratamento com lixas d'água de granulação 180, 400 e 600. O corpos-de-prova foram divididos em três grupos: grupo 1- Scotchbond Multi-Usado (3M), grupo 2 – Optibond Light Cure (Kerr) e grupo 3 – Optibond Dual Cure (Kerr). Todos os grupos foram subdivididos em sub-grupos, nos quais foram empregadas as resinas compostas Z100 (3M do Brasil), Prisma APH (Dentsply) e Herculite XRV (Kerr). Os corpos-de-prova foram submetidos à ciclagem térmica e, após 24h de armazenamento em água destilada a 37°C, ao teste de resistência ao cisalhamento em máquina Instron Universal, seguido da análise em estereomicroscópio para a avaliação do tipo de fratura e análise em MEV. Os resultados mostraram que o adesivo Optibond Light Cure apresentou a maior média de resistência adesiva, seguido do Scotchbond Multi-Usado e do Optibond Dual Cure. Com respeito à interação adesivo/resina, os melhores resultados foram obtidos entre as resinas Z100 e Herculite XRV com o adesivo Optibond Light Cure e entre a resina APH, com o adesivo Scotchbond Multi-Usado. Concluiu o autor que o adesivo Optibond Light Cure apresentou a melhor resistência adesiva e que existe diferença na interação adesivo/resina.

Gwinnett et al.<sup>33</sup>, em 1994, desenvolveram um novo método para testar a resistência coesiva da dentina, objetivando comparar os valores obtidos, com os valores de resistência ao cisalhamento dos sistemas adesivos disponíveis comercialmente. Foram utilizados trinta molares humanos extraídos e armazenados em álcool a 70%, nos quais foram preparados, utilizando uma ponta diamantada, os corpos-de-prova em dentina em forma de uma coluna, contendo 4,3mm de diâmetro. Realizou-se o teste de cisalhamento em máquina Instron a uma velocidade de 5mm/min. A média dos valores de resistência coesiva da dentina encontrados no teste de cisalhamento foi de  $36,18 \pm 6,81$  MPa.

Sano et al.<sup>65</sup>, em 1994, investigaram a microinfiltração marginal na interface dentina/resina através do exame ao MEV e da penetração de íons de prata. Foram confeccionadas cavidades de classe V na região cervical de dentes bovinos, nas quais foi aplicado o sistema adesivo Clearfil Photobond (Kuraray Co.) após ataque com ácido fosfórico a 37%. Em seguida, inseriu-se a resina composta Photo Clearfil Bright (Kuraray Co.). Metade dos espécimes foi preparado para exame ao criomev e a outra metade, para o método de coloração com nitrato de prata. Os resultados mostraram que, embora não tenham ocorrido *gaps* entre as paredes cavitárias e o material restaurador, houve a penetração de íons prata entre a resina e a estrutura dental descalcificada. Os autores concluíram que os monômeros do sistema adesivo Clearfil Photo Bond não foram capazes de penetrar totalmente no interior da dentina desmineralizada, deixando uma zona porosa abaixo da camada híbrida.

Em 1994, Van Meerbeek et al.<sup>62</sup> realizaram um estudo clínico para avaliar a efetividade de sistemas adesivos de segunda e terceira gerações (Scotchbond e Scotchbond 2 - 3M; Gluma - Bayer Dental; Clearfil New Bond - Kuraray; Tenure - Den-Mat Corp. e Tripton - ICI) e compará-los aos sistemas adesivos que empregam o condicionamento ácido total (Bayer Experimental 1 e 2; Clearfil Liner Bond System - Kuraray e; Scotchbond Multi-Uso - 3M). Foram restauradas

1.177 lesões cervicais de classe V, divididas em dois grupos, sendo que em um grupo o esmalte foi biselado e condicionado e no outro não. Os resultados evidenciaram a superioridade da retenção das restaurações que foram realizadas com os sistemas adesivos que removem completamente a *smear layer*. Os autores concluíram que a infiltração da resina por entre as fibras colágenas expostas, em conjunto com a formação de *fags* de resina no interior dos túbulos dentinários desobstruídos pelo condicionamento ácido são essenciais para assegurar a adesão entre dentina e resina, mas podem ser insuficientes para mantê-la. A formação de uma área adesiva elástica adicional, capaz de absorver as forças da contração de polimerização e o uso de uma resina composta por micropartículas seria desejável para a garantia do sucesso clínico de restaurações adesivas.

Wakabayashi et al.<sup>87</sup>, em 1994, avaliaram o efeito da dissolução e remoção da camada de colágeno, exposta após o condicionamento ácido da dentina, na resistência adesiva e na durabilidade da adesão. Foram empregados molares humanos extraídos, os quais tiveram a superfície oclusal desgastada para exposição da dentina, que recebeu polimento com lixa 600. No grupo controle foi apenas realizado o ataque com ácido fosfórico a 40% e, nos outros grupos, foi aplicada uma solução de hipoclorito de sódio a 10% durante 60 e 120 segundos e, em seguida, o agente adesivo Clearfil New Bond (Kuraray). Foi cimentado um cilindro de metal com o cimento adesivo Panavia Ex (Kuraray). Os espécimes foram testados quanto à tração em uma máquina de teste DCS 2000 (Shimadzu) a uma velocidade de 2,0mm/min. Foram preparados outros espécimes para serem testados após a ciclagem térmica com temperaturas de 4°C e 60°C, totalizando 2500, cinco mil e dez mil ciclos. Os resultados apresentaram uma média de 6,7 MPa para os espécimes tratados apenas com ácido e de 9,7 MPa para os tratados com NaOCl após o ataque ácido. A termociclagem levou à diminuição da resistência adesiva para os dois grupos, sendo que após

os dez mil ciclos, a resistência adesiva para o grupo tratado com NaOCl foi de 6,2 MPa, o que representou um valor 1,5 vez maior que o tratado apenas com ácido. Os autores concluíram que a aplicação do NaOCl por 60 segundos foi capaz de remover a camada de colágeno exposta após o condicionamento ácido da dentina e que este procedimento levou ao aumento da resistência adesiva entre a resina e a dentina.

Buscando melhorar a qualidade da adesão de resinas adesivas à *smear layer*, Watanabe et al.<sup>69</sup>, em 1994, aplicaram variadas concentrações de fenil-P associadas ao HEMA a 30% na dentina bovina e analisaram a formação da camada híbrida ao MET, bem como a resistência à tração destes compostos à dentina. A máxima resistência adesiva foi obtida com uma concentração de fenil-P a 20%, sendo que ao MET, observou-se a formação de uma camada híbrida, evidenciando portanto, a infiltração do monômero ácido resinoso na *smear layer* e no interior da matriz dentinária subjacente. De acordo com os autores, este sistema apresenta vantagens, pois não provoca a desmineralização excessiva da dentina, evitando o aparecimento de uma zona de fragilidade devido à incompleta penetração do adesivo em toda a profundidade da dentina desmineralizada. Além disso, a permeabilidade da dentina se mantém relativamente baixa pela preservação dos *smear plugs* e a microinfiltração é, provavelmente, prevenida como resultado da continuidade entre a resina adesiva e a dentina.

Barkmeier et al.<sup>3</sup>, em 1995, avaliaram o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co.), que contém um *primer* autocondicionante, quanto à: a) resistência adesiva ao cisalhamento; b) microinfiltração marginal e c) aspecto ao MEV. Para determinação da resistência adesiva, foram preparadas as superfícies vestibulares do esmalte e dentina de molares humanos, através de lixa de granulação 600, as quais receberam o sistema adesivo e, em seguida, a resina composta Clearfil AP-X (Kuraray Co.). Os espécimes foram testados em máquina Instron Universal após armazenamento por 24h a 37°C. Para a

avaliação da microinfiltração marginal foram realizadas cavidades de classe V com margem em esmalte e cimento nas superfícies vestibulares e linguais dos dentes. Aplicou-se o sistema adesivo e a resina composta nas cavidades, que foram submetidas à termociclagem a 5°C e 55°C por 650 ciclos e, posteriormente, avaliadas quanto ao grau de infiltração através da utilização de um corante de nitrato de prata. Houve uma diferença estatisticamente significativa entre as médias de resistência adesiva para esmalte (28,2 MPa) e dentina (19,4 MPa). Não houve microinfiltração nas margens em esmalte das restaurações e as margens em cimento apresentaram infiltração mínima. A análise ao MEV mostrou a penetração de resina no esmalte e dentina condicionados. Os autores concluíram que o sistema adesivo estudado apresentou altos valores de resistência adesiva e exibiram mínima infiltração marginal, o que significa uma provável eficiência clínica, além de permitir economia de tempo devido à dispensa do passo do condicionamento ácido, apresentando portanto, vantagens quando comparados aos sistemas adesivos de passos múltiplos.

Hasegawa et al.<sup>36</sup>, em 1995, avaliaram a resistência ao cisalhamento do sistema adesivo Scotchbond Multi-Use (3M Dental Products) à dentina, bem como a microinfiltração em restaurações de classe V. Foram selecionados molares humanos extraídos e estocados em solução salina a 4°C por até três meses. A dentina oclusal foi exposta, polida com lixas de granulação 180 e 600 e recebeu o condicionamento com ácido maléico a 10% por 15 segundos, seguido da aplicação do sistema adesivo. Inseriu-se então a resina composta Z100 (3M Dental Products) por meio de uma matriz de teflon de 3,5mm de diâmetro e 5mm de profundidade. Os espécimes foram divididos em grupos, de acordo com o tempo de estocagem em solução salina a 37°C, a saber: 24h, uma semana e quatro semanas. Metade dos espécimes estocados por uma e quatro semanas foram submetidos à termociclagem por quinhentos ciclos entre 8°C e 50°C. Posteriormente, foi realizado o ensaio mecânico de

cisalhamento em máquina Instron Universal a uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que os valores de resistência adesiva após uma semana (19,5 MPa) e após 24h (17,6 MPa) não foram significativamente diferentes e que a ciclagem térmica realizada nos espécimes estocados por uma semana levou à redução da resistência adesiva, porém, não afetou os espécimes estocados por quatro semanas.

Revisando a literatura concernente aos testes laboratoriais de adesão dos agentes de união à dentina, Pashley et al.<sup>55</sup>, em 1995, discutiram as variáveis relacionadas ao substrato; à técnica do condicionamento, primer e adesivo; às condições de estocagem dos espécimes; à pressão simulada do fluido pulpar e aos tipos de teste. Os autores concluíram que os produtos mais recentes proporcionam resistências adesivas tão altas que geram distribuição de esforços na dentina, de maneira não uniforme, durante os testes laboratoriais, causando falhas coesivas no substrato, ao invés de levar a falhas na interface adesiva. Para evitar este problema, foi desenvolvido o teste de microtração que envolve uma área para teste menor, permitindo uma melhor distribuição de forças e, conseqüentemente, valores de resistência adesiva mais próximos da realidade.

Em 1995, Sano et al.<sup>66</sup> examinaram a infiltração resultante da migração de nitrato de prata em direção à camada híbrida, na presença ou ausência de fendas marginais. Para tanto, foram utilizados molares humanos extraídos e estocados em solução salina contendo azida sódica a 0,2%, nos quais foram preparadas cavidades de classe V. Os dentes foram divididos em grupos, recebendo os seguintes sistemas adesivos: All Bond 2 (Bisco), Superbond C&B (Sun Medical), Scotchbond Multi-Usó (3M), Clearfil Liner Bond System e KB200 experimental (Kuraray). Em seguida, as cavidades foram preenchidas com a resina composta Silux (3M). Após o selamento dos espécimes, com exceção de 1mm ao redor da restauração, estes foram imersos em uma solução de nitrato de prata 3mol/l por 24h, lavados e imersos em uma solução

fotoreveladora por 8h. A análise ao MEV evidenciou a penetração da prata, em maior ou menor grau, no interior da camada híbrida em todos os espécimes, sugerindo a existência de uma subsuperfície porosa abaixo da interface adesiva. Os resultados mostraram que o grau de infiltração ocorreu na seguinte ordem decrescente: All Bond 2 > Superbond C&B > Scotchbond Multi-Use > Clearfil Liner Bond System > Kuraray KB200. Os autores propuseram o termo "nanoinfiltração" para distinguir este tipo especial de infiltração daquela convencional, que ocorre através das fendas formadas entre o material restaurador e as paredes cavitárias.

Uma revisão de literatura sobre a permeabilidade dentinária foi realizada em 1995, por Sousa et al.<sup>71</sup> Os autores descreveram as características morfológicas da dentina que relacionam-se com a permeabilidade da mesma e o papel da *smear layer* na redução da permeabilidade e sensibilidade dentinária, bem como seus efeitos indesejáveis, como a presença de bactérias e interferência com a adesão de agentes de união. Discutiu-se ainda a formação de dentina esclerosada decorrente do processo carioso e, por fim, a sensibilidade dentinária e os agentes utilizados para redução da permeabilidade dentinária.

Swift Junior et al.<sup>72</sup>, em 1995, revisaram a evolução e discutiram o estado atual dos sistemas adesivos. Os autores citaram a importância da introdução da técnica do condicionamento ácido do esmalte, bem como os benefícios da adesão em esmalte. Em seguida, descreveram o mecanismo de ação de diferentes gerações de sistemas adesivos dentinários, destacando os fatores que interferem na eficiência adesiva. Os autores relataram ainda, a relevância dos estudos laboratoriais, justificando sua importância a fim de prever o desempenho clínico do material; no entanto, comentaram que estes, na maioria das vezes, não refletem as condições clínicas, desconsiderando fatores como as condições de estocagem, a profundidade da dentina, a rugosidade da superfície e a pressão pulpar.

Em 1996, Ferrari & Davidson<sup>24</sup> realizaram um estudo *in vivo* para avaliar e comparar a formação da camada híbrida e de *tags* de resina com ramificações laterais em um sistema adesivo que emprega o condicionamento ácido como um passo separado (Scotchbond Multi-Use - 3M Dental Div.) e um sistema adesivo que utiliza um *primer* autocondicionante (Clearfil Liner Bond 2 - Kuraray). Utilizaram-se dentes comprometidos periodontalmente, os quais foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo foi selecionado para o estudo da camada híbrida e o segundo, para avaliar a presença de interconexão entre os túbulos dentinários, através de MEV. Os autores observaram a formação da camada híbrida para ambos os materiais testados, porém, o Scotchbond Multi-Use apresentou uma camada híbrida significativamente mais espessa (4,2 $\mu$ m) que o Clearfil Liner Bond 2 (1,65 $\mu$ m). A presença de *tags* de resina com característica de cone invertido com ramificações laterais também foi observada em ambos os adesivos analisados.

Ferrari et al.<sup>25</sup>, em 1996, avaliaram e compararam a formação da camada híbrida, *tags* de resina e ramificações laterais com a utilização de três sistemas adesivos em amostras preparadas tanto *in vivo* quanto *in vitro*. Para as amostras *in vivo*, foram utilizados dentes humanos vitais comprometidos por doença periodontal, os quais foram desgastados de forma plana até a exposição da dentina na face vestibular. Os dentes foram divididos em quatro grupos, de acordo com o sistema adesivo: a) grupo 1- o sistema de frasco único Prime & Bond 2.0 (De Trey/Dentsply); b) grupo 2- Scotchbond Multi-Use Plus (3M Co.), consistindo de três passos distintos, ou seja, condicionamento ácido, *primer* e adesivo; c) grupo 3- Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray), cujo *primer* autocondicionante foi aplicado por 30 segundos, seguido do adesivo; d) grupo 4- duas aplicações de *primer* do Clearfil Liner Bond 2 com 30 segundos cada e, posteriormente, o adesivo. Os dentes foram extraídos imediatamente após a polimerização do adesivo. As amostras *in vitro* receberam os mesmos procedimentos descritos para as amostras *in vivo*. Os dentes

foram então fraturados no sentido de seu longo eixo, sendo que uma metade foi destinada à observação da camada híbrida e a outra metade à análise da morfologia dos *tags* de resina através de MEV. Os resultados comprovaram a formação de camada híbrida para todos os materiais testados, sendo esta semelhante quando se compararam amostras *in vivo* e *in vitro*. Os grupos 1, 2 e 4 apresentaram *tags* de resina de forma cônica invertida com presença de ramificações laterais. Já os *tags* de resina observados no grupo 3 se mostraram menores e com escassas ramificações laterais. O tamanho dos *tags* de resina nos grupos 1 e 2 foi maior do que nos grupos 3 e 4.

Gwinnett et al.<sup>34</sup>, em 1996, realizaram um estudo para determinar a contribuição quantitativa do colágeno da zona de hibridização para a resistência adesiva. Foram preparados quatro grupos de dez molares humanos cada, os quais tiveram a dentina exposta e receberam acabamento com lixa de granulação 320 para a criação da *smear layer*. O primeiro grupo recebeu condicionamento com ácido fosfórico a 10% e aplicação do sistema adesivo All Bond 2 (Bisco); o grupo 2 foi condicionado com solução de ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3% e recebeu o sistema adesivo Amalgambond (Parkell); os grupos 3 e 4 foram preparados da mesma maneira que os grupos 1 e 2 respectivamente, porém, foram expostos à colagenase após o condicionamento ácido. Foi realizado então o teste de resistência ao cisalhamento e, também, as avaliações ao MEV e MET. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. A aparência ao MEV mostrou uma mudança drástica na morfologia dentinária após o uso da colagenase, onde não se observou a presença da zona de hibridização, mas apenas de túbulos e suas ramificações laterais preenchidos por resina. O aspecto ao MET confirmou a ausência de camada híbrida nos grupos tratados com a colagenase, apresentando contudo, uma superfície livre de *gaps*. Os autores concluíram que a rede de colágeno na zona de hibridização não

contribui, quantitativamente, para a resistência adesiva dos sistemas adesivos testados.

Nakabayashi & Saimi<sup>43</sup>, em 1996, avaliaram ao MEV e MET, a adesão à dentina intacta e desprovida de *smear layer* utilizando um *primer* auto-condicionante. Foram empregados dentes bovinos recém-extraídos, que tiveram a superfície da dentina exposta com lixas de granulação 180 a 600. Para a remoção da *smear layer*, a superfície foi polida com pasta de hidroxiapatita e submetida à limpeza por ultrassom durante 30 minutos. Foi então aplicado o *primer* contendo fenil-P a 20% e HEMA a 30% durante 30 ou 60 segundos. Em seguida, aplicou-se o agente adesivo contendo canforoquinona a 0,5%, N-fenilglicina a 0,5% e fenil-P a 5% em TEGMA e a resina composta Clearfil Photo Bright (Kuraray). Foi realizado o teste de tração em máquina universal (DCS 500 - Shimadzu), a uma velocidade de 1,0mm/min. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de resistência adesiva dos espécimes que receberam aplicação de *primer* por 30 ou 60 segundos. A espessura da *smear layer* variou de 0,3µm no grupo controle (sem aplicação de *primer*) a 2,1µm e 4,1µm para os grupos que receberam o *primer* durante 30 e 60 segundos, respectivamente. As análises microscópicas revelaram que o *primer* autocondicionante utilizado mostrou-se efetivo na criação de canais de difusão no interior da dentina, permitindo a infiltração dos monômeros adesivos, formando uma camada híbrida ácido-resistente e proporcionando uma adesão estável.

Patierno et al.<sup>57</sup>, em 1996, avaliaram a resistência adesiva de uma resina composta utilizada com sistema adesivo dual à superfície interna da dentina cervical de dentes bovinos, empregando a técnica direta ou indireta. O preparo dos canais radiculares foi padronizado e, sobre a dentina, foi aplicado o sistema adesivo com cimento dual (Optibond Dual - Kerr). Em seguida, foi inserida a resina composta (Herculite XRV - Kerr) pela técnica incremental (direta) ou com resina pré-polimerizada do tipo inlay (indireta). Nos dentes em que foi realizada a

técnica indireta, observou-se valores maiores resistência adesiva do que os que receberam a técnica direta. A análise ao MEV revelou que a técnica indireta proporcionou um aumento da densidade e comprimento dos *tags* de resina. Os autores concluíram que o emprego da técnica indireta leva a uma maior retenção da resina em dentes tratados endodonticamente.

Em 1996, Silva et al.<sup>69</sup> compararam a resistência de união de um sistema adesivo utilizando dentes humanos, bovinos e suínos, depois de 24h e sete dias de estocagem. Após extração e limpeza dos dentes, foram planificadas as superfícies a serem testadas através de lixas de granulação 180, 400 e 600 para receberem o sistema adesivo Prisma Universal Bond 3 e, em seguida, a resina composta Prisma APH. Os resultados mostraram que: a) a resistência adesiva em esmalte foi maior que em dentina; b) a resistência adesiva ao esmalte humano não apresentou diferença estatisticamente significativa comparado ao esmalte bovino, porém, ambos apresentaram diferença significativa quando comparados ao esmalte suíno; c) não houve diferença significativa entre os valores de resistência adesiva ao tecido dentinário de dentes humanos, bovinos e suínos; e d) o tempo de estocagem não influenciou a resistência adesiva.

Tay et al.<sup>77</sup>, em 1996, investigaram as diferenças micromorfológicas entre as técnicas de adesão à dentina úmida e seca. Foram utilizados terceiros molares humanos extraídos, os quais tiveram as raízes seccionadas e a superfície de esmalte oclusal removida. Os discos de dentina foram preparados com lixa de granulação 600 e divididos em quatro grupos: dois grupos receberam o sistema adesivo à base de álcool Aelitebond (Bisco) e os outros dois, um sistema adesivo experimental à base de acetona (Bisco), sendo ambos desprovidos de água na sua composição. Cada sistema adesivo foi utilizado em combinação à dentina úmida e seca. Todos os espécimes receberam condicionamento com ácido fosfórico a 10%. Nos grupos que utilizaram a

dentina úmida, era feita a secagem apenas com papel de filtro e, nos grupos com dentina seca, essa recebia um jato de ar durante 30 segundos. A análise ao MEV e MET revelou a formação da camada híbrida com espessura de 5 $\mu$ m nos grupos com dentina úmida, podendo-se observar uma banda de colágeno e espaços interfibrilares. Nos grupos com dentina seca, observou-se uma fina camada híbrida (1-2 $\mu$ m) ao longo das paredes dos túbulos e de suas ramificações laterais. A ausência de banda de colágeno e espaços fibrilares nesse grupos, evidenciou o colapso da matriz dentinária, restringindo a penetração da resina na região intertubular, resultando em uma região incompletamente infiltrada, denominada "região híbridoide".

Ainda em 1996, Tay et al.<sup>76</sup> investigaram o efeito da umidade superficial na interface dentina/resina, utilizando MEV. Foram preparados espécimes em forma de discos de dentina, provenientes de terceiros molares humanos, que receberam ataque com ácido fosfórico a 10% por 20 segundos e, então, foram divididos em três grupos: a) secagem com jato de ar por 3 segundos; b) secagem com filtro de papel para que a dentina permanecesse úmida; c) simulação da condição de molhamento excessivo da dentina, recebendo um adicional de 40ml de água destilada previamente à aplicação do adesivo. A análise ao MEV revelou a formação da camada híbrida nos três grupos, entretanto, houve uma deterioração seqüencial ao longo da interface resina/camada híbrida e perda do selamento tubular à medida que aumentou a umidade superficial. Observou-se a presença de glóbulos de resina no interior dos túbulos, abaixo dos curtos *fags* de resina no grupo a. No grupo b, foram notadas pequenas bolhas incluídas no interior da camada de resina adesiva, sendo que estas aumentaram de tamanho e número no grupo c. Os autores concluíram que a ocorrência de defeitos ao longo da interface dentina/resina pode explicar a diminuição da resistência adesiva na presença de umidade excessiva.

Tonami et al.<sup>78</sup>, em 1996, investigaram o efeito das condições de estocagem na resistência à tração da dentina bovina. Os dentes bovinos foram extraídos imediatamente após o abate e divididos em grupos: controle, testado 8h após a extração; congelamento por uma semana; congelamento por quatro semanas; 45 minutos na água em ebulição. Os resultados mostraram que o congelamento por uma e quatro semanas não alterou a resistência à tração da dentina, comparado ao grupo controle, enquanto que o armazenamento em água em ebulição levou ao decréscimo da resistência à tração.

Watanabe et al.<sup>90</sup>, em 1996, estudaram a influência da orientação dos túbulos dentinários na resistência ao cisalhamento da dentina. Foram obtidas várias secções de duas áreas (central e cuspídea) de terceiros molares, sendo estas testadas quanto ao cisalhamento com três diferentes orientações dos túbulos. Os resultados mostraram que a resistência da dentina ao cisalhamento varia de 38,2-100,3 MPa e difere conforme a região avaliada e a orientação dos túbulos. Os autores relataram que estes valores são muito maiores que os relatados pela literatura referente a testes de resistência adesiva, sugerindo que as falhas coesivas na dentina são resultantes da concentração de esforços na mesma durante os testes de cisalhamento.

O propósito do estudo realizado por Yoshiyama et al.<sup>94</sup>, em 1996, foi o de comparar as resistências adesivas regionais em lesões cervicais naturais ou criadas artificialmente, utilizando três sistemas adesivos: All Bond 2 (Bisco), Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray) e Scotchbond Multi-Use Plus (3M). Foi empregado o teste de microtração para obtenção de valores de resistência adesiva nas margens oclusal e gengival. Os resultados indicaram que: a) não houve diferença estatisticamente significativa na resistência adesiva entre as regiões oclusal e gengival das lesões naturais ou artificiais; b) a resistência adesiva nas lesões naturais foi significativamente menor que nas lesões criadas artificialmente.

Uma análise de cinquenta publicações referentes a pesquisas sobre resistência adesiva de resinas compostas à dentina foi realizada por Al-Salehi & Burke<sup>1</sup>, em 1997. Entre as variáveis avaliadas nos estudos estavam o tipo de teste, a natureza dos dentes (humanos ou bovinos), a profundidade e umidade da dentina, a utilização ou não da termociclagem e o período de armazenamento. Os resultados mostraram que a maioria dos estudos utilizou o teste de cisalhamento com dentes molares humanos e o período de realização do teste mais prevalente foi de 24h após a confecção dos corpos de prova. Dos cinquenta estudos, em 19% realizou-se a ciclagem térmica, sendo que a maioria destes utilizou quinhentos ciclos. Os autores observaram que um grande número de variáveis não foi relatado em vários artigos, entre estas, a profundidade da dentina e sua condição de superfície (úmida ou seca). Concluindo, recomendam uma maior padronização dos métodos de teste, o que permite uma comparação fiel dos estudos, visando melhorar a significância clínica dos mesmos.

Em 1997, Chan et al.<sup>12</sup> avaliaram a resistência adesiva ao cisalhamento a curto (24h) e longo prazos (180 dias) de uma resina à dentina bovina atacada por ácido fosfórico e maléico em variadas concentrações. A superfície vestibular dos dentes foi desgastada para exposição da dentina. Foram aplicados ácido maléico a 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 e 10,0% e ácido fosfórico a 1,0; 5,0; 10,0 e 37,0% em cada grupo de dentes que, posteriormente, receberam o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use e a resina composta Z-100 (3M Co.). Os espécimes foram estocados em água por 24h ou 180 dias e sujeitos, então, ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram que os valores de resistência adesiva mais elevados foram conseguidos com a utilização de ácidos em concentrações menores do que aquelas recomendadas pelo fabricante. Entretanto, a análise ao MEV evidenciou que, mesmo com os ácidos mais diluídos, houve a presença de uma zona de colágeno não infiltrada por resina entre a camada híbrida e a dentina normal. Após 24h, não houve

diferença estatisticamente significativa da resistência adesiva com ambos os tipos de ácidos, contudo, após 180 dias, os valores obtidos com o uso do ácido maléico foram significativamente maiores. Concluíram os autores que o ácido de preferência a ser utilizado com o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use é o maléico.

Em 1997, Demarco et al.<sup>18</sup> avaliaram a resistência coesiva da dentina, utilizando 17 dentes caninos humanos extraídos, os quais foram desgastados para obtenção de corpos-de-prova em dentina, com formato quadrangular, contendo cerca de 2X2mm. Os dentes foram incluídos em resina acrílica e submetidos ao teste de cisalhamento em uma máquina de ensaios universal Wolpert com velocidade de 0,5mm/min. A média de resistência coesiva da dentina foi de 33,95 ( $\pm 9,72$ )MPa. Foi analisado o tipo de fratura com um aumento de quarenta vezes e realizada uma análise com elemento finito para observar a distribuição dos esforços relacionados com o teste de cisalhamento. Os autores concluíram que o padrão de fratura encontrado foi compatível com o tipo de teste executado e com a distribuição das forças obtidas a partir da análise com elemento finito.

Gonçalves<sup>31</sup>, em 1997, avaliou os efeitos do pré-tratamento da dentina com irradiação laser, condicionamento ácido e hipermineralização, na resistência ao cisalhamento do sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus (3M). Empregaram-se dentes bovinos, que tiveram a superfície vestibular exposta e foram, então, divididos em dois grupos: a) controle, imerso em água destilada e armazenado a 4°C até o descongelamento; b) mineralizado, imerso em solução hipermineralizante por 14 dias. Cada grupo foi subdividido em três sub-grupos, conforme o pré-tratamento da dentina: F- conforme o fabricante (ataque ácido + *primer* + adesivo); AL (ataque ácido + *primer* + adesivo + laser); LA (laser + ataque ácido + *primer* + adesivo). Um cilindro de resina composta (Z100-3M) foi confeccionado sobre a dentina e a resistência adesiva, testada em máquina Instron Universal à velocidade de 0,5mm/min. Os

resultados mostraram que o pré-tratamento da dentina com laser, após a aplicação do sistema adesivo, é promissor na criação de um novo substrato e na obtenção de maiores valores de resistência adesiva.

Gordan et al.<sup>32</sup>, em 1997, avaliaram a resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos que contêm *primers* ácidos, utilizados com e sem ataque ácido, quanto à união ao esmalte e dentina, em restaurações de resina composta. Os produtos testados foram: Clearfil Liner Bond 2 (CLB) - JC Morita Inc. e Denthesive II (DII) - Kulzer Co. O sistema adesivo Scotchbond Multi-Usado (SMU) - 3M Dental Products Div. foi empregado como controle. Foram preparadas superfícies planas em esmalte e dentina de molares humanos e, após a aplicação do sistema adesivo, inseriu-se a resina composta Silux Plus (3M Dental Products Div.) por meio de uma matriz contendo 2,5mm de diâmetro. Todos os espécimes foram termociclados entre 5°C e 55°C por quinhentos ciclos e, posteriormente, testados quanto à resistência adesiva através de uma máquina Zwick (Zwick America Inc.). Os resultados mostraram que houve diferença significativa entre a adesão ao esmalte e à dentina. A resistência adesiva ao esmalte obtida pelo DII com ataque ácido foi semelhante à obtida pelo CLB sem ataque ácido, que foram significativamente maiores que o CLB com ataque ácido, SMU e DII sem ácido. Para a dentina, os valores de resistência obtidos pelo CLB com e sem ácido foram significativamente maiores que para os outros adesivos. Os autores concluíram que o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 pode ser utilizado com ou sem ataque ácido e que o Denthesive II deveria ser utilizado após o ataque ácido do esmalte e dentina.

Em 1997, Pashley & Carvalho<sup>51</sup> publicaram um artigo discutindo sobre a relação entre a permeabilidade dentinária e a adesão, enfocando as características estruturais da dentina. Os autores relataram a existência de dois tipos de permeabilidade dentinária: a permeabilidade transdentinária, resultante do movimento de fluidos no interior dos túbulos e a permeabilidade intra e intertubular, decorrente da

infiltração da resina dentro dos túbulos e ao redor das fibras colágenas expostas pelo ataque ácido. Discutiu-se, ainda, o papel da água na adesão à dentina, revelando ser esta responsável pela prevenção do colapso da rede de fibras colágenas, possibilitando uma melhor infiltração da resina no interior da dentina desmineralizada. Porém, citaram que o excesso de água levaria à separação dos monômeros resinosos não miscíveis em água, prejudicando a adesão. Os autores mencionaram a importância da penetração da resina em toda a profundidade da dentina desmineralizada e citaram que, para se obter uma maior força de adesão, é mais importante que haja uma penetração uniforme da resina na dentina desmineralizada do que a profundidade de penetração. Concluíram os autores que as diferenças estruturais do substrato dentinário desmineralizado, resultantes da presença ou não de umidade, levam a mudanças na permeabilidade da matriz da dentina aos monômeros resinosos, o que modifica a qualidade da adesão entre dentina e resina, sua resistência e, possivelmente, sua durabilidade.

Sinhoreti et al.<sup>70</sup>, em 1997, avaliaram a resistência ao cisalhamento de 11 sistemas adesivos sobre a dentina e a união na interface compósito/dente. Utilizaram-se molares e premolares humanos, cujas superfícies vestibulares foram desgastadas por meio de lixa d'água de granulação 180 e 400 para a exposição da dentina. Os sistemas adesivos empregados foram os seguintes: Heliobond e Syntac (Vivadent); Scotchbond 2 e Scotchbond Multi-Usó (3M Dental Products); XR Bonding e Optibond (Kerr); Prisma Universal Bond 3 e Pro-Bond (Caulk/Dentsply); Denthesive II (Kulzer); All Bond 2 (Bisco) e Multi Bond Alpha (DFL). Em combinação com os sistemas adesivos, utilizaram-se os respectivos compósitos comercializados pelos próprios fabricantes dos sistemas adesivos, com exceção dos materiais Multi Bond Alpha e All Bond 2, aos quais foi combinado o compósito Z100 (3M). Os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C por 24h e submetidos ao ensaio de cisalhamento em máquina universal Otto Wolpert Werke com velocidade de 6mm/min.

Todos os sistemas adesivos apresentaram resistência de união superior ao sistema convencional Heliobond. As resistências adesivas do All Bond, Scotchbond Multi-Usado e Optibond foram superiores estatisticamente aos demais produtos. O tipo de falha ocorrida na interface dentina/composito foi coesiva para os materiais All Bond 2, Scotchbond Multi-Usado e Optibond e adesiva para os demais sistemas.

Vargas et al.<sup>85</sup>, em 1997, avaliaram a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos de frasco único e avaliaram a interface dentina/resina ao MEV, comparando-os a um sistema adesivo com três componentes. Os materiais testados foram: Bond 1 (B1) - Jeneric-Pentron Inc.; One Step (OS) - Bisco Dental; Optibond Solo (OP) - Kerr Corp.; Prime & Bond 2.1 (PB) - LD Caulk/Dentsply; Single Bond (SB) - 3M Dental; Syntac Single Component (SS) - Ivoclar-Vivadent; Tenure Quik com flúor (TQ) - Den-Mat Corp. e o sistema adesivo com três componentes Scotchbond Multi-Usado Plus (SM) - 3M Dental. Utilizaram-se dentes humanos extraídos, estocados em solução de timol a 0,02%. As superfícies oclusais foram desgastadas para exposição da dentina e receberam polimento com lixas de granulação 320, 400 e 600 para criação da *smear layer*. Dividiram-se os dentes em grupos para aplicação do sistema adesivo e inserção da resina composta Z100 (3M Dental) por meio de uma matriz metálica. Os espécimes foram estocados em água destilada a 37°C por 24h e termociclados trezentas vezes entre 5°C e 55°C. Em seguida, realizou-se o teste de cisalhamento em máquina Instron Universal a uma velocidade de 5mm/min. Outros espécimes foram preparados para análise ao MEV. Os resultados mostraram que o SB produziu resistência adesiva significativamente maior que os adesivos SS, PB, B1 e TQ e que os valores de resistência adesiva obtidos com o SS foram significativamente menores que os materiais OS, OP, SM e SB. O exame ao MEV revelou a formação de camada híbrida para todos os sistemas adesivos estudados.

Versluis et al.<sup>86</sup>, em 1997, realizaram um estudo a fim de verificar se a ocorrência de fratura coesiva em dentina era realmente uma indicação de adesão perfeita ou era o resultado da diminuição das propriedades mecânicas da dentina. Utilizando um programa de elemento finito, os autores testaram a hipótese de que altos níveis de estresse provocam trincas na dentina, deixando a interface adesiva sem ser testada. Realizou-se um experimento paralelo de adesão à dentina, e as superfícies fraturadas foram observadas ao MEV para análise do tipo de fratura. A simulação confirmou a hipótese de que a fratura coesiva da dentina era parcialmente devido à biomecânica do teste e não implicava, necessariamente, em um alto valor de resistência adesiva.

Em 1997, Xirouchaki et al.<sup>92</sup> compararam a resistência de seis sistemas adesivos e avaliaram a influência da termociclagem na resistência adesiva destes materiais. Os materiais testados foram: Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray); One Step (Bisco); Optibond FL (Kerr); Prime & Bond (LD Caulk); Scotchbond Multi-Use Plus (3M) e Tenure Solution (Den-Mat). Foram desgastadas as superfícies oclusais de molares humanos até a exposição da dentina. Aplicou-se então os sistemas adesivos e, posteriormente, a resina composta Herculite XRV (Kerr). Metade da amostra foi termociclada por 2.500 ciclos entre 8°C e 48°C. Os espécimes foram então submetidos ao teste de cisalhamento a uma velocidade de 0,5mm/min. Os autores concluíram que a ciclagem térmica não influenciou significativamente a resistência adesiva dos materiais testados e que não houve diferença significativa entre os valores de resistência adesiva dos materiais One Step, Clearfil Liner Bond 2 e Scotchbond Multi-Use Plus.

Ainda em 1997, Yamada et al.<sup>93</sup> compararam os valores de resistência adesiva ao cisalhamento e à tração entre quatro gerações de sistemas adesivos (Clearfil New Bond, Clearfil Photo Bond, Clearfil Liner Bond e Clearfil Liner Bond 2 - Kuraray Co.). Foram preparados o esmalte e a dentina de dentes bovinos, os quais receberam polimento

com lixa de granulação 1000. Posteriormente, foram aplicados os sistemas adesivos e os corpos-de-prova com 3mm de diâmetro em resina. Os espécimes foram, então, testados quanto ao cisalhamento e à tração a uma velocidade de 1mm/min. Os resultados mostraram que o Clearfil Liner Bond 2 exibiu os maiores valores de resistência adesiva e apresentou a menor espessura de camada híbrida.

Utilizando o teste de microtração, Cardoso et al.<sup>8</sup>, em 1998, determinaram a resistência de três sistemas adesivos à dentina (Single Bond – 3M, Scotchbond Multi-Use Plus – 3M e Etch & Prime 3.0 – Degussa). Utilizaram-se molares humanos, os quais tiveram suas faces lisas desgastadas para a exposição da dentina. Em seguida à aplicação do sistema adesivo, acrescentou-se a resina composta Z100 (3M) e, após 24h de armazenagem em água destilada a 37°C, os dentes foram cortados para a obtenção dos corpos-de-prova de secção transversal retangular com cerca de 0,25mm de diâmetro. O ensaio mecânico foi realizado em máquina Kratos (Kratos Dinamômetros, São Paulo), com velocidade de 0,5mm/min. A análise dos resultados mostrou que não houve diferença estatística entre as médias obtidas pelos três sistemas adesivos testados.

Ainda em 1998, Cardoso et al.<sup>9</sup> compararam a micromorfologia dos *tags* formados em esmalte e dentina por dois sistemas adesivos (Scotchbond Multi-Use Plus – 3M e Etch & Prime 3.0 – Degussa). Foram realizadas restaurações de resina composta (Heliomolar RO) tipo classe V em dentes periodontalmente comprometidos que, posteriormente, foram extraídos e descalcificados em ácido clorídrico. O conjunto adesivo/resina composta foi preparado para MEV. A morfologia dos *tags* criados pelo Etch & Prime 3.0 em esmalte apresentou um relevo mais discreto quando comparado ao Scotchbond Multi-Use Plus. Com relação ao aspecto dos *tags* em dentina, o Etch & Prime 3.0 apresentou *tags* mais delgados, comparado ao Scotchbond Multi-Use Plus. Os autores concluíram que, embora existam diferenças morfológicas entre os

dois tipos de adesivos, estas não podem ser relacionadas, ainda, com a capacidade adesiva dos produtos investigados.

Leiskar et al.<sup>39</sup>, em 1998, avaliaram a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos dentinários (All Bond 2 - Bisco Dental; Optibond – Kerr; Prisma Universal Bond 3 - De Trey/Dentsply; Scotchbond Multi-Usado - 3M Dental e Syntac - Vivadent) em combinação com duas resinas compostas (Tetric - Vivadent e Z100 - 3M Dental). Prepararam-se superfícies planas na dentina vestibular de molares humanos que receberam os sistemas adesivos e, posteriormente, as resinas por meio de um molde de teflon. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h e, então, testados em máquina Instron Universal a uma velocidade de 0,7mm/min. Analisaram-se também os tipos de fratura. A comparação da efetividade de diferentes sistemas adesivos com as resinas Tetric ou Z100 não revelou diferença estatisticamente significativa para os adesivos Syntac, Optibond e Prisma Universal Bond 3. Contudo, o Scotchbond Multi-Usado apresentou um desempenho significativamente melhor com a resina Z100 do que com a Tetric. Inversamente, o All Bond 2 mostrou resultados significativamente melhores com Tetric. Os autores observaram uma grande variação dos valores de resistência adesiva com os vários materiais testados e, concluíram que a resistência adesiva dos agentes adesivos pode sofrer influência do material restaurador utilizado.

Com o intuito de verificar a durabilidade da adesão de vários sistemas adesivos à dentina bovina, Miyazaki et al.<sup>42</sup>, em 1998, avaliaram a resistência adesiva ao cisalhamento e o tipo de fratura ocorrida nos espécimes após a termociclagem, que foi o método utilizado para simular os efeitos da mudança de temperatura na cavidade oral a longo prazo. Foram utilizados sistemas adesivos de frasco único que empregam o condicionamento ácido como um passo separado (One Step - Bisco Inc.; Optibond Solo - Kerr Corp.; Prime & Bond 2.0 - Dentsply De Trey e Single Bond - 3M Dental Products Div.) e sistemas adesivos que

possuem *primers* autocondicionantes (Imperva Fluoro Bond - Shofu Inc.; Clearfil Liner Bond 2 - Kuraray Co. e Mac Bond II - Tokuyama Co.). Os dentes bovinos foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável e a superfície dentinária foi exposta para receber os sistemas adesivos e a resina composta. Os espécimes foram então armazenados a 37°C por 24h e divididos em quatro grupos de acordo com o número de ciclos térmicos. O primeiro grupo não recebeu ciclagem térmica e os outros três grupos foram submetidos a três, dez e trinta mil ciclos, respectivamente. As temperaturas variaram de 5°C a 60°C, com 30s em cada imersão. Após o tratamento, os espécimes foram testados em máquina Instron a uma velocidade de 1mm/min para avaliação da resistência adesiva ao cisalhamento e, após o ensaio, foram examinados em microscópio óptico para definir o tipo de fratura. Os resultados evidenciaram uma pequena queda na resistência adesiva com o aumento da ciclagem térmica, contudo, apenas os sistemas adesivos que utilizam o condicionamento ácido separadamente exibiram diferença estatisticamente significativa após os trinta mil ciclos. Quanto ao tipo de fratura, os espécimes que receberam sistemas adesivos com *primers* autocondicionantes exibiram predominantemente fraturas coesivas em resina, independentemente do número de ciclos térmicos. Já nos dentes em que foram aplicados sistemas adesivos após o condicionamento ácido, houve uma maior tendência de falhas coesivas em dentina com o aumento do número de ciclos térmicos, o que os autores atribuem à concentração de forças tensionais na dentina enfraquecida existente entre a camada híbrida e a dentina intacta.

Paul & Pashley<sup>58</sup>, em 1998, correlacionaram a resistência à tração do sistema adesivo Single Bond (3M) com a microinfiltração de íons de prata no interior da camada híbrida. Foi realizado o condicionamento da dentina oclusal por 15, 30 e 60 segundos com ácido fosfórico a 35% e, posteriormente, aplicou-se o sistema adesivo. Após 24h de imersão em água, um grupo de dentes foi submetido ao teste de

microtração e o outro, ao teste de microinfiltração com  $\text{AgNO}_3$  a 50%. Os resultados mostraram que o aumento do tempo de ataque ácido não interferiu na resistência adesiva do Single Bond, porém, levou à maior penetração de prata, indicando que houve um decréscimo da capacidade de penetração do adesivo na total profundidade da dentina condicionada.

O propósito do estudo realizado por Prati et al.<sup>62</sup>, em 1998, foi o de avaliar a morfologia da interface dentina/resina e a resistência adesiva ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos. Os sistemas adesivos foram classificados como de frasco único (Prime & Bond 2.0 e Prime & Bond 2.1 - De Trey/Dentsply; Single Bond - 3M Dental Products e Syntac Single Component - Ivoclar/Vivadent); de passos múltiplos (Scotchbond Multi-Use - 3M Dental Products e Optibond FL - Kerr) e com *primer* autocondicionante (Clearfil Liner Bond 2 e KB 1300 - Kuraray). Foram preparadas cavidades de classe I e V em molares humanos, que receberam restaurações com a resina composta indicada pelo mesmo fabricante do sistema adesivo. Os resultados obtidos através de MEV mostraram uma camada de dentina intertubular infiltrada por resina e *tags* de resina com diferentes morfologias dependendo do material e localização da dentina. A camada de dentina intertubular infiltrada por resina se apresentou mais fina na dentina superficial do que na dentina profunda. Os valores de resistência adesiva variaram de 12 a 21 MPa, dependendo do material utilizado. Os sistemas adesivos de frasco único apresentaram morfologia e resistência adesiva similares aos de passos múltiplos. Os sistemas adesivos com *primer* autocondicionante produziram os maiores valores de resistência adesiva, apesar de sua limitada espessura de camada híbrida. Os autores concluíram que a resistência adesiva não é influenciada pela espessura e morfologia da camada híbrida.

Em 1998, Schreiner et al.<sup>68</sup> realizaram um estudo para comparar o teste de resistência adesiva ao cisalhamento com o teste de microtração, utilizando cinco marcas comerciais de sistemas adesivos

(Clearfil Liner Bond System - Kuraray Co.; Prime & Bond - Caulk Dentsply; Scotchbond Multi-Usó com ácido fosfórico, Scotchbond Multi-Usó com ácido maléico e Scotchbond Multi-Usó Plus - 3M Co.). Molares humanos foram preparados para o experimento através do desgaste da superfície oclusal até a exposição da dentina e, posteriormente, receberam os diferentes sistemas adesivos. Nos espécimes separados para o teste de microtração aplicou-se a resina composta Z100 (3M Co.) sobre a superfície preparada e, então, estes foram seccionados em porções longitudinais de 1,0mm de espessura. A área superficial remanescente da interface a ser testada possuía 1,7mm<sup>2</sup>. O teste de microtração foi realizado em máquina Instron Universal, adaptada para permitir a preensão dos corpos de prova, a uma velocidade de 0,5mm/min. O outro grupo de dentes foi preparado para o teste de cisalhamento. Os passos foram os mesmos até a aplicação do sistema adesivo. Posteriormente, inseriu-se a resina composta em um molde de teflon contendo 3,4mm de diâmetro e os dentes foram incluídos em uma base acrílica, para então serem submetidos ao ensaio mecânico. Os autores concluíram que o teste de microtração levou a resultados mais confiáveis de resistência adesiva quando comparado ao teste de cisalhamento, exibindo mais falhas do tipo adesiva.

Wilder et al.<sup>91</sup>, em 1998, realizaram um estudo para comparar a resistência de união de resinas compostas à dentina utilizando sistemas adesivos convencionais (com três componentes) e simplificados (com dois componentes). Os espécimes foram preparados em dentina bovina e divididos em grupos conforme o produto utilizado. Nos três primeiros grupos, aplicou-se os seguintes sistemas adesivos convencionais: All Bond 2 (Bisco), Optibond FL (Sybron Kerr Dental Specialities) e Scotchbond Multi-Usó Plus (3M Dental Products Div.). Os outros seis grupos receberam os sistemas adesivos simplificados: Clearfil Liner Bond 2 (J Morita), que inclui um *primer* autocondicionante; Fuji Bond LC (GC America Inc.), que é um cimento de ionômero de vidro modificado

por resina, e quatro adesivos de frasco único (One Step – Bisco; Optibond Solo - Sybron Kerr Dental Specialties; Prime & Bond 2.1 - Dentsply Caulk e Tenure Quick com flúor – Den-Mat Corp.). Um grupo foi tomado como controle, recebendo o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus sobre esmalte. Os corpos-de-prova foram confeccionados com a resina composta proposta pelos mesmos fabricantes dos adesivos. Os espécimes preparados foram armazenados em água destilada à temperatura ambiente por 48h e, então, testados quanto à resistência ao cisalhamento em máquina Instron Universal a uma velocidade de 5mm/min. A resistência adesiva média alcançada pelos sistemas adesivos convencionais variou de 16,3 a 20,6 MPa. Nos sistemas simplificados, a variação foi de 14,7 a 17,4 MPa e o valor médio do grupo controle (adesão em esmalte) foi de 21,4 MPa. Os resultados evidenciaram que a resistência adesiva das resinas compostas à dentina utilizando sistemas adesivos convencionais e simplificados não mostrou diferença estatisticamente significativa quando comparada à resistência adesiva ao esmalte.

Yoshiyama et al.<sup>95</sup>, em 1998, mediram a resistência adesiva à tração em vários locais do esmalte e dentina e observaram ao MEV a interface dentina/resina de dois sistemas adesivos contendo *primer* autocondicionante (Clearfil Liner Bond 2 - Kuraray e Fluoro Bond - Shofu). Foram desgastadas partes do esmalte e dentina de dentes humanos para formar um longo preparo cavitário que se estendia desde a região média da coroa até o ápice do dente. As superfícies preparadas receberam os sistemas adesivos e foram cobertas por resina composta. Os espécimes foram então seccionados e preparados para o teste de microtração na interface adesiva. Ambos os materiais testados mostraram resistência adesiva significativamente mais alta na dentina coronária, cervical e na região média da raiz. A espessura da camada híbrida na região coronária cervical e média da raiz foi cerca de 1,0 $\mu$ m e na região apical da raiz, de 0,5 $\mu$ m. Os autores concluíram que os sistemas adesivos

contendo *primer* autocondicionante proporcionam uma boa adesão à dentina coronária, cervical e região média da raiz, porém, a adesão ao esmalte e dentina da região apical da raiz devem ser melhoradas.

Com base na análise de diversos estudos *in vivo* e de pesquisas laboratoriais que empregaram a ciclagem térmica, Gale & Darvell<sup>28</sup>, em 1999, publicaram um trabalho com o objetivo de justificar e padronizar um regime de ciclagem térmica, recomendando sua utilização em testes laboratoriais para permitir futuras comparações entre diferentes estudos. Os autores consideraram, através de dados obtidos por estudos *in vivo*, que a temperatura intraoral, quando não sujeita a mudanças de temperatura, é de 35°C e que as máximas temperaturas toleráveis e confortáveis para ingestão de alimentos e bebidas frios e quentes são de 15°C e cerca de 47°C, respectivamente. Analisando 130 estudos laboratoriais, os autores observaram que os valores medianos de temperaturas utilizadas em termociclagem foram de 5°C e 55°C, com o total de quinhentos ciclos, e que a maioria dos trabalhos não utilizou temperatura intermediária. O regime proposto pelos autores corresponde às seguintes temperaturas: 35°C (28s), 15°C (2s), 35°C (28s), 45°C (2s), com uma estimativa de dez mil ciclos, correspondente a um ano de estresse térmico *in vivo*.

Phrukkanon et al.<sup>61</sup>, em 1999, pesquisaram a influência da estrutura dentinária na resistência adesiva à microtração entre resina e dentina, utilizando dois sistemas adesivos. Os adesivos empregados foram o Single Bond - 3M Dental Products e o adesivo experimental contendo um *primer* autocondicionante MF-102 (GC Corp.). Utilizaram-se 22 premolares humanos, os quais foram divididos verticalmente em duas partes (mesial e distal). Uma metade destinou-se ao estudo da adesão na superfície perpendicular aos túbulos dentinários e a outra, na superfície paralela aos túbulos. Para cada metade do dente foram escolhidas seis diferentes áreas de dentina para adesão. Os espécimes receberam a aplicação do sistema adesivo, da resina composta (Silux Plus - 3M Dental

Products) e, posteriormente, foram submetidos ao teste de microtração em máquina Instron Universal a uma velocidade de 1mm/min. Para a análise da interface de adesão em MEV, foram preparados mais quatro dentes. Para o adesivo Single Bond, a resistência adesiva na dentina da região média da raiz foi significativamente menor que nas outras regiões. Para o MF-102, não houve diferença significativa entre as distintas regiões da dentina. A orientação dos túbulos não influenciou a adesão. Os autores concluíram que a adesão com o sistema Single Bond pode ser afetada pela sua capacidade de penetração na dentina desmineralizada em diferentes regiões da dentina, levando ao aparecimento de uma zona porosa na base da camada híbrida, enquanto que o MF-102, exibiu uma boa adesão independentemente da região do dente, não apresentando descontinuidade entre a dentina normal e a camada híbrida.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O propósito deste trabalho foi avaliar e comparar a resistência de união de dois sistemas adesivos (Scotchbond Multi-Use Plus – 3M Dental Products e Etch & Prime 3.0 – Degussa Divisão Dental) à dentina bovina, antes e após a ciclagem térmica, quando submetidos a tensões de cisalhamento, bem como avaliar por meio de estereomicroscopia o tipo de fratura ocorrido na interface dentina/material.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa-Local da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Unesp, sob o protocolo nº 73/99-PH/CEP (Apêndice A).

### 4.1 Descrição dos materiais

Foram utilizadas neste experimento duas marcas comerciais de sistema adesivo: Scotchbond Multi-Usó Plus (3M Dental Products) e Etch & Prime 3.0 (Degussa Divisão Dental), associados à resina composta Z100 (3M Dental Products), que se encontram listados no Quadro 1.

Quadro 1- Materiais empregados, lotes e fabricantes

MATERIAL	LOTE	FABRICANTE
Scotchbond Multi-Usó Plus	08039	3M Dental Products
Etch & Prime 3.0	43020060	Degussa Divisão Dental
Z100	08039	3M Dental Products

O sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus é composto em seu kit de:

- a) ácido de condicionamento: gel de ácido fosfórico a 37%, para ser aplicado sobre esmalte e dentina, cujo pH é de aproximadamente 1,2;
- b) Scotchbond Primer: consiste de uma solução aquosa de HEMA e copolímero de ácido polialquênico do cimento de ionômero de vidro Vitrebond que, segundo o fabricante, tem por finalidade a redução da sensibilidade à umidade. Seu pH é de aproximadamente 3,3;
- c) Scotchbond Adesivo: consiste de uma resina fotopolimerizável composta por BIS-GMA e HEMA, que deve ser aplicada sobre a dentina pré-condicionada.

O sistema adesivo Etch & Prime 3.0 é composto em seu kit de:

- a) solução universal: contém HEMA, etanol, água destilada e um estabilizador;
- b) solução catalizadora: consiste em pirofosfato, HEMA, iniciadores e um estabilizador.

Misturam-se as duas soluções, imediatamente antes da aplicação, resultando em HEMA, monômero pirofosfato, fotoiniciadores, água e etanol, com um pH de 0,6.

Em associação aos sistemas adesivos acima mencionados, utilizou-se a resina composta Z100 (3M Dental Products), que é uma resina restauradora radiopaca fotopolimerizável, indicada para aplicações em dentes anteriores e posteriores. Sua composição é à base

de BIS-GMA, TEGMA e um material inorgânico sintético de Zircônia/Sílica. O tamanho médio das partículas é de 0,6 $\mu$ m.

#### 4.2 Preparo dos dentes

Empregaram-se neste estudo 48 incisivos inferiores, hígidos e irrompidos, de bovinos com idade média de três anos, extraídos imediatamente após o abate, limpos, armazenados em água destilada e congelados em freezer a -18°C até sua utilização, o que não ultrapassou 28 dias (Tonami et al.<sup>78</sup>, 1996).

As raízes foram seccionadas no terço médio, com auxílio de um disco de carborundum e desprezadas. Este procedimento foi necessário para proporcionar aos dentes dimensões compatíveis com a base da máquina de teste.

A extirpação do remanescente pulpar foi realizada através do orifício radicular exposto após a secção da raiz, por meio de instrumentos endodônticos.

Após a extirpação da polpa dental, os condutos radiculares foram irrigados com água destilada e secos com breves jatos de ar.

A seguir, com o auxílio de uma ponta diamantada esférica, foi realizada uma abertura na face lingual destes dentes, na região do cíngulo, até a exposição da câmara pulpar.

O orifício radicular e a câmara pulpar foram obliterados com cera utilidade\* para evitar a penetração da resina utilizada no embutimento subsequente.

Os dentes foram embutidos em blocos de resina acrílica incolor de rápida polimerização\*\*, por meio de um molde confeccionado

---

\*Horus - Herpo Produtos Dentários Ltda

\*\* Clássico Artigos Odontológicos - Ind. Bras.

em silicona pesada\*, com 4cm de comprimento, 2cm de largura e 1cm de profundidade. Os dentes preparados foram posicionados nestas matrizes, com a face lingual apoiada na sua base e face vestibular voltada para fora, atentando-se para manter a superfície paralela ao plano horizontal. A resina foi vertida na cavidade da matriz contendo o dente e o conjunto foi imerso em água para minimizar a temperatura da reação exotérmica de polimerização (Miyazaki et al.<sup>42</sup>, 1998) (Figura 1A).

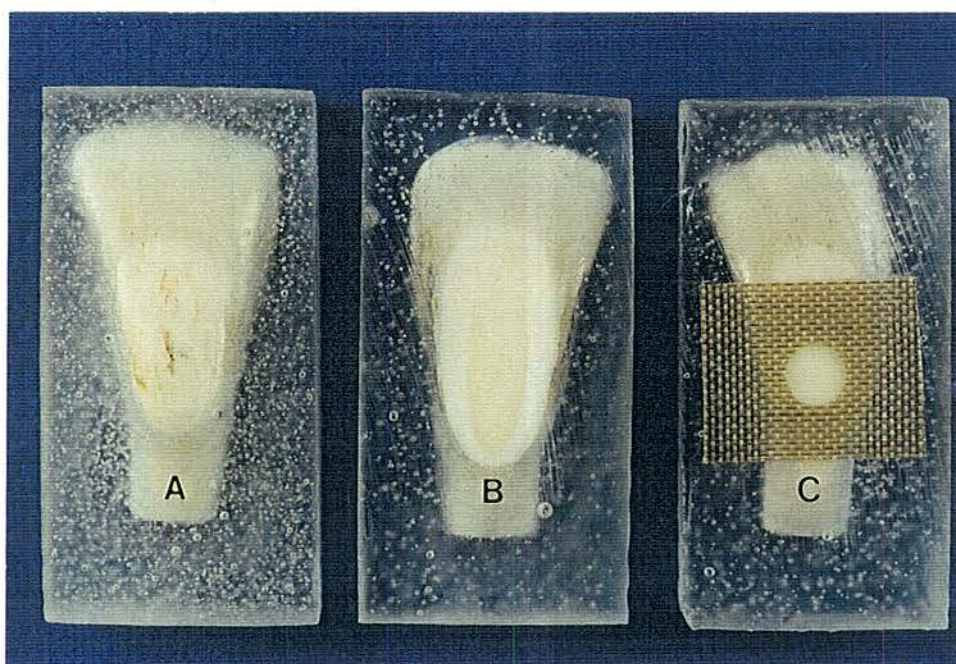


FIGURA 1- A- Dente bovino após secção radicular, incluído em resina acrílica; B- Exposição da dentina; C- Delimitação da área da dentina para adesão.

Desobstruiu-se a abertura da câmara pulpar para que a espessura da dentina remanescente pudesse ser medida, com o auxílio de um espessímetro\*\*. Para a padronização da profundidade dentinária da área utilizada para adesão, a medida de espessura de dentina foi de 2mm ( $\pm 0,1$ ).

\*Rodhorsil - Clássico Artigos Odontológicos Ind. Bras.

\*\*Oto Armingen CIA Ltda – RS Brasil

As superfícies dentárias foram desgastadas por meio de uma lixa d'água de carbeto de silício de granulação 80\* adaptada em uma máquina recortadora de gesso\*\*, sob refrigeração com água, para remoção do esmalte e exposição de uma área superior a 4mm de diâmetro (Figura 1B). Durante este procedimento, utilizando-se o espessímetro, verificou-se constantemente, a espessura da dentina até se obter os 2 mm pré-determinados (Figura 2).



FIGURA 2- Medida do remanescente dentinário.

As superfícies dentinárias expostas foram regularizadas com lixas d'água seqüenciais de granulação 320, 400 e 600\*, manualmente, sempre em presença de água, e com movimentos circulares por um período de 15 segundos para a criação de uma *smear layer* uniforme (Pashley et al.<sup>53</sup>, 1988).

Na seqüência, as superfícies dentinárias foram limpas com pedra pomes e água, com o auxílio de escova de Robinson montada

---

\* 3M do Brasil

\*\* Kohl Bach S.A. Ind. Bras.

em micromotor com baixa velocidade, por 10 segundos, para a remoção de possíveis detritos, e com Tergensol\* para a eliminação de resíduos oleosos provenientes do micromotor. Após a limpeza, as superfícies foram lavadas com jatos de água-ar por 10 segundos, seguidos de breves e descontínuos jatos de ar para evitar o ressecamento da dentina.

Empregou-se uma fita adesiva de teflon\*\* com perfuração de 4mm de diâmetro, fixada sobre a região da dentina exposta de cada dente preparado para delimitação da área de atuação do sistema adesivo (Figura 1C).

#### 4.3 Confeção dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram divididos em dois grupos de 24 amostras cada, que receberam os sistemas adesivos utilizados de acordo com as especificações dos fabricantes. O grupo I recebeu o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus e o grupo II, o Etch & Prime 3.0.

Nos espécimes do **grupo I**, as superfícies da dentina foram condicionadas com o gel de ácido fosfórico a 37%, durante 15 segundos, seguido de lavagem e remoção do excesso de água com filtro de papel, para evitar o ressecamento da dentina.

Aplicou-se posteriormente, o Scotchbond Multi-Use Primer, com pincel aplicador, em uma camada fina sobre a dentina condicionada, observando o aspecto brilhante da superfície, seguido de um jato de ar por 5 segundos.

Sobre o *primer*, foi aplicada uma fina camada do Scotchbond Multi-Use Adesivo, também com pincel aplicador, seguido de

---

\* Inodon Ind. Brasileira

\*\* 3M

breve jato de ar para uniformizar a camada e fotopolimerização por 10 segundos.

Para o **grupo II**, misturou-se uma gota de cada conteúdo dos dois frascos do Etch & Prime 3.0 (solução universal e catalizadora) durante cinco segundos e aplicou-se a mistura sobre a superfície da dentina com pincel aplicador, aguardando sua atuação por 30 segundos. Procedeu-se à aplicação de jato de ar sobre a superfície por 5 segundos e fotopolimerização por 10 segundos. Repetiu-se a aplicação, aguardando novamente 30 segundos, seguida por secagem com jato de ar por 5 segundos e fotopolimerização por 10 segundos.

Em seqüência, uma matriz bipartida de teflon, com perfuração central de 4mm de diâmetro por 4 mm de altura foi sobreposta aos corpos-de-prova e imobilizada sobre a área delimitada pela fita adesiva para os tratamentos dentinários, onde foi inserida a resina composta Z100 (Figura 3).

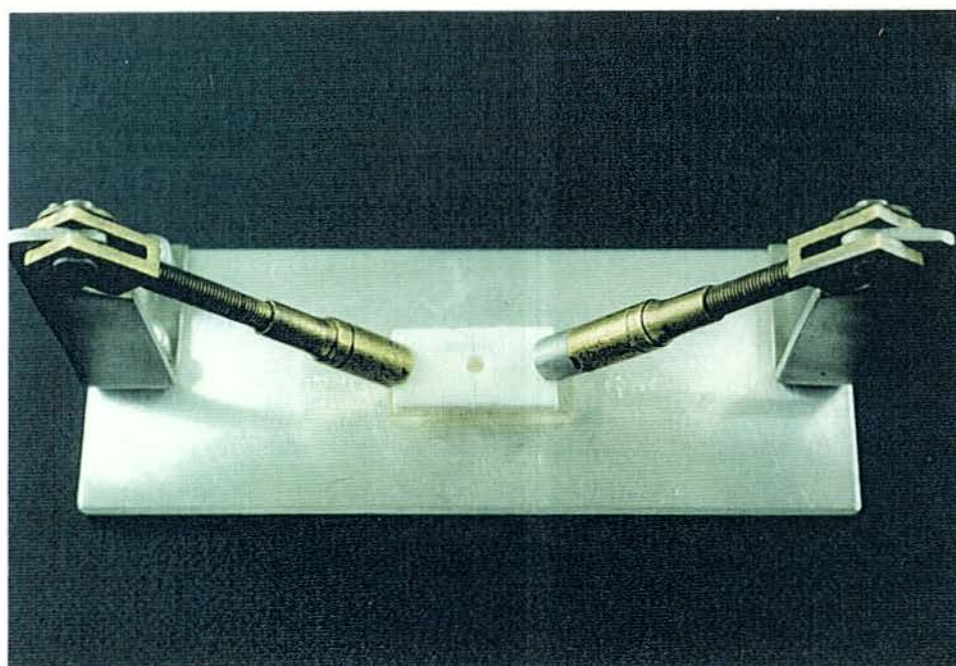


FIGURA 3- Dispositivo para imobilização da matriz utilizada para confecção dos cilindros de resina composta.

A inserção e condensação da resina composta foram feitas em dupla camada, cada qual fotopolimerizada por 40 segundos, conforme a especificação do fabricante.

O aparelho de fotopolimerização\*, que possui intensidade de luz de  $300 \text{ mW/cm}^2$ , medida por um radiômetro\*\*, foi utilizado a uma distância de 4mm da ponta emissora de luz, correspondente à altura da matriz de teflon.

A matriz foi então separada cuidadosamente em suas duas partes, utilizando-se uma lâmina de bisturi, e a fotopolimerização foi complementada por mais 40 segundos de cada lado do corpo-de-prova (Figura 4).



FIGURA 4- Separação da matriz de teflon, evidenciando o cilindro de resina composta.

---

\* Optilux – Demetron Research Corp.

\*\* Modelo 100 Demetron, Danbury, CT – USA

Na seqüência, os corpos-de-prova foram identificados, imersos em água destilada à temperatura ambiente e armazenados em estufa\* a 37°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) por 24h.

Os dois grupos citados previamente foram ainda subdivididos em mais dois subgrupos (A e B) com 12 espécimes cada. O **subgrupo A** foi submetido ao ensaio mecânico após 24h e o **subgrupo B** recebeu o tratamento térmico em máquina de termociclagem\*\*, que consistiu de quinhentos ciclos com temperaturas entre 5°C e 55°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ), com duração de 30 segundos em cada temperatura e de um segundo para transferência de um banho para o outro. Posteriormente à termociclagem, os espécimes foram novamente armazenados a 37°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) por 24h, para serem submetidos ao ensaio mecânico.

Os grupos estudados foram esquematizados da seguinte forma:

- a) grupo I A: Scotchbond Multi-Use Plus;
- b) grupo I B: Scotchbond Multi-Use Plus + termociclagem;
- c) grupo II A: Etch & Prime 3.0;
- d) grupo II B: Etch & Prime 3.0 + termociclagem

---

\* Marconi Equipamentos para Laboratório

\*\*Ética Equipamentos Científicos S.A.

#### 4.4 Ensaio mecânico (teste de cisalhamento)

Após o tratamento realizado, os corpos-de-prova foram submetidos aos testes de laboratório para avaliação da resistência a tensões de cisalhamento, com o auxílio de uma máquina Instron 4301 (Modelo 4301 – Instron Corp.), com uma célula de 500 Kg de carga.

Os corpos-de-prova foram fixados em uma base metálica confeccionada para o correto posicionamento das amostras na máquina de teste, para aplicação da força de cisalhamento,

Um pino com secção de meia-cana foi fixado na extremidade superior móvel da máquina Instron, sendo posicionado na base do cilindro de resina composta, perpendicular à interface dente/material e o mais próximo desta (Figura 5). Acionada a máquina, o pino exerceu a força de cisalhamento a uma velocidade de 0,5mm/min.

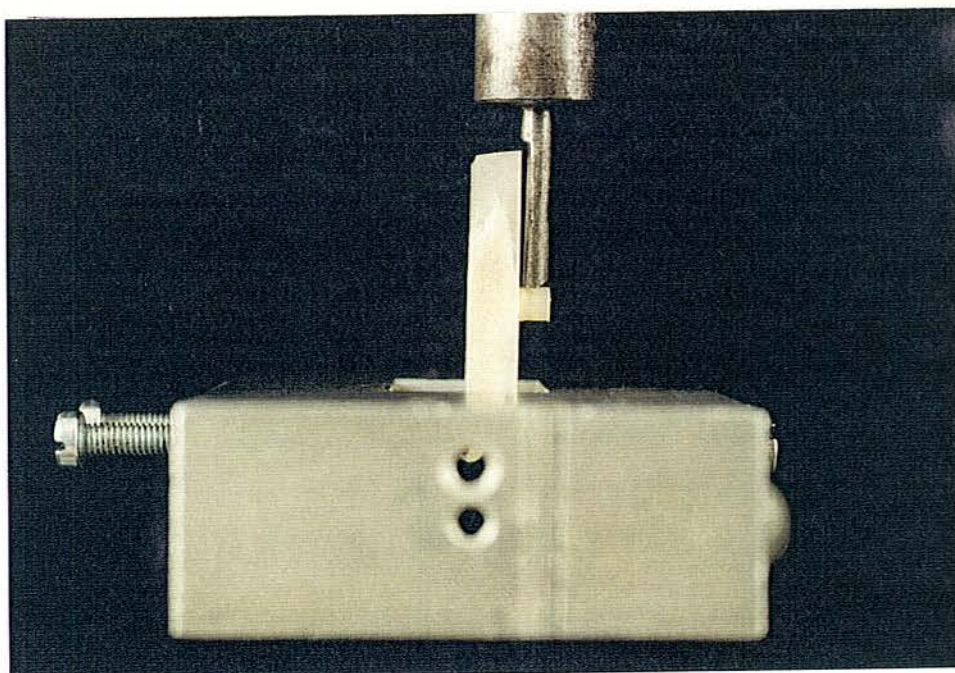


FIGURA 5- Posicionamento do corpo-de-prova durante o ensaio mecânico de cisalhamento.

A leitura dos resultados foi realizada por um terminal de computador acoplado à máquina de teste, que forneceu valores em MPa da carga necessária para o rompimento da união adesiva estabelecida entre dentina/material.

Os dados obtidos foram apresentados como diagrama do tipo Box-and-Wisker Plot e pela representação gráfica das médias mediante o programa computacional STATISTICS for Windows\* e foram submetidos ao teste estatístico da análise de variância (ANOVA) a dois critérios: sistema adesivo e termociclagem, através da utilização do programa computacional MINITAB for Windows\*\*. O nível de significância adotado foi o valor convencional de 0,05.

#### **4.5 Estereomicroscopia**

Após o ensaio mecânico de cisalhamento, todos os corpos-de-prova foram avaliados em um estereomicroscópio (Zeiss / Stemi 2000C-MC-80-DX), para determinação do tipo de fratura ocorrida (Figura 6). Para tanto, os corpos-de-prova receberam, na superfície da região de fratura, um corante à base de hematoxilina, desenvolvido por Ohkubo et al.<sup>47</sup>, 1982. O corante evidencia o material orgânico (dentina), não corando a resina.

---

\* Versão 4.3, 1993, Statsoft

\*\* Versão 12.1, 1998, Minitab Inc.



FIGURA 6- Estereomicroscópio utilizado para verificação do tipo de fratura.

O tipo de fratura foi classificado em:

- a) fratura adesiva – na interface dentina/adesivo ou adesivo/resina;
- b) fratura coesiva da resina – no corpo da resina composta, sendo total ou parcial;
- c) fratura coesiva da dentina – no corpo da dentina, sendo total ou parcial;
- d) fratura mista – combinação de dois ou mais tipos de fraturas.

## 5 RESULTADOS

Tendo em vista o nosso interesse em analisar a resistência de união adesiva de dois sistemas adesivos frente a tensões de cisalhamento, submetidos ou não à ciclagem térmica, efetuamos o experimento fatorial do tipo 2 x 2. Ou seja, estamos considerando duas variáveis independentes, os fatores: ciclagem térmica e tipos de adesivo. O primeiro fator, relativo à termociclagem, apresenta dois níveis: sem e com ciclagem, e o segundo fator, relativo ao tipo de adesivo, também apresenta dois níveis: Scotchbond Multi-Usso Plus e Etch & Prime 3.0. A variável dependente é a resistência adesiva, definida operacionalmente pelos valores obtidos no teste de cisalhamento e a unidade experimental é o dente bovino.

Um experimento fatorial 2 x 2 apresenta quatro condições experimentais em comparação. Efetuamos 12 réplicas para cada condição experimental. Em cada réplica selecionamos, de forma casual, uma condição para cada unidade experimental. Obtivemos, portanto, 48 dados a serem analisados pelo método estatístico da análise de variância (ANOVA) a dois critérios fixos.

A análise de variância objetiva comparar a variação devida aos níveis dos fatores com a variação devida ao acaso ou ao resíduo. Os níveis dos fatores a serem comparados constituem as seguintes hipóteses:

- a)  $H_{01}$ : tipo de sistema adesivo;
- b)  $H_{02}$ : utilização ou não da termociclagem;
- c)  $H_{03}$ : interação entre o sistema adesivo e a termociclagem.

O objetivo do nosso experimento, nossa hipótese em investigação, é identificar uma relação causal entre as variáveis independentes e a variável dependente. Pretendemos rejeitar a hipótese de igualdade a favor da nossa hipótese em investigação. Com a finalidade de verificar se os dados oferecem suficiente evidência para rejeitarmos a hipótese de igualdade, aplicamos o teste estatístico.

Os valores da estatística F, obtidos na aplicação do teste, indicam uma determinada probabilidade de ocorrência relacionada à hipótese de igualdade. Quando os valores de F corresponderem a probabilidades de ocorrência (ou valor de prova) que podemos caracterizar como improváveis, então, poderemos aceitar a nossa hipótese em investigação porque os dados amostrais apresentaram evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de igualdade.

O nível de significância adotado para rejeitarmos a hipótese de igualdade entre os efeitos produzidos pelos fatores, bem como os da interação entre esses fatores, foi o valor convencional de 5%.

Apresentaremos, a seguir, consolidados em Tabelas e Figuras, os resultados obtidos através do teste de resistência adesiva. Na Tabela 1, mostramos os valores de resistência e os valores de média e desvio padrão (DP) referente às condições experimentais.

Tabela 1- Dados de resistência adesiva (MPa) obtidos no ensaio de cisalhamento

SCOTCHBOND MULTI-USO PLUS		ETCH & PRIME 3.0	
Sem termociclagem	Com Termociclagem	Sem termociclagem	Com termociclagem
11,350	8,538	9,053	9,131
10,150	10,360	8,702	12,460
10,860	15,890	15,360	15,080
12,670	16,030	7,615	12,850
9,771	9,326	13,690	9,794
13,160	13,610	8,725	9,755
9,451	11,500	13,240	10,680
9,295	8,912	11,470	11,560
18,210	15,740	13,400	16,340
13,950	10,060	12,990	12,090
7,773	10,610	9,100	10,690
7,731	11,420	12,770	11,220
Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)
11,198 (2,961)	11,833 (2,784)	11,343 (2,563)	11,804 (2,157)

Nas Figuras 7 a 13, mostramos o diagrama esquemático tipo *Box-and-Whisker Plot* e o gráfico das médias correspondentes aos dados de cisalhamento dos fatores: a) sistema adesivo; b) termociclagem e c) interação sistema adesivo x ciclagem térmica.

Optamos pelo *Box-and-Whisker Plot* porque este diagrama coloca em evidência a metade principal da distribuição dos valores. É, geralmente, nesta parte central (faixa inter-quartis: 25% a 75%) onde encontram-se os dados mais estáveis e mais importantes.

A representação gráfica das médias foi empregada porque o teste da ANOVA tem por objetivo verificar se as médias diferem do ponto de vista estatístico.

Na Figura 7, podemos observar que os valores médios de resistência adesiva e os valores de dispersão (desvio padrão) referentes às quatro condições experimentais são próximos.

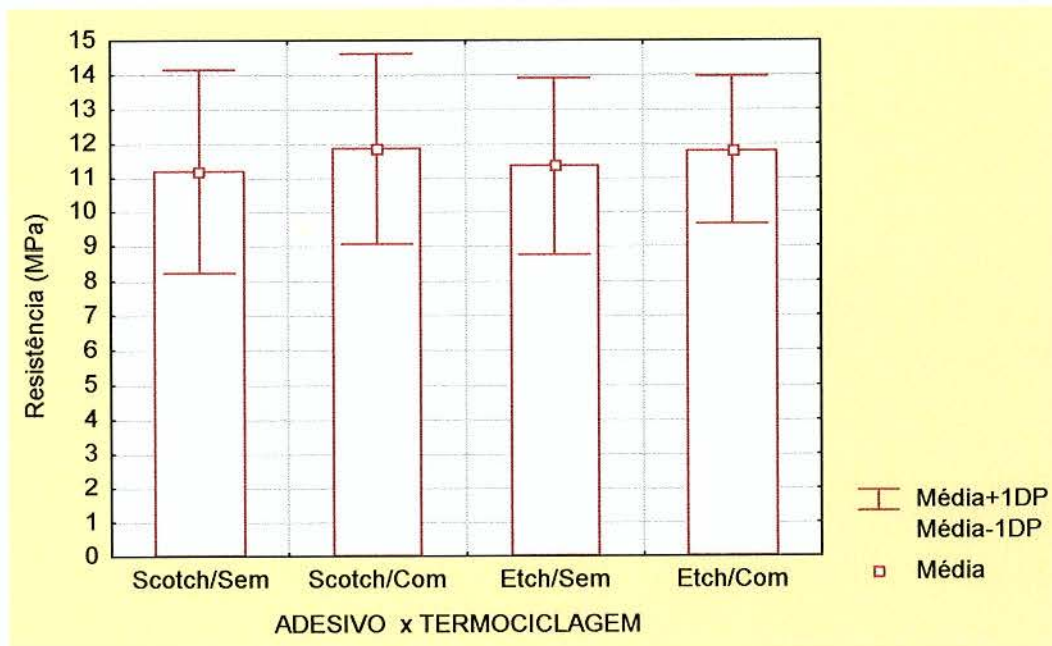


FIGURA 7 - Médias referentes ao fator interação adesivo x termociclagem.

Na Figura 8 apresentamos o desenho esquemático tipo Box-and-Whisker Plot e na Figura 9, o gráfico das médias, onde verifica-se uma proximidade entre os valores médios referente à interação adesivo x termociclagem.

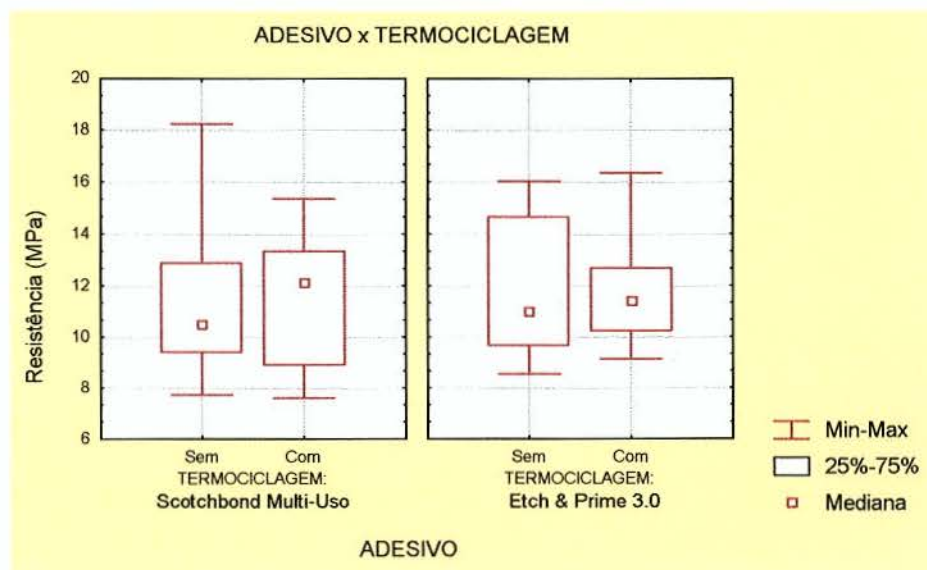


FIGURA 8 – Representação gráfica do tipo Box-and-Wisker Plot para o fator interação: adesivo x termociclagem.

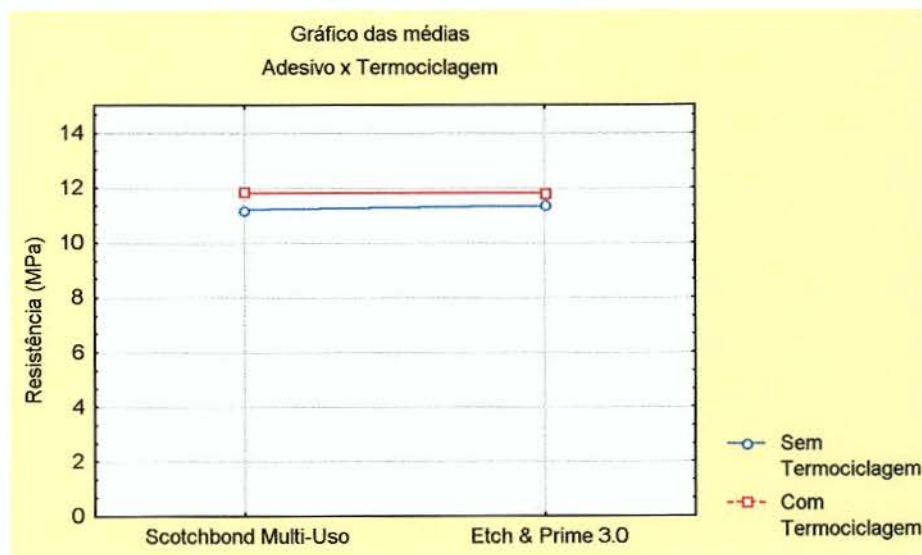


FIGURA 9 - Médias referentes ao fator interação: adesivo x termociclagem.

Na Figura 10 podemos observar que os dados têm praticamente uma distribuição de valores com o mesmo desempenho, sendo a faixa inter-quartil semelhante para os dois materiais e, na Figura 11, observa-se a semelhança entre as médias.

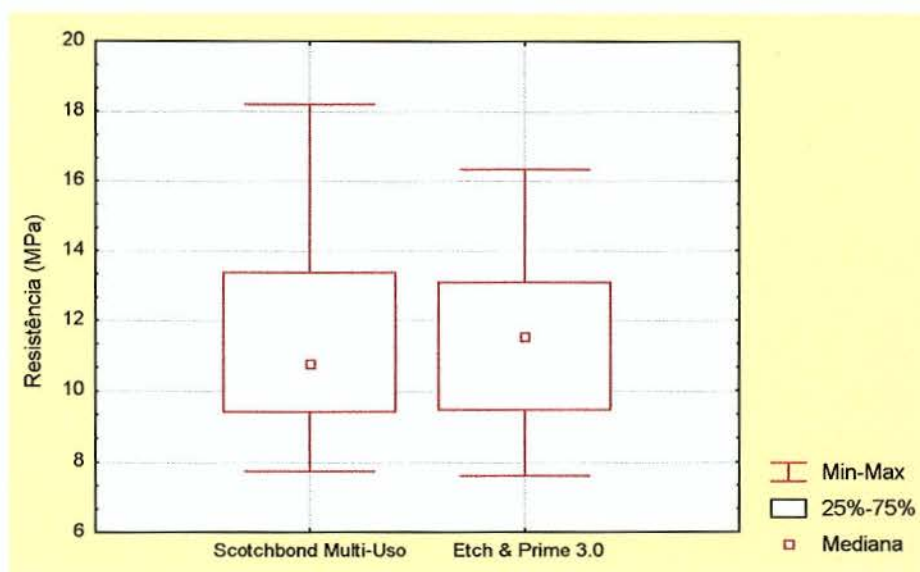


FIGURA 10 - Representação gráfica do tipo Box-and-Wisker Plot para o fator interação: adesivo

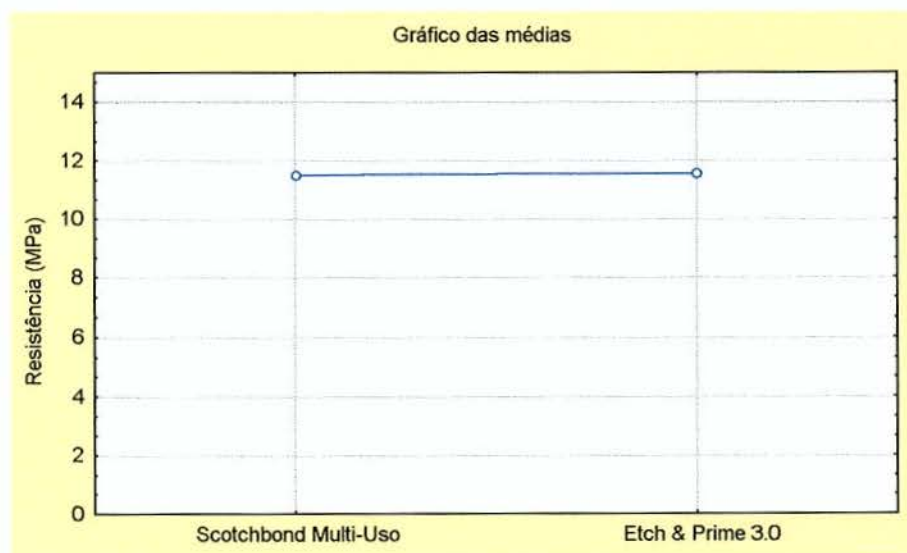


FIGURA 11 - Médias referentes ao fator adesivo.

A Figura 12 representa a distribuição de valores de resistência adesiva considerando a utilização ou não da termociclagem, e a Figura 13, o gráfico que mostra o comportamento das médias obtidas quanto ao fator termociclagem, evidenciando uma proximidade entre estas.

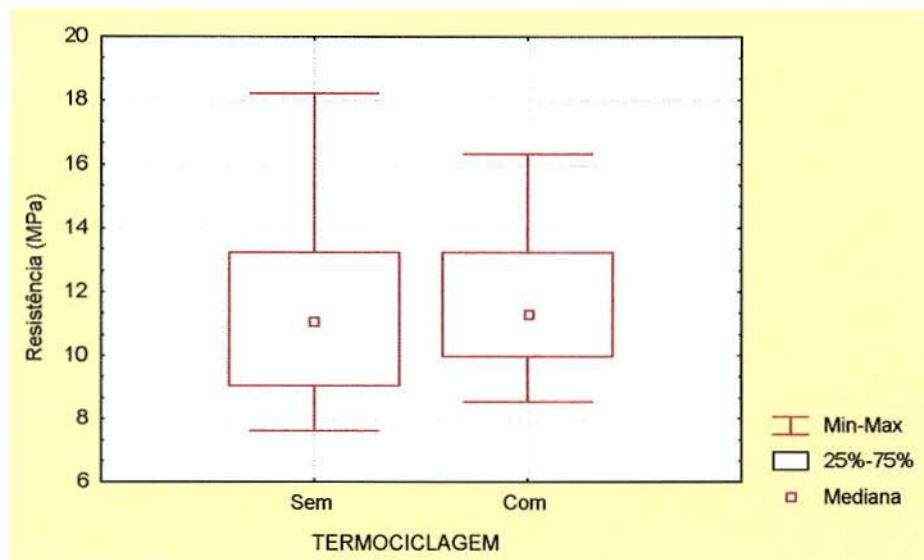


FIGURA 12 - Representação gráfica do tipo Box-and-Wisker Plot para o fator interação: termociclagem.

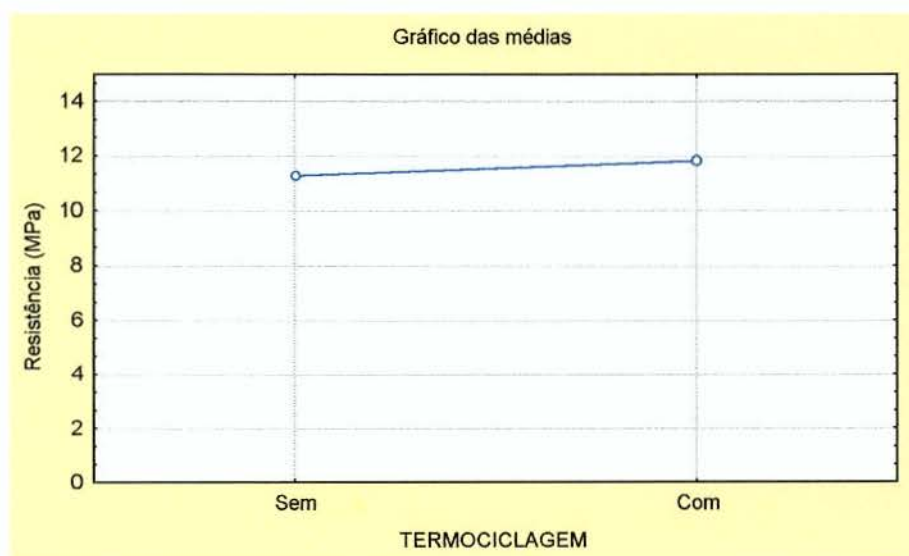


FIGURA 13 - Médias referentes ao fator termociclagem.

O resultado do teste da ANOVA está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2- Resultado da ANOVA para os dados obtidos no teste de cisalhamento

Efeito	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Razão F	p-valor
Adesivo	1	0,04	0,04	0,01	0,939
Termociclagem	1	3,61	3,61	0,52	0,475
Adesivo x Termociclagem	1	0,09	0,09	0,01	0,909
Resíduo	44	305,16	6,94		
Total	47	308,90			

Verificamos, portanto, a não possibilidade de rejeitarmos a hipótese de igualdade em relação às três hipóteses anteriormente formuladas: ( $H_{01}$ ) tipo de sistema adesivo; ( $H_{02}$ ) utilização ou não da termociclagem; ( $H_{03}$ ) interação entre o sistema adesivo e a termociclagem, porque o valor de prova obtido (p) é superior ao valor convencional adotado de 5%.

### 5.1 Resultados da análise de fratura

Após os ensaios de cisalhamento, os corpos-de-prova foram analisados em lupa estereoscópica (Karl Zeiss) quanto ao tipo de

fratura ocorrido na região da ruptura entre a dentina e os materiais testados. As fraturas receberam a seguinte classificação:

- a) A - fratura adesiva;
- b) CD - fratura coesiva em dentina;
- c) CR - fratura coesiva em resina;
- d) M - fratura mista.

Os resultados da avaliação dos tipos de fratura encontrados estão listados na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos resultados apurados de acordo com a condição experimental

MATERIAL			
Scotchbond Multi-Use Plus		Etch & Prime 3.0	
TERMOCICLAGEM			
Sem	Com	Sem	Com
A	A	M	M
A	A	M	A
A	A	A	M
A	M	M	A
A	A	M	M
A	A	A	A
A	A	M	M
A	A	M	M
A	A	A	CD
M	A	M	A
A	A	A	M
A	A	A	A

A seguir, apresentaremos as Figuras de 14 a 16, ilustrando os tipos de fraturas encontrados nos espécimes avaliados.

Na Figura 14, verificamos um exemplo de fratura adesiva, observando-se a impregnação do corante apenas na dentina circundante, permanecendo o adesivo recobrindo a superfície da área delimitada para o teste de cisalhamento.

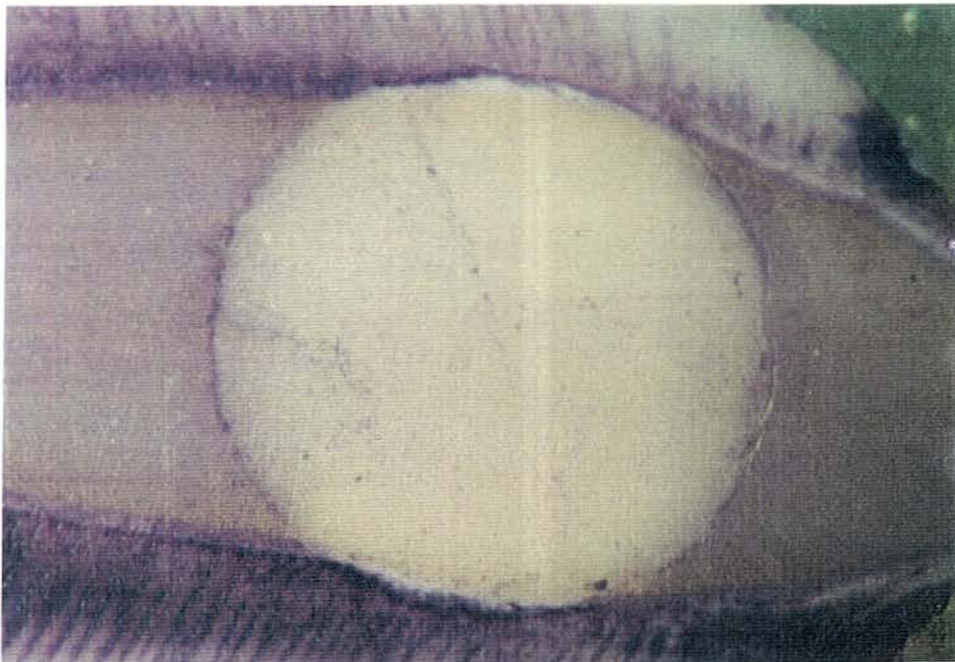


FIGURA 14- Figura representativa de fratura adesiva.

Na Figura 15, observamos que o corante impregnou uma grande extensão da área de teste, evidenciando a presença de fratura coesiva em dentina.

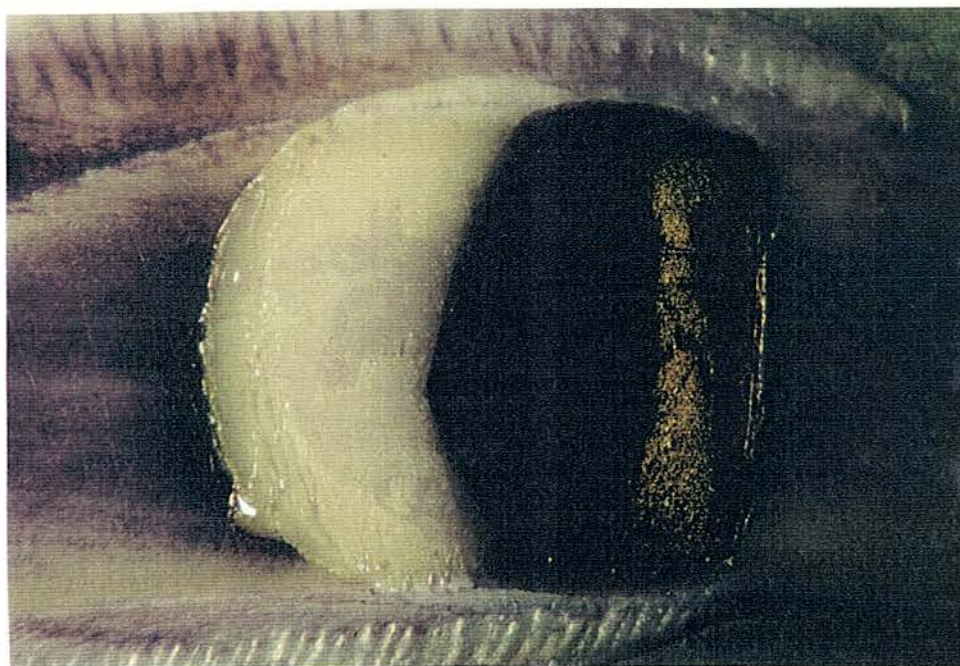


FIGURA 15- Figura representativa de fratura coesiva em dentina.

Na Figura 16, observamos um exemplo de fratura mista, com impregnação do corante em algumas áreas da superfície de teste e evidência de porções de adesivo em outras áreas.

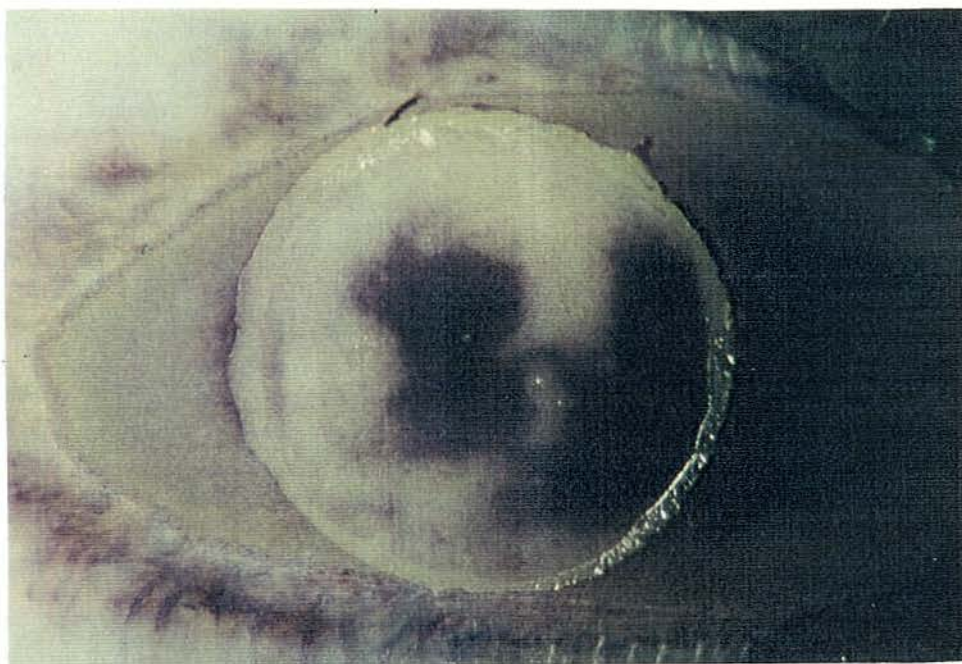


FIGURA 16- Figura representativa de fratura mista.

## 6 DISCUSSÃO

Desde o estudo de Buonocore<sup>6</sup>, 1955, pioneiro da adesão à estrutura dental, a efetividade da adesão vem sendo melhorada, graças ao crescente conhecimento sobre a estrutura dentária (esmalte e dentina) e à química dos sistemas adesivos.

O desenvolvimento e aprimoramento dos sistemas adesivos resultou em uma grande quantidade de produtos disponíveis comercialmente e, constantemente, versões novas e melhoradas são lançadas no mercado (Oilo & Austrheim<sup>49</sup>, 1993; Hasegawa et al.<sup>36</sup>, 1995).

Embora os estudos *in vivo* sejam decisivos para se estabelecer a eficácia e confiabilidade dos sistemas adesivos, estes consomem um maior período de tempo e custo, acarretando em uma defasagem entre a pesquisa atual e os materiais desenvolvidos. Portanto, as simulações laboratoriais de resistência adesiva e de microinfiltração marginal são de grande importância para se testar e qualificar materiais, pois estas são capazes de fornecer previsões do desempenho potencial dos agentes adesivos, para depois serem avaliados clinicamente (Barkmeier & Cooley<sup>2</sup>, 1992; Oilo<sup>48</sup>, 1993; Oilo & Austrheim<sup>49</sup>, 1993; Yu et al.<sup>96</sup>, 1993; Chain et al.<sup>11</sup>, 1994; Van Meerbeek et al.<sup>82</sup>, 1994; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995; Ferrari et al.<sup>25</sup>, 1996; Miyazaki et al.<sup>42</sup>, 1998).

Contudo, autores como Retief et al.<sup>63</sup>, 1986, Diaz-Arnold et al.<sup>19</sup>, 1990, Oilo<sup>48</sup>, 1993 e Al Salehi & Burke<sup>1</sup>, 1997 apontam para a necessidade da padronização e cuidados com as variáveis, tais como o substrato, tempo pós-extração, condições de estocagem, profundidade da

dentina e métodos de teste, para que se possa obter resultados mais confiáveis e possibilitar a comparação fiel entre os diferentes estudos.

Valendo-se destas afirmações, em nosso estudo de resistência adesiva, optamos por padronizar as variáveis, justificando nossa metodologia através da citação de diversos artigos presentes na literatura.

O substrato de eleição para o presente estudo foi a dentina, devido à dificuldade em se obter uma efetiva e duradoura união. A adesão dos materiais restauradores ao esmalte se tornou um processo rotineiro e efetivo na Odontologia moderna, porém, a adesão à dentina representa, ainda, um desafio devido à sua complexidade estrutural (Yu et al.<sup>96</sup>, 1993; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995; Leiskar et al.<sup>39</sup>, 1998).

A dentina, diferentemente do esmalte, é um tecido vivo, que contém maior proporção de água e material orgânico. Além disso, ela é conectada ao tecido pulpar através de túbulos dentinários, que se estendem desde a polpa até a junção amelodentinária, determinando diferentes proporções de dentina peritubular e intertubular (Garberoglio & Brännström<sup>29</sup>, 1976; Tao & Pashley<sup>75</sup>, 1989; Oilo & Olsson<sup>50</sup>, 1990; Nakabayashi et al.<sup>45</sup>, 1991; Pashley et al.<sup>52</sup>, 1992; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995; Watanabe et al.<sup>90</sup>, 1996; Chan et al.<sup>12</sup>, 1997).

Utilizamos a dentina bovina, devido à maior facilidade de obtenção e padronização e porque, autores como Nakamichi et al.<sup>46</sup>, 1983, Saunders<sup>67</sup>, 1988, Tagami et al.<sup>73</sup>, 1990, Fowler et al.<sup>26</sup>, 1992 e Silva et al.<sup>69</sup>, 1996, afirmaram que esta pode ser considerada substituta da dentina humana em testes de adesão.

As vantagens relatadas por Patierno et al.<sup>57</sup>, 1996, da utilização de dentes bovinos são: o melhor controle das condições de estocagem e a facilidade de obtenção de dentes frescos, de animais com a mesma faixa etária, livres de cáries e doenças periodontais, que

poderiam levar à alterações morfológicas, influenciando assim os resultados.

No entanto, Retief et al.<sup>64</sup>, 1990, constataram que a dentina bovina apresenta menores valores de resistência adesiva quando comparada à dentina humana, não se constituindo esta, portanto, em uma substituta adequada. Nota-se, entretanto, que a quantidade de autores favoráveis à utilização da dentina bovina é expressivamente maior que a dos contrários.

O meio e a forma de estocagem dos espécimes são fatores que merecem grande consideração nos estudos de adesão. Existe uma variedade de trabalhos que utilizaram diferentes soluções para estocagem, como álcool a 70% (Retief et al.<sup>63</sup>, 1986), água (Fasbinder et al.<sup>23</sup>, 1989), azida sódica a 0,2% em solução salina (Tao & Pashley<sup>75</sup>, 1989) e cloramina a 0,5% (Gordan et al.<sup>32</sup>, 1997). Nossa opção foi pelo congelamento em água destilada a -18°C, que também foi utilizado por McCabe & Rusby<sup>40</sup>, 1992, Perinka et al.<sup>60</sup>, 1992, Watanabe & Nakabayashi<sup>88</sup>, 1993, Burrow et al.<sup>7</sup>, 1994 e Gonçalves<sup>31</sup>, 1997. O período máximo de armazenamento foi de quatro semanas, conforme sugerido por Tonami et al.<sup>76</sup>, 1996. Estes autores demonstraram que a manutenção em baixas temperaturas mantém a integridade da dentina bovina utilizada em testes de adesão.

A resistência de união de sistemas adesivos é fortemente influenciada pela localização e profundidade da dentina. Os padrões de densidade, orientação e diâmetro dos túbulos variam conforme a profundidade, evidenciando diferentes quantidades de dentina peritubular e intertubular. A dentina superficial contém 96% de dentina intertubular, que possui uma delicada trama colágena, fundamental para a formação da camada híbrida. Já na dentina profunda, que possui maior número de túbulos, a dentina peritubular ocupa 66% da área e a dentina intertubular,

apenas 12% (Garberoglio & Brännström<sup>29</sup>, 1976; Van Meerbeek et al.<sup>80</sup>, 1992).

Os resultados dos estudos são unânimes quando demonstram que a resistência de união de sistemas adesivos é maior na dentina superficial quando comparada à dentina profunda (Oilo & Olsson<sup>50</sup>, 1990; Tagami et al.<sup>73</sup>, 1990; McCabe & Rusby<sup>40</sup>, 1992; Pashley et al.<sup>56</sup>, 1993). Isto comprova que a penetração da resina adesiva no interior dos túbulos dentinários não é pré-requisito para a adesão efetiva e que, mais importante, é a penetração do adesivo na rede de colágeno exposta pela desmineralização da dentina (McCabe & Rusby<sup>40</sup>, 1992; Mello et al.<sup>41</sup>, 1992).

Portanto, padronizamos a espessura de dentina remanescente em 2mm ( $\pm 0.1$ ) que, de acordo com Nakamichi et al.<sup>46</sup>, 1983, representa a dentina superficial.

Quanto à influência da localização da dentina na resistência adesiva, Oilo<sup>48</sup>, 1993, cita que a superfície vestibular apresenta maior uniformidade e possibilita melhores condições para os testes de união adesiva. Então, assim como Tagami et al.<sup>73</sup>, 1990, Perinka et al.<sup>60</sup>, 1992, Burrow et al.<sup>7</sup>, 1994, Gonçalves<sup>30</sup>, 1994, Barkmeier et al.<sup>3</sup>, 1995 e Gonçalves<sup>31</sup>, 1997, escolhemos a superfície vestibular da dentina como substrato para nosso estudo.

O tipo de teste empregado foi o de cisalhamento, pois de acordo com Fowler et al.<sup>26</sup>, 1992, esta é a modalidade de teste mecânico que apresenta melhor desempenho em estudos de resistência de união entre materiais adesivos e o substrato dental. Oilo & Austrheim<sup>49</sup>, 1993, compararam os testes de tração e cisalhamento e concluíram que ambos são adequados para serem empregados em estudos laboratoriais.

Optamos por este tipo de teste por possibilitar a comparação com diversos trabalhos de autores como Chan et al.<sup>13</sup>, 1985,

Carracho et al.<sup>10</sup>, 1991, Eick et al.<sup>20</sup>, 1991, Kanca III<sup>38</sup>, 1992, Davidson et al.<sup>17</sup>, 1993, Eick et al.<sup>22</sup>, 1993, Chappell & Eick<sup>14</sup>, 1994, Gonçalves<sup>30</sup>, 1994, Barkmeier et al.<sup>3</sup>, 1995, Gwinnett et al.<sup>34</sup>, 1996, Chan et al.<sup>12</sup>, 1997, Gonçalves<sup>31</sup>, 1997, Gordan et al.<sup>32</sup>, 1997, Vargas et al.<sup>85</sup>, 1997, Xirouchaki et al.<sup>92</sup>, 1997, Yamada et al.<sup>93</sup>, 1997, Leiskar et al.<sup>39</sup>, 1998, Miyazaki et al.<sup>42</sup>, 1998, Prati et al.<sup>62</sup>, 1998 e Wilder et al.<sup>91</sup>, 1998.

No entanto, Van Noort et al.<sup>84</sup>, 1989 afirmaram que o tamanho e a geometria dos espécimes, além da aplicação da carga, podem levar à distribuição não uniforme da força, gerando diferentes valores de resistência adesiva. Sabemos que existe uma tendência atual em se utilizar o teste de microtração, pois de acordo com Pashley et al.<sup>55</sup>, 1995, este possibilita uma melhor distribuição dos esforços ao longo da interface adesiva, tendo sido empregado por autores como Yoshiyama et al.<sup>94</sup>, 1996, Cardoso et al.<sup>8</sup>, 1998, Schreiner et al.<sup>68</sup>, 1998 e Phrukkanon et al.<sup>61</sup>, 1999. Contudo, a quantidade de estudos disponíveis na literatura é menor e a tecnologia necessária, mais complexa.

Para podermos posicionar os dentes na máquina de ensaio mecânico, foi necessário embutirmos os espécimes em resina acrílica, o que, segundo Takemori et al.<sup>74</sup>, 1993, não afeta o resultado do teste.

Com relação aos sistemas adesivos utilizados neste trabalho, Scotchbond Multi-Use Plus e Etch & Prime 3.0, estes empregam diferentes tratamentos da *smear layer*, sendo que o primeiro recomenda sua total remoção pelo condicionamento ácido, e o segundo, sua dissolução e incorporação no processo adesivo. Contudo, o mecanismo de adesão de ambos se baseia na formação da camada híbrida, ou seja, na penetração de monômeros resinosos no interior do substrato dentinário preparado, também denominada zona de interdifusão dentina/resina (Nakabayashi et al.<sup>44</sup>, 1982; Nakabayashi et al.<sup>45</sup>, 1991;

Van Meerbeek et al.<sup>81</sup>, 1993; Watanabe et al.<sup>89</sup>, 1994; Nakabayashi & Saimi<sup>43</sup>, 1996).

O Scotchbond Multi-Use Plus é um sistema adesivo que possui referências numerosas na literatura, tendo alcançado resultados promissores em diversos estudos. A remoção da *smear layer* se dá pela utilização do ácido fosfórico a 37%, seguido da aplicação do *primer* e do adesivo, para que haja a formação da camada híbrida (Eick et al.<sup>22</sup>, 1993; Oilo & Austrheim<sup>49</sup>, 1993; Chappell & Eick<sup>14</sup>, 1994; Gonçalves<sup>30</sup>, 1994; Van Meerbeek et al.<sup>82</sup>, 1994; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995; Chan et al.<sup>12</sup>, 1997; Gonçalves<sup>31</sup>, 1997 e Leiskar et al.<sup>39</sup>, 1998).

A técnica do condicionamento do esmalte e da dentina (condicionamento ácido total), foi inicialmente recomendada por Fusayama et al.<sup>27</sup>, 1979 e, atualmente, a maioria dos sistemas adesivos utilizam ácidos para a remoção da *smear layer*, pois esta exhibe baixos valores de resistência coesiva, prejudicando a adesão (Pashley et al.<sup>52</sup>, 1992; Yu et al.<sup>96</sup>, 1993; Van Meerbeek et al.<sup>82</sup>, 1994; Pashley & Carvalho<sup>51</sup>, 1997).

Contudo, estudos relatam as desvantagens da utilização de ácidos, como o aumento da permeabilidade da dentina, decorrente da remoção da *smear layer*; o potencial para denaturação do colágeno superficial e a possibilidade de formação de uma zona porosa na base da camada híbrida, resultante da incompleta infiltração de monômeros resinosos na total profundidade de desmineralização da dentina. Assim, o colágeno fica desprotegido e sujeito à hidrólise com o decorrer do tempo (Tao & Pashley<sup>75</sup>, 1989; Pashley et al.<sup>52</sup>, 1992; Van Meerbeek et al.<sup>81</sup>, 1993; Watanabe & Nakabayashi<sup>88</sup>, 1993; Sano et al.<sup>65</sup>, 1994; Watanabe et al.<sup>89</sup>, 1994; Sano et al.<sup>66</sup>, 1995; Swift Junior et al.<sup>72</sup>, 1995; Nakabayashi & Saimi<sup>43</sup>, 1996; Tay et al.<sup>77</sup>, 1996; Chan et al.<sup>12</sup>, 1997; Paul & Pashley<sup>58</sup>, 1998; Phrukkanon et al.<sup>61</sup>, 1999). Esta região porosa pode ainda levar à

microinfiltração, mesmo na ausência de fendas marginais, sendo este tipo especial de infiltração denominada nanoinfiltração (Sano et al.<sup>66</sup>, 1995).

Os sistemas adesivos que contém *primers* autocondicionantes, chamados *self-etching*, combinam o agente condicionador e o *primer* em uma única solução e foram desenvolvidos com o objetivo de simplificar o procedimento adesivo (Hasegawa et al.<sup>35</sup>, 1989; Inagaki et al.<sup>37</sup>, 1989; Chigira et al.<sup>16</sup>, 1994; Barkmeier et al.<sup>3</sup>, 1995; Ferrari et al.<sup>25</sup>, 1996; Gordan et al.<sup>32</sup>, 1997).

Nestes sistemas, o *primer* ácido é aplicado diretamente sobre a superfície da dentina, dissolvendo a *smear layer* e, simultaneamente, impregnando-a com monômeros. A grande vantagem deste tipo de tratamento é a continuidade entre a dentina inalterada e a resina adesiva, ou seja, não há discrepância entre a profundidade da desmineralização e a penetração de monômero, porque os dois processos ocorrem concomitantemente (Watanabe & Nakabayashi<sup>88</sup>, 1993; Watanabe et al.<sup>89</sup>, 1994; Nakabayashi & Saimi<sup>43</sup>, 1996).

Além disso, com o uso de sistemas adesivos *self-etching*, há a eliminação dos passos de condicionamento, lavagem e secagem, que são críticos e de padronização difícil devido à instabilidade da matriz dentinária. Portanto, há a prevenção do colapso das fibras colágenas, pois os problemas de umidade superficial são suprimidos (Pashley & Carvalho<sup>51</sup>, 1997; Prati et al.<sup>62</sup>, 1998; Phrukkanon et al.<sup>61</sup>, 1999).

Autores como Kanca III<sup>38</sup>, 1992; Pashley et al.<sup>54</sup>, 1993; Gwinnett et al.<sup>34</sup>, 1996 e Tay et al.<sup>77</sup>, 1996 citam a importância da umidade da dentina, em sistemas adesivos que usam o ataque ácido, para a manutenção da integridade estrutural das fibras colágenas, facilitando a penetração dos monômeros. Todavia, Tay et al.<sup>76</sup>, em 1996, afirmam que o excesso de umidade ocasiona uma deterioração na união adesiva ao longo da camada híbrida, evidenciando com isso, a questão crítica da umidade na resistência adesiva.

Embora os sistemas adesivos com *primers* autocondicionantes apresentem vantagens sobre os sistemas adesivos convencionais, concordamos com Ferrari et al.<sup>25</sup>, 1996, Gordan et al.<sup>32</sup>, 1997 e Yoshiyama et al.<sup>95</sup>, 1998, sobre a necessidade de mais estudos para a comprovação da eficácia e longevidade destes sistemas.

O Etch & Prime 3.0 é um sistema adesivo com *primer* autocondicionante recentemente lançado no mercado e, dessa forma, apresenta poucas referências na literatura pertinente. Propusemo-nos, portanto, comparar os valores de resistência adesiva ao cisalhamento deste sistema adesivo com o Scotchbond Multi-Usó Plus.

Ao analisarmos os valores médios de resistência adesiva de ambos os materiais testados, ou seja, um sistema adesivo convencional (Scotchbond Multi-Usó Plus) e um *self-etching* (Etch & Prime 3.0), observamos que não houve diferença estatisticamente significativa entre os mesmos, conforme pode-se observar pela análise das Figuras 9 e 10.

Este resultado está de acordo com os obtidos por Chigira et al.<sup>16</sup>, 1994, Gordan et al.<sup>32</sup>, 1997 e Cardoso et al.<sup>8</sup>, 1998. No entanto, Yamada et al.<sup>93</sup>, 1997 e Prati et al.<sup>62</sup>, 1998 encontraram maiores valores de resistência adesiva para os sistemas adesivos com *primer* autocondicionante quando comparado aos convencionais.

Embora tenhamos poucas referências literárias específicas do sistema adesivo Etch & Prime 3.0, comparamos os resultados com os de outros trabalhos, cujos sistemas adesivos empregam o mesmo mecanismo de ação, ou seja, também utilizam *primers* autocondicionantes.

Autores como Barkmeier et al.<sup>3</sup>, 1995, Prati et al.<sup>62</sup>, 1998 e Yoshiyama et al.<sup>95</sup>, 1998 citam que os sistemas adesivos *self-etching* exibem altos valores de resistência adesiva, apesar de apresentarem pequena espessura de camada híbrida. Isto significa que a resistência

adesiva não possui correlação com a espessura da camada híbrida, e sim, com a penetração uniforme da resina no substrato dentinário (Pashley & Carvalho<sup>51</sup>, 1997).

Estudos de Ferrari & Davidson<sup>24</sup>, 1996, Ferrari et al.<sup>25</sup>, 1996 e Cardoso et al.<sup>9</sup>, 1998 mostram a formação da camada híbrida e a presença de ramificações laterais, tanto para os sistemas adesivos convencionais como para os *self-etching*, embora a espessura da camada híbrida tenha sido menor para os sistemas adesivos com *primers* autocondicionantes, que também apresentaram ramificações laterais mais escassas. Chappell et al.<sup>15</sup>, 1994, afirmaram que a formação de uma rede de *tags* de resina adesiva interconectados é fundamental para o desenvolvimento de uma união eficaz entre a dentina e a resina.

Ao compararmos a média dos valores obtidos com o Scotchbond Multi-Use Plus (11.98 MPa) com estudos anteriores, observamos que estes foram inferiores aos obtidos por Chan et al.<sup>12</sup>, 1997 (22,3 MPa), que também utilizaram dentes bovinos, com a diferença de que estes autores aplicaram duas camadas do *primer*, o que, segundo eles, leva a um aumento significativo da resistência adesiva. Todavia, comparando com os estudos de Gonçalves<sup>31</sup>, 1997 e Sinhoreti et al.<sup>70</sup>, 1997, nossos valores foram superiores, sendo que os valores médios de resistência adesiva encontrados por estes autores foram de 7,24 MPa e 6,06 MPa, respectivamente, e que este último empregou dentes humanos.

A outra variável que avaliamos foi o emprego ou não da ciclagem térmica.

A termociclagem é um método utilizado para simular os efeitos clínicos da mudança de temperatura no ambiente oral a longo prazo (Davidson et al.<sup>17</sup>, 1993; Miyazaki et al.<sup>42</sup>, 1998) que, segundo Carracho et al.<sup>10</sup>, 1991, constitui-se em um importante parâmetro para se determinar a estabilidade dos sistemas adesivos.

Encontram-se na literatura diversos trabalhos, como os de Nakabayashi et al.<sup>44</sup>, 1982, Saunders<sup>67</sup>, 1988, Fasbinder et al.<sup>23</sup>, 1989, Triolo Junior & Swift Junior<sup>79</sup>, 1992, Wakabayashi et al.<sup>67</sup>, 1994, Gordan et al.<sup>32</sup>, 1997 e Vargas et al.<sup>65</sup>, 1997, que utilizaram em sua metodologia a termociclagem como forma adicional de estresse sobre o material adesivo, visando simular seu desempenho clínico e envelhecimento.

Com o objetivo de avaliar o efeito do emprego da ciclagem térmica na resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos, incorporamos esta variável neste experimento. O regime de termociclagem utilizado consistiu-se em quinhentos ciclos entre 5°C e 55°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) porque, de acordo com Al-Salehi & Burke<sup>1</sup>, 1997 e Gale & Darvell<sup>28</sup>, 1999, a maioria dos estudos por eles revisados utilizou este regime e porque este é o regime preconizado pela ISO\*.

Gale & Darvell<sup>28</sup>, 1999, recomendam um regime que consiste de temperaturas entre 15°C e 45°C, com temperatura intermediária de 35°C, pois estes autores consideram que tais valores são os que mais se aproximam da realidade clínica, ou seja, temperaturas extremas suportáveis. No entanto, adotamos o regime anteriormente exposto por acreditarmos que os materiais testados *in vitro* devam estar sujeitos a situações limítrofes para garantir previamente o seu desempenho clínico.

O efeito da termociclagem na resistência de união de sistemas adesivos é motivo de controvérsias, pois diversos autores encontraram resultados discordantes em seus trabalhos.

Oilo & Olsson<sup>50</sup>, 1990, Carracho et al.<sup>10</sup>, 1991 e Davidson et al.<sup>17</sup>, 1993, citam que a termociclagem afeta negativamente a resistência dos sistemas adesivos que deixam a *smear layer* intacta.

---

\* ISO TR 11405, 1994 - Dental Materials – Guidance on testing of adhesion to tooth structure.

Paul & Schärer<sup>59</sup>, 1993, observaram que a resistência de vários sistemas adesivos, inclusive do Scotchbond Multi-Uso, é diminuída quando sujeitos à termociclagem e pressão intrapulpar.

Oilo & Austrheim<sup>49</sup>, 1993, observaram um aumento na resistência adesiva do Scotchbond Multi-Uso após a termociclagem e Miyasaki et al.<sup>42</sup>, 1998 observaram uma diminuição da resistência de união de sistemas adesivos convencionais após trinta mil ciclos, porém, com os adesivos *self-etching*, não foi observada diferença estatisticamente significativa.

No presente estudo, a utilização da termociclagem não apresentou diferença estatisticamente significativa comparando-a com os grupos que não receberam ciclagem térmica, para ambos os materiais testados, sendo a média de valores obtidos para os quatro grupos semelhante, conforme observa-se na Tabela 1 e nas Figuras 11 e 12.

Este resultado está de acordo com os obtidos por Chan et al.<sup>13</sup>, 1985 e Xirouchaki et al.<sup>92</sup>, 1997, que também não encontraram diferença significativa antes e após a termociclagem em seus trabalhos.

Portanto, concordamos com Al-Salehi & Burke<sup>1</sup>, 1997, quando afirmam que não há evidências para se sugerir que a termociclagem exerça um efeito significativo sobre a resistência de união de sistemas adesivos ao substrato dentinário.

Após o rompimento da união entre a dentina bovina e a resina, o modo de fratura foi avaliado em lupa estereoscópica.

Para o sistema adesivo Scotchbond Multi-Uso Plus, houve predominância de fraturas adesivas, tanto antes como após a termociclagem, o que diferiu de trabalhos como o de Chappell & Eick<sup>14</sup>, 1994, que obtiveram predominância de falhas coesivas em dentina ou resina quando utilizaram o Scotchbond Multi-Uso, e o de Leiskar et al.<sup>39</sup>, 1998, no qual a maioria dos espécimes apresentaram fratura do tipo mista. Ressaltamos, contudo, que o método de avaliação utilizado por

estes autores (microscopia eletrônica de varredura), é mais preciso que a estereomicroscopia, podendo ser a causa da discordância.

Para o Etch & Prime 3.0, contabilizando ambos os grupos (com e sem ciclagem térmica), observamos que houve predominância de falhas mistas (13 corpos-de-prova), seguida pelas fraturas adesivas (dez corpos-de-prova). Apenas um corpo-de-prova, integrante do grupo que foi submetido à termociclagem, apresentou fratura coesiva da dentina, com o valor de resistência adesiva de 16,34 MPa.

De acordo com Pashley et al.<sup>56</sup>, 1995, a ocorrência de fraturas coesivas em dentina não significa um padrão ótimo de adesão à dentina, mas sim, segundo Versluis et al.<sup>86</sup>, 1997, deve-se à biomecânica do teste empregado. Os estudos de Gwinnett<sup>33</sup>, 1994, Watanabe et al.<sup>90</sup>, 1996 e Demarco et al.<sup>18</sup>, 1997, verificaram que a resistência coesiva da dentina apresentou valores médios de 36,18 MPa, 38,2-100,3 MPa e 33,95 Mpa, respectivamente, ultrapassando, portanto, os valores de resistência de união de sistemas adesivos ao substrato dentinário.

Isto pode ser confirmado, observando-se a presença de falhas coesivas em dentina no presente experimento, com valor de resistência ao cisalhamento de 16,34 MPa, e nos trabalhos de Perinka et al.<sup>60</sup>, 1992 e de Burrow et al.<sup>7</sup>, 1994, cujos espécimes apresentaram fraturas coesivas em dentina com valores de resistência adesiva de 9,2 MPa e acima de 10 MPa, respectivamente.

Acreditamos que a comparação entre estudos distintos deva ser realizada com cautela, observando-se as diferenças de metodologia relacionadas às técnicas ou ao substrato utilizado. Ressaltamos, portanto, a necessidade e a importância da padronização dos parâmetros que podem afetar os estudos laboratoriais.

Por fim, sugerimos que mais estudos devam ser efetuados para que se eliminem as dúvidas e se fundamentem

conclusões acerca da necessidade de utilização da termociclagem em estudos de resistência de sistemas adesivos à dentina.

## **7 CONCLUSÕES**

Com base nas condições experimentais em que o presente estudo foi realizado, no método de avaliação empregado e em conformidade com a proposição do nosso trabalho, podemos concluir que:

- a) os sistemas adesivos avaliados, Scotchbond Multi-Use Plus e Etch & Prime 3.0, não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação às médias de resistência adesiva ao cisalhamento;
- b) a utilização da ciclagem térmica não influenciou significativamente a resistência adesiva dos dois sistemas testados;
- c) o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus apresentou uma predominância de fraturas adesivas;
- d) o sistema adesivo Etch & Prime 3.0 apresentou maior quantidade de fraturas mistas, seguidas pelas fraturas adesivas.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

- 01 AL-SALEHI, S.K., BURKE, F.J.T. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintessence Int.*, v.28, n.11, p.717-23, 1997.
- 02 BARKMEIER, W.W., COOLEY, R.L. Laboratory evaluation of adhesive systems. *Oper. Dent.*, suppl.5, p.50-61, 1992.
- 03 BARKMEIER, W.W., LOS, S.A., TRIOLO JUNIOR, P T. Bond strengths and SEM evaluation of Clearfil Liner Bond 2. *Am. J. Dent.*, v.8, n.6, p.289-93, Dec. 1995.
- 04 BOUILLAGUET, S. et al. Influence of dentin thickness and region on tensile bond strength. *J. Dent. Res.*, v.73, p.296, 1994. (Abstract 1552).
- 05 BOWEN, R.L., COBB, E.N., RAPSON, J.E. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues: improvement in bond strenght to dentin. *J. Dent. Res.*, v.61, n.9, p.1070-6, Sept. 1982.

---

\*Baseado em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro, *Referências Bibliográficas NBR 6023*. Rio de Janeiro, 1989. 19p.

- 06 BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, v.37, n.6, p.849-53, Dec. 1955.
- 07 BURROW, M.F. et al. Early tensile bond strengths of several enamel and dentin bonding systems. *J. Dent. Res.*, v.73, n.2, p.522-8, Feb. 1994.
- 08 CARDOSO, P.E.C., BRAGA, R.R., CARRILHO, M.R.O. Resistência à micro-tração de três sistemas adesivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 15, Águas de São Pedro, 1998. *Anais...* São Paulo: SBPqO, 1998. p.113. (Resumo B055).
- 09 CARDOSO, P.E.C. et al. Estudo in vivo da micro-morfologia de um novo adesivo self-etch-primer. Análise em M.E.V. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 15, Águas de São Pedro, 1998. *Anais...* São Paulo: SBPqO, 1998. p.109. (Resumo B043).
- 10 CARRACHO, A.J.L. et al. The effect of storage and thermocycling on the shear bond strength of three dentinal adhesives. *Quintessence Int.*, v.22, n.9, p.745-52, 1991.
- 11 CHAIN, M.C., ARAÚJO, R.M., TEIXEIRA, L.C. Adesivos dentinários: uma nova era na odontologia. *Rev. Gaúcha Odontol.*, v.42, n.3, p.134-8, maio/jun. 1994.
- 12 CHAN, A.R. et al. A short- and long-term shear bond strength study using acids of varying dilutions on bovine dentine. *J. Dent.*, v.25, n.2, p.145-52, 1997.

- 13 CHAN, D.C.N., REINHAROT, J.W., BOYER, D.B. Composite resin compatibility and bond longevity of a dentin bonding agent. *J. Dent. Res.*, v.64, n.12, p.1402-4, 1985.
- 14 CHAPPELL, R.P., EICK, J.D. Shear bond strength and scanning electron microscopic observation of six current dentinal adhesives. *Quintessence Int.*, v.25, n.5, p.359-68, 1994.
- 15 CHAPPELL, R.P. et al. Dentinal tubule anastomosis: a potential factor in adhesive bonding? *J. Prosthet. Dent.*, v.72, n.2, p.183-8, Aug. 1994.
- 16 CHIGIRA, H. et al. Self-etching dentin primers containing Phenyl-P. *J. Dent. Res.*, v.73, n.5, p.1088-95, 1994.
- 17 DAVIDSON, C.L., ABDALLA, A.I., DE GEE, A.J. An investigation into the quality of dentine bonding systems fo accomplishing a durable bond. *J. Oral. Rehabil.*, v.20, n.3, p.291-300, May 1993.
- 18 DEMARCO, F.F., TURBINO, M.L., MATSON, E. Cohesive strength of dentin. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, v.11, n.3, p.189-94, jul./set. 1997.
- 19 DIAZ-ARNOLD, A.M., WILLIAMS V.D., AQUILINO, S.A. A review of dentinal bonding in vitro: the substrate. *Oper. Dent.*, v.15, n.2, p.71-5, 1990.
- 20 EICK, L.D. et al. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part I. *Quintessence Int.*, v.22, n.12, p.967-77, Dec. 1991.

- 21 EICK, J. D., et al. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part II. *Quintessence Int.*, v. 23, n.1, p.43-51, Jan. 1992.
- 22 EICK, J.D. et al. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part III. *Quintessence Int.*, v. 24, n.8, p.571-82, Aug. 1993.
- 23 FASBINDER, D.J., et al. Tensile bond strength of dental adhesives to dentin and enamel. *Dent. Mater.*, v.5, p.272-6, July 1989.
- 24 FERRARI, M., DAVIDSON, C.L. In vivo resin-dentin interdiffusion and tag formation with lateral branches of two adhesive systems. *J. Prosthet. Dent.*, v.76, n.3, p.250-3, Sept. 1996.
- 25 FERRARI, M. et al. Dentin infiltration by three adhesive systems in clinical and laboratory conditions. *Am. J. Dent.*, v.9, n.6, p.240-4, Dec. 1996.
- 26 FOWLER, C.S. et al. Influence of selected variables on adhesion testing. *Dent. Mater.*, v.8, p.265-9, July 1992.
- 27 FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J. Dent. Res.*, v.58, n.4, p.1364-70, Apr. 1979.
- 28 GALE, M.S., DARVELL, B.W. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J. Dent.*, v.27, n.2, p.89-99, Feb. 1999.
- 29 GARBEROGLIO, R., BRÄNNSTRÖM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch. Oral Biol.*, v.21, n.6, p.355-62, 1976.

- 30 GONÇALVES, S.E.P. *Adesivos multi-uso - avaliação da resistência adesiva à dentina frente a teste de cisalhamento, estereomicroscopia e microscopia eletrônica de varredura*. São José dos Campos, 1994. 149p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
- 31 GONÇALVES, S.E.P. *Pré-tratamento dentinário - influência do condicionamento ácido, irradiação laser e hipermineralização na resistência ao cisalhamento de sistema adesivo multi-uso*. São José dos Campos, 1997. 208p. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
- 32 GORDAN, V.V. et al. Evaluation of adhesive systems using acidic primers. *Am. J. Dent.*, v.10, n.5, p.219-23, Oct. 1997.
- 33 GWINNETT, A.J. A new method to test the cohesive strength of dentin. *Quintessence Int.*, v.25, n.3, p.215-8, 1994.
- 34 GWINNETT, A.J., et al. Quantitative contribution of the collagen network in dentin hybridization. *Am. J. Dent.*, v.9, n.4, p.140-4, Aug. 1996.
- 35 HASEGAWA, T. et al. Investigation of self-etching dentin primers. *Dent. Mater.*, v.5, p.408-10, Nov. 1989.
- 36 HASEGAWA, T. et al. Shear bond strength and quantitative microleakage of a multipurpose dental adhesive system resin bonded to dentin. *J. Prosthet. Dent.*, v.73, n.5, p.432-8, May 1995.

- 37 INAGAKI, A. et al. Effects of self-etching primers on dentin. *Dent. Mater.*, v.5, p.403-7, Nov. 1989.
- 38 KANCA III, J. Resin bonding to wet substrate. I- Bonding to dentin. *Quintessence Int.*, v.23, n.1, p.39-41, 1992.
- 39 LEISKAR, J., OILO, G., NORDBO, H. In vitro shear bond strength of two resin composites to dentin with five different dentin adhesives. *Quintessence Int.*, v.29, n.12, p.787-92, 1998.
- 40 McCABE, J.F., RUSBY, S. Dentine bonding agents - characteristic bond strength as a function of dentine depth. *J. Dent.*, v.20, n.4, p.225-30, 1992.
- 41 MELLO, J.B. et al. Adesivos dentinários – correlação entre resistência à tensão adesiva e o grau de penetração dos agentes de união. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.21, p.233-42, 1992.
- 42 MIYAZAKI, M. et al. Influence of thermal cycling on bond strength of two-step systems. *Am. J. Dent.*, v.11, n.3, p.118-22, June 1998.
- 43 NAKABAYASHI, N., SAIMI, Y. Bonding to intact dentin. *J. Dent. Res.*, v.75, n.9, p.1706-15, 1996.
- 44 NAKABAYASHI, N., KATSUNORI, K., MAUHARA, E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. *J. Biomed. Mater. Res.*, v.16, n.3, p.265-73, May 1982.
- 45 NAKABAYASHI, N., NAKAMURA, M., YASUDA, N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J. Esthet. Dent.*, v.3, n.4, p.133-8, July/Aug. 1991.

- 46 NAKAMICHI, I., IWAKU, M., FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J. Dent. Res.*, v.62, n.10, p.1076-81, Oct. 1983.
- 47 OHKUBO, N. et al. A retention comparison of two sealants. *Bull. Tokio Dent. Coll.*, v.23, n.4, p.201-19, Nov. 1982.
- 48 OILO, G. Bond strength testing - what does it mean? *Int. Dent. J.*, v.43, n.5, p.492-8, 1993.
- 49 OILO, G., AUSTRHEIM, E.K. In vitro quality testing of dentin adhesives. *Acta Odontol. Scand.*, v.51, n.4, p.263-9, 1993.
- 50 OILO, G., OLSSON, S. Tensile bond strength of dentin adhesives: a comparison of materials and methods. *Dent. Mater.*, v.6, p.138-44, Apr. 1990.
- 51 PASHLEY, D.H., CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. *J. Dent.*, v.25, n.5, p.355-72, 1997.
- 52 PASHLEY, D.H., HORNER, J.A., BREWER, P.D. Interactions of conditioners to dentin surface. *Oper. Dent.*, suppl.5, p.137-50, 1992.
- 53 PASHLEY, D.H., et al. Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentine. *Arch. Oral Biol.*, v.33, n.4, p.265-70, 1988.
- 54 PASHLEY, D.H., et al. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.*, v.24, n.9, p.618-31, Sept. 1993.

- 55 PASHLEY, D.H. et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent. Mater.*, v.11, p.117-25, Mar. 1995.
- 56 PASHLEY, E.L. et al. Bond strength to superficial, intermediate and deep dentin in vivo with four dentin bonding systems. *Dent. Mater.*, v.9, p.19-22, Jan. 1993.
- 57 PATIERNO, J.M. et al. Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Endod. Dent. Traumatol.*, v.12, n.5, p.227-36, 1996.
- 58 PAUL, S., PASHLEY, D. Nanoleakage at the adhesive dentin interface vs microtensile bond strength. *J. Dent. Res.*, v.77, p.226, 1998. (Abstract 968).
- 59 PAUL, S., SCHÄRER, P. Effect of intrapulpal pressure on dentin bonding during thermal cycling. *J. Dent. Res.*, v.72, p.263, 1993. (Abstract 1278).
- 60 PERINKA, L., SANO, H., HOSODA, H. Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dent. Mater.*, v.8, p.229-33, July 1992.
- 61 PHRUKKANON, S., BURROW, M.F., TYAS, M.J. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *J. Dent.*, v.27, n.4, p.265-74, May 1999.
- 62 PRATI, C. et al. Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. *Oper. Dent.*, v.23, n.4, p.185-94, 1998.

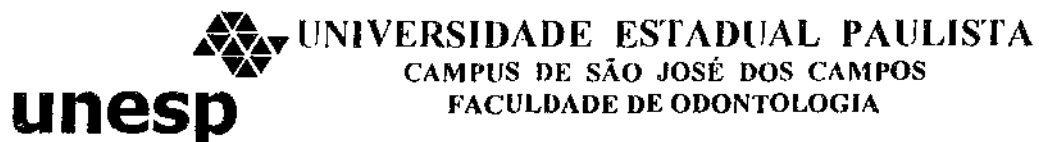
- 63 RETIEF, D.H. et al. Tensile bond strengths of dentin bonding agents to dentin. *Dent. Mater.*, v.2, n.2, p.72-7, Apr.,1986.
- 64 RETIEF, D.H. et al. Extracted human versus bovine teeth in laboratory studies. *Am. J. Dent.*, v.3, n.6, p.253-8, Dec. 1990.
- 65 SANO, H., et al. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Oper Dent.*, v.19, n.2, p.59-64, 1994.
- 66 SANO, H. et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper. Dent.*, v. 20, n.1, p.18-35, 1995.
- 67 SAUNDERS, N.P. The shear impact retentive strength of four dentine bonding agents to human and bovine dentine. *J. Dent.*, v.16, n.5, p.233-8, 1988.
- 68 SCHREINER, R.F. et al. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent. Mater.*, v.14, p.194-201, June 1998.
- 69 SILVA, C.M. et al. Shear bond strength of an adhesive system in human, bovine and swinish teeth. *J. Dent. Res.*, v.75, p.393, 1996. (Abstract 3005).
- 70 SINHORETI, M.A.C. et al. Resistência ao cisalhamento da união de sistemas adesivos sobre dentina. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v.51, n.3, p.251-5, maio/jun. 1997.
- 71 SOUSA, M.G. et al. Permeabilidade dentinária: implicações clínicas e terapêuticas. *Rev. Bras. Odontol.*, v. 52, p.139-44, 1995.

- 72 SWIFT JUNIOR, E.J., PERDIGÃO, J., HEYMANN, H.O. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int.*, v.26, n.2, p.95-110, Feb. 1995.
- 73 TAGAMI, J., TAO, L., PASHLEY, D.H. Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. *Dent. Mater.*, v.6, p.45-50, Jan. 1990.
- 74 TAKEMORI, T. et al. Factors affecting tensile bond strength of composite to dentin. *Dent. Mater.*, v.8, p.136-8, Mar. 1993.
- 75 TAO, L., PASHLEY, D.H. The relationship between dentin bond strengths and dentin permeability. *Dent. Mater.*, v.5, p.133-9, Mar. 1989.
- 76 TAY, F.R., GWINNETT, A.J., WEI, S.H.Y. The overwet phenomenon: a scanning electron micorscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am. J. Dent.*, v.9, n.3, p.109-14, June 1996.
- 77 TAY, F.R. et al. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. *J. Dent. Res.*, v.75, n.4, p.1034-44, Apr. 1996.
- 78 TONAMI, K. et al. Effect of storage on tensile strength of bovine dentin. *J. Dent. Res.*, v.75, p.288, 1996. (Abstract 2161).
- 79 TRIOLO JUNIOR, P.T., SWIFT JUNIOR, E.J. Shear bond strengths of ten dentin adhesive systems. *Dent. Mater.*, v.8, n.6, p.370-4, Nov. 1992.

- 80 VAN MEERBEEK, B. et al. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper. Dent.*, suppl.5, p.111-24, 1992.
- 81 VAN MEERBEEK, B. et al. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J. Dent. Res.*, v.72, n.2, p.495-501, Feb. 1993.
- 82 VAN MEERBEEK, B., et al. Clinical status of ten dentin adhesive systems. *J. Dent. Res.*, v.73, n.11, p.1690-702, Nov. 1994.
- 83 VAN MEERBEEK, B. et al. The clinical performance of adhesives. *J. Dent.*, v.26, n.1, p.1-20, 1998.
- 84 VAN NOORT, R. et al. A critique of bond strength measurements. *J. Dent.*, v.17, n.2, p.61-7, 1989.
- 85 VARGAS, M.A., COBB, D.S., DENEHY, G.E. Interfacial micromorphology and shear bond strength of single-bottle primer/adhesives. *Dent. Mater.*, v.13, p.316-24, Sept. 1997.
- 86 VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D., DOUGLAS, W.H. Why do shear bond tests pull out dentin? *J. Dent. Res.*, v.76, n.6, p.1298-307, June 1997.
- 87 WAKABAYASHI, Y. et al. Effect of dissolution of collagen on adhesion to dentin. *Int. J. Prosthodont.*, v.7, n.4, p.302-6, 1994.
- 88 WATANABE, I., NAKABAYASHI, N. Bonding durability of photocured phenyl-P in TEGMA to smear layer-retained bovine dentin. *Quintessence Int.*, v.24, n.5, p.335-42, May 1993.

- 89 WATANABE, I., NAKABAYASHI, N., PASHLEY, D.H. Bonding to ground dentin by a Phenyl-P self-etching primer. *J. Dent. Res.*, v.73, n.6, p.1212-20, June 1994.
- 90 WATANABE, L.G., MARSHALL JUNIOR, G.W., MARSHALL, S.J. Dentin shear strength: effects of tubule orientation and intratooth location. *Dent. Mater.*, v.12, p.109-15, Mar. 1996.
- 91 WILDER, A.D. et al. Bond strengths of conventional and simplified bonding systems. *Am. J. Dent.*, v.11, n.3, p.114-7, June 1998.
- 92 XIROUCHAKI, A., MOORE, B.K., COCHRAN, M.A. Shear bond strength of 6 new dentin bond agents. *J. Dent. Res.*, v.76, p.277, 1997. (Abstract 2110).
- 93 YAMADA, T. et al. Tensile and shear bond strengths of four generations of resin bonding systems. *J. Dent. Res.*, v.76, n.5, p.1172, 1997. (Abstract 20).
- 94 YOSHIYAMA, M. et al. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J. Dent. Res.*, v.75, n.6, p.1404-13, June 1996.
- 95 YOSHIYAMA, M. et al. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. *J. Dent.*, v.26, p.609-16, 1998.
- 96 YU, X.Y., et al. Adhesion to dentin. *J. Calif. Dent. Assoc.*, v.21, n.6, p.23-9, June 1993.

## APÊNDICE A- Certificado da Comissão de Ética em Pesquisa-Local

**CERTIFICADO**

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº 73/99-PH/CEP, sobre **“Efeito da ciclagem térmica na resistência adesiva ao cisalhamento entre dois sistemas adesivos dentinários”**, sob a responsabilidade de **Alessandra Bühler Amendolz**, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, envolvendo seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 22 de setembro de 1999.

---

**Prof. Dr. Paulo Villela Santos Júnior**  
**Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa-Local**

AMENDOLA, A.B. *Avaliação "in vitro" da resistência de união de dois sistemas adesivos dentinários à dentina bovina antes e após a termociclagem: teste de cisalhamento e análise estereomicroscópica.* São José dos Campos, 1999, 124p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi o de avaliar e comparar a efetividade da união de dois sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Use Plus (3M) e Etch & Prime 3.0 (Degussa) à dentina bovina antes e após a termociclagem, bem como o de avaliar o tipo de fratura ocorrido na interface dentina/material. Empregaram-se dentes bovinos, que tiveram a superfície vestibular desgastada com lixas de papel de granulação crescente para a exposição da dentina. Os espécimes foram divididos em dois grupos, nos quais aplicou-se os sistemas adesivos e, posteriormente, a resina composta Z100 (3M) por meio de uma matriz de teflon com 4mm de diâmetro. Estes grupos foram subdivididos em dois subgrupos (A e B). O subgrupo A foi submetido ao ensaio mecânico de cisalhamento após 24h e o subgrupo B recebeu a ciclagem térmica, que consistiu de quinhentos ciclos entre 5°C e 55°C, com duração de 30s em cada temperatura, para depois ser submetido ao teste de cisalhamento. O ensaio mecânico foi realizado em máquina Instron Universal à velocidade de 0,5mm/min. As superfícies fraturadas foram analisadas em estereomicroscópio (Karl Zeiss). A aplicação do teste estatístico ANOVA, ao nível de significância de 0,05, revelou que os valores de resistência de união dos dois sistemas adesivos avaliados não apresentaram diferença estatisticamente significativa e que a utilização da termociclagem não

influenciou a resistência adesiva dos materiais testados. O Scotchbond Multi-Use Plus apresentou predominância de falhas adesivas e o Etch & Prime 3.0 apresentou maior quantidade de fraturas mistas, seguidas pelas fraturas adesivas.

**Palavras-chave:** Adesivos dentinários, teste de materiais; dentina.

AMENDOLA, A.B. *In vitro* evaluation of the shear bond strength of two dentin adhesive systems to bovine dentin before and after the thermal cycling. São José dos Campos, 1999, 124p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista.

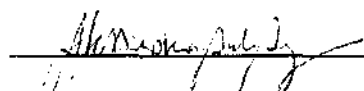
### ABSTRACT

*The aim of the present study was to investigate the shear bond strength of two adhesive systems, Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M) and Etch & Prime 3.0 (Degussa), to bovine dentin, before and after thermal cycling. Bovine incisors were embedded in self-cured resin and labial dentin surfaces were ground with sequential abrasive sandpapers. The specimens were separated into two groups to receive the adhesive systems. A composite resin cylinder (Z100-3M) was bonded to the dentinal surface. The two groups were divided into two more groups (A and B). The subgroup A was shear tested after 24h and the subgroup B was subjected to 500 thermal cycles, between 5°C and 55°C, with a dwell time of 30 seconds and, then, shear tested. The bond strength was performed on a Universal Instron machine 4301, with a load cell of 500 Kg and a speed of 0,5mm/min. The mode of failure were classified. The analysis of variance (ANOVA), at 5% significant level, revealed that there were no significant differences among the bond strength of the two adhesive systems, and that the thermal cycling did not significantly influence strength of the two materials tested. The Scotchbond Multi-Purpose Plus showed a considerable number of adhesive failures and the Etch & Prime 3.0 showed predominantly mixed fractures, followed by adhesive fractures.*

*Key-words: Dentin-bonding agents, shear bond strength.*

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho.

São José dos Campos, 10 de janeiro de 2000.

  
\_\_\_\_\_  
ALESSANDRA BÜHLER AMENDOLA