

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

MARCELO GIANNINI
Cirurgião-Dentista

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO
DE SISTEMAS ADESIVOS

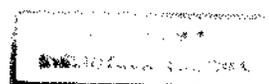
*Est. 2.4.57 pla. 1/1
dent. corrig. a forma
realiz. CCPG/036/83
11/08/54*

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da UNICAMP, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Clínica Odontológica, área de concentração em Dentística.

ORIENTADOR
PROF. DR. LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS 1960

CO-ORIENTADOR
PROF. DR. LUIZ ANDRÉ FREIRE PIMENTA

Piracicaba
1997



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
Título	Piracicaba
G. 348 a	
V. 1	
1003 00.31799	
PROD. 281/97	
<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2	
PREÇO R\$ 11,00	
DATA 17/10/97	
N.º CPD	

CM-00101245-0

Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da FOP/UNICAMP

G348a	<p>Giannini, Marcelo.</p> <p>Avaliação in vitro da resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos / Marcelo Giannini. - Piracicaba : [s.n.], 1997.</p> <p>104f. : il.</p> <p>Orientador : Luis Roberto Marcondes Martins, Luiz André Freire Pimenta.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Adesivos dentários* 2. Dentina.* 3. Cisalhamento.* 4. Fratura. I. Martins, Luis Roberto Marcondes. II. Pimenta, Luiz André Freire. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">19.CDD - 617.695</p>
-------	---

Índices para o Catálogo Sistemático

1. Materiais dentários

617.695

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

MARCELO GIANNINI
Cirurgião-Dentista

AVALIAÇÃO IN VITRO DA
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO
DE SISTEMAS ADESIVOS

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da UNICAMP, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Clínica Odontológica, área de concentração em Dentística.

PIRACICABA

1997

G348a

31799/BC



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de **Mestrado**, em sessão pública realizada em 28/08/97, considerou o candidato aprovado.

1. Luís Roberto Marcondes Martins

A handwritten signature in cursive script, written over a horizontal line.

2. Mário Fernando de Goes

A handwritten signature in cursive script, written over a horizontal line.

3. Sílvio José Mauro

A handwritten signature in cursive script, written over a horizontal line.

*Para minha família, Glauco, Rosa e Ivo,
os quais sempre me estimularam em direção ao
conhecimento, privilégio de poucos neste país,
eu dedico este trabalho.*

AGRADECIMENTOS:

O trabalho com mais empenho é realizado, quando ao nosso redor existem pessoas que sempre incentivam e torcem pelo nosso sucesso. A todos estes, eu agradeço mais uma conquista.

Primeiramente gostaria de lembrar do pessoal da República, *ARI, PENA, SÉRGIO, BETO, PAULO, FÁBIO e PERI*, os quais devem estar orgulhosos de mim.

A todos os meus parentes, especialmente aos tios *HÉLIO e MASSAO*.

Às amigas *MARTA, REGINA e JOSIANE*; e aos meus grandes amigos *PAULO, EDUARDO e OSWALDO*.

À *WADED ANTÔNIO* pela atenção dedicada na correção gramatical.

Às empresas *MOSANER DENTAL SUPPLY (BISCO), DENTSPLY INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA e 3M PRODUTOS DENTÁRIOS*, pela doação dos materiais estudados e confiança quanto à pesquisa científica.

Ao Prof. Dr. *JOSÉ MONDELLI*, da Área de Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP, por ter cedido gentilmente a Máquina Universal de Ensaio Kratos.

Ao Prof. Dr. *JAIME APARECIDO CURY*, por ter cedido gentilmente o aparelho Politriz APL-4 Arotec, do Laboratório de Bioquímica Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

Aos funcionários da Área de Dentística, *DENISE e REINALDO*, pela prestação dos serviços.

Àquela nova geração de amigos, a turma do mestrado: *PAULA, PRISCILA, RICARDO, LUCÍOLA, RODRIGO, CLÁUDIA, ANA PAULA, FERNANDA e DAGMAR*.

Ao Prof. Dr. *LÚCIO BENEDICTO KROLL*, do Departamento de Bioestatística da UNESP-Campus Botucatu, e ao Prof. Dr. *CARLOS TADEU DOS SANTOS*, do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ-USP, os quais contribuíram para elaboração da fase estatística.

Ao Prof. Dr. *RAUL SARTINI FILHO*, quem primeiro acreditou e confiou na minha vida odontológica profissional.

E finalmente à minha segunda família, a de Piracicaba: *ALEXANDRE, GISELLE, MÔNICA, LOVADINO*, grande co-orientador *LUIZ ANDRÉ* e ao amigo e orientador Prof. Dr. *LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS*.

SUMÁRIO

	Página
LISTAS.....	1
I. Tabelas.....	1
II. Quadros.....	2
III. Gráficos.....	2
IV. Figuras.....	2
V. Siglas.....	3
RESUMO.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	55
3.1. Estudo piloto e delineamento experimental.....	55
3.2. Preparo, inclusão e polimento.....	55
3.3. Materiais utilizados e divisão dos grupos.....	57
3.4. Aplicação dos sistemas adesivos/compósito.....	57
3.5. Armazenamento, teste de cisalhamento.....	59
3.6. Avaliação dos padrões de fraturas.....	61
3.7. Análise estatística.....	61
4. RESULTADOS.....	63
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	67
6. CONCLUSÃO.....	76
ANEXOS.....	77
SUMMARY.....	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
OBRAS CONSULTADAS.....	103

LISTAS:

I. Tabelas:

Tabela 1. Materiais utilizados e fabricantes.

Tabela 2. Análise de Variância dos valores originais de resistência ao cisalhamento.

Tabela 3. Médias dos valores de resistência ao cisalhamento.

Tabela 4. Teste t-Student dos valores médios de resistência ao cisalhamento (Anexo VI).

Tabela 5. Análise de Variância dos valores de resistência ao cisalhamento transformados à potência de 0,3 (Anexo VI).

Tabela 6. Teste de Contraste dos valores médios de resistência ao cisalhamento para comparação entre adesivos de múltiplos frascos e de frasco único (Anexo VI).

Tabela 7. Número de ocorrências e porcentagens dos tipos de fraturas.

Tabela 8. Análise de variância dos padrões de fraturas, em porcentagem (Anexo VI).

Tabela 9. Teste t-Student da distribuição dos padrões de fraturas nos tratamentos, em porcentagem (Anexo VI).

Tabela 10. Teste t-Student da ocorrência de cada tipo de fratura, em porcentagem (Anexo VI).

Tabela 11. Teste de Contraste para comparação da distribuição dos padrões de fraturas, entre os adesivos de múltiplos frascos e de frasco único, em porcentagem (Anexo VI).

II. Quadros:

Anexo I - Quadro 1. Classificação dos materiais utilizados e número de lotes.

Anexo II - Quadro 1. Composição dos Sistemas Adesivos e Compósito utilizados.

Anexo III- Quadro 1. Técnica para aplicação dos sistemas adesivos segundo instruções dos respectivos fabricantes.

Anexo IV- Quadro 1. Resultados obtidos para cada corpo de prova dos sistemas adesivos, em Kgf.

Anexo V- Padrão de fratura observada para cada corpo de prova.

Quadro 1. Scotchbond Multipurpose Plus.

Quadro 2. Prime & Bond 2.0.

Quadro 3. All Bond 2.

Quadro 4. One - Step.

III. Gráficos:

Gráfico 1. "Box-Plot" - ilustração da amplitude dos valores de resistência ao cisalhamento, localização dos pontos em maior concentração e localização das médias.

Gráfico 2. Representação por diagrama de barras das médias de resistência ao cisalhamento.

Gráfico 3. Teste de Homogeneidade de Variância de Levene (Anexo VI).

IV. Figuras:

Figura 1. Dispositivo para aplicação do compósito.

Figura 2. Inserção do compósito com auxílio de seringa Centrix na região central da matriz de teflon e exatamente na área dentinária demarcada pela fita adesiva.

Figura 3. Conjunto formado pela matriz de teflon, cilindro de compósito e cilindro de resina de poliestireno. Abertura da matriz de teflon com auxílio de lâmina de bisturi.

Figura 4. Corpo de prova preparado, após remoção do dispositivo, mostrando a região demarcada pela fita adesiva preenchida por um cilindro de compósito.

Figura 5. Procedimento do teste de cisalhamento, sendo a força aplicada exatamente na interface dentina-compósito, utilizando ponta com formato de cinzel.

V. Siglas:

MPa- Mega Pascal (unidade de pressão)

Kg/cm²- Quilograma por centímetro quadrado (unidade de pressão)

µg- Micrograma (unidade de massa)

mm- Milímetros (unidade de comprimento)

Kgf- Quilograma força (unidade de força)

et al- abreviatura de et alii (e outros)

°C- graus Celsius (unidade de temperatura)

mW/cm²- Milliwatts por centímetro quadrado (unidade de densidade de energia)

NPG-GMA- N-fenilglicil glicidil metacrilato

NTG-GMA- N-toluilglicil glicidil metacrilato

HEMA- 2 hidroxietil metacrilato

Bis-GMA- Bisfenol glicidil metacrilato

PENTA- Monofosfato de dipentaeritritol pentacrilato

BPDM- Bisfenil dimetacrilato

BAC- Cloreto de benzalcônio

UDMA- Uretano dimetacrilato

TEGMA- Trietileno glicol metacrilato

EDTA- etileno diamino tetra acético

4-META MMA TBB- 4- metacriloxietil trimelitato anidrido metil metacrilato tri-n-butil borano

PAA- ácido polialcenoico

5-NMSA- ácido 5-aminosalicílico N-metacriloil

GPDM- glicerofosfato dimetacrilato

RESUMO:

Os objetivos deste trabalho foram avaliar quantitativamente a resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos em dentina e observar o tipo de fratura ocorrida, decorrente do ensaio mecânico. Cento e oito corpos de prova foram preparados através de faces linguais/palatinas e vestibulares de pré-molares humanos, onde foram aplicados 4 diferentes sistemas adesivos associados ao compósito Z-100 (3M).

Os corpos de prova foram armazenados em umidificador a temperatura de $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ por uma semana e submetidos ao teste de cisalhamento em máquina universal de ensaios com velocidade de 0,5mm/min. Após esse ensaio, os corpos de prova foram observados em lupa estereoscópica binocular, para se determinar os padrões de fraturas.

Realizado o teste de análise de variância ($p<0,05$), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores obtidos, em MPa (média \pm DP), para os adesivos Prime & Bond 2.0 ($24,38 \pm 9,05$); Scotchbond MP-Plus ($23,93 \pm 9,39$); All Bond 2 ($23,17 \pm 7,23$) e One-Step ($22,51 \pm 6,04$). Na avaliação dos padrões de fraturas, notou-se um grande número de falhas adesivas e coesivas em dentina para todos os sistemas adesivos hidrófilos utilizados (47,2%).

Valores semelhantes de resistência ao cisalhamento foram obtidos para os sistemas adesivos hidrófilos estudados. Fraturas coesivas em dentina e adesivas são características dessa corrente geração de adesivos dentinários.

Palavras Chave:

Adesivos Dentários - Dentina - Cisalhamento - Fratura

1. INTRODUÇÃO:

O estudo dos adesivos odontológicos tiveram seu início em 1955, com a técnica do condicionamento ácido do esmalte¹³, cuja eficiência clínica vem sendo comprovada^{2,5,84,95}. A partir de 1956, iniciou-se o estudo dos adesivos para estrutura dentinária, que até os dias atuais continuam a ser alvo de inúmeros trabalhos^{28,44,59,102}. Um dos primeiros a descrever trabalhos nessa linha foram BUONOCORE et al.¹⁴, empregando uma resina contendo ácido glicerofosfórico dimetacrilato, como adesivo dentinário. Este sistema apresentava resistência às forças de tração entre 2,74 e 5,19 MPa, o que demonstrava ser pouco efetivo.

Em 1965, BOWEN¹⁰ relatou a síntese do NPG-GMA, o qual possuía união química com o cálcio da dentina⁸⁸. Esses adesivos foram utilizados para restaurações de abrasão/erosão e tiveram pouco sucesso clínico^{38,53}. Havia no mercado duas marcas comerciais contendo este sistema: Cervident (S.S. White Co.) e Cosmic Bond (De Trey Co.), apresentando forças de resistência à tração de 3,4 MPa⁸⁸. Outros sistemas adesivos foram desenvolvidos com resinas à base de poliuretanas⁶², na década de setenta e, à base de cianoacrilatos, na década seguinte¹⁷.

No início da década de 80, surgiram sistemas adesivos cujo "primer"^{*} continha ésteres fosfonados, que possuíam interação iônica entre os grupos fosfatos e o cálcio

* Agente de união dentinária com finalidade de aumentar a adesão⁵⁵.

da dentina³⁴. Como a reação ocorria principalmente com a “smear layer”[†], a adesão[∅] era limitada pela força coesiva da mesma ou pela adesão da camada de “smear” à dentina subjacente¹⁰². Algumas evidências indicaram que esta adesão era hidrolizada pela imersão em água³⁴. Estes adesivos dentinários apresentaram valores de resistência ao cisalhamento de 3,5 a 6,0 MPa^{8,12,19,33}, no entanto, ainda insuficiente para evitar microinfiltração^{36,72}.

A partir da metade da década de 80, uma nova geração de adesivos surgiu no mercado, com aumento significativo na resistência ao cisalhamento^{22,106}. O seu mecanismo de adesão era micromecânico e químico, originário de uma modificação ou completa remoção da “smear layer”, possibilitando a penetração da resina no interior dos túbulos dentinários, previamente abertos por ácidos orgânicos ou minerais^{35,54,55}. Esses adesivos eram geralmente mais efetivos que seus predecessores na redução de microinfiltração em dentina ou cimento no entanto não conseguiam a eliminação total desta^{2,3,5,93,99}. Estudos da resistência ao cisalhamento mostram valores de 8-20 MPa^{31,56,65,67,69,98}.

Novos adesivos dentinários, já disponíveis no mercado, são utilizados através da técnica do condicionamento total^{9,42,57}, o qual remove toda “smear layer”, abre os túbulos dentinários, aumenta a permeabilidade dentinária e descalcifica a dentina peri e intertubular^{44,102}. Após o condicionamento, é utilizado um “primer” que possui dois grupos funcionais: um hidrofóbico, que tem afinidade por resina e um grupo hidrófilo, que tem afinidade pela dentina umedecida¹⁰³. Este grupamento hidrófilo penetra na rede de fibras colágenas e nos túbulos dentinários abertos, formando a camada híbrida⁷⁶. Os “primers” podem conter HEMA, GPDM, 5-NMSA, BPDM, NTG-GMA, PENTA ou 4-META MMA-

† Camada depositada sobre a dentina que oblitera os túbulos dentinários, resultado da ação de instrumentos rotatórios e constituída por bactérias, saliva, sangue, partículas de esmalte e dentina⁵⁵.

∅ Estado no qual duas superfícies são retidas continuamente por forças interfaciais, que podem consistir de forças químicas ou mecânicas (American Society for Testing and Materials - 1964).

TBB, dependendo do seu fabricante^{37,63,66,87}. Ensaíos têm demonstrado, que, em testes de cisalhamento, esses adesivos apresentam valores de 16 a 25 MPa^{4,15,63,78,83,87}. Mais recentemente, novos sistemas adesivos apresentam o “primer” incorporado ao adesivo em um único frasco, surgindo como mais uma alternativa a fim de simplificar as etapas da aplicação clínica e visando aumentar a união entre os compósitos e estrutura dental.

Através da revisão da literatura, pode-se constatar a evolução dos adesivos dentinários. Nesse processo, os adesivos que inicialmente eram contidos em apenas um frasco, evoluíram para sistemas com múltiplos componentes distribuídos em diversos frascos e mais recentemente, os múltiplos componentes estão balanceados e contidos novamente em um único frasco. Assim os objetivos deste trabalho foram: determinar a resistência ao cisalhamento da união dentina-compósito, quando submetida a diferentes adesivos dentinários hidrófilos e observação da região de fratura entre a estrutura dentinária e o conjunto sistema adesivo/compósito.

2. REVISÃO DE LITERATURA:

O primeiro relato de um adesivo para estrutura dentinária foi feito em 1956 por BUONOCORE et al.¹⁴. Neste estudo, os autores, utilizaram o ácido glicerofosfórico dimetacrilato previamente à aplicação de resina acrílica sob a dentina (G1), comparando com o outro grupo, que consistia apenas na aplicação direta da resina acrílica (G2). Os corpos de prova foram submetidos ao teste de tração imediatamente após a confecção dos mesmos. Amostras dos grupos G1 e G2 também foram testadas após armazenamento em água por 5 e 3 meses respectivamente. Os resultados foram os seguintes (MPa): G1-imediatamente após: 5,19 e G1- 5meses: 2,74; G2- imediatamente após : 2,74; G2- 3meses: 1,47. Houve aumento significativo na adesão com o uso desse adesivo. Na maioria das amostras testadas, após um mês de armazenamento, fraturas ocorreram na interface de união, indicando que a adesão tinha sido afetada pela ação da água.

BOWEN¹⁰, em 1965, estudou a aplicação do NPG-GMA (N-fenil-glicine glicidilmetacrilato) como ativador de superfície dentinária. Após a aplicação da solução de NPG-GMA em etanol 5% e de uma resina à base de metacrilato, os corpos de prova foram imersos em água por 1, 2, 3 e 7 dias até o teste de tração, que foi realizado com velocidade de 0,0125cm/mm. No terceiro dia de armazenamento, este adesivo apresentou os maiores valores de resistência à tração (2,17 MPa). Aplicando novamente o NPG-GMA, sem polimento da superfície dentinária e armazenando por 1 dia, obteve-se 4,49 MPa, devido principalmente ao aumento da concentração do NPG-GMA na superfície do dente. Os

padrões de fraturas, resultado do teste de adesão, foram adesivas.

Também nesse ano e utilizando a mesma metodologia, BOWEN¹¹ relatou outro estudo utilizando o mesmo NPG-GMA. Nesse trabalho foi realizado um pré-tratamento dentinário com diferentes soluções: NaOH 0,01N; NaOH 0,1N; NaClO 0,2N + NaOH 0,01N; ácido acético 0,01N e Ca(OH)₂ 0,01N antes da aplicação do NPG-GMA. O melhor resultado foi obtido após 4 dias em imersão em água e apresentou valores de resistência à tração de 7,72 MPa.

Em 1971, LEE et al.⁶² desenvolveram uma resina de poliuretano como adesivo dentinário. O sistema adesivo consistia em um agente de limpeza (solução 50% ácido cítrico pH 1,5), adesivo poliuretano contendo silano e um compósito contendo 82% de cargas inertes. Para este estudo foram utilizados dentes bovinos, e a adesão inicial era de 2,04 a 4,76 MPa. Relataram também que a termociclagem não interferiu nos resultados. As amostras tratadas com ácido cítrico apresentaram fraturas adesivas e algumas coesivas no material restaurador. Sem o tratamento dentinário foram observadas somente falhas adesivas.

RETIEF⁸⁸, em 1975, desenvolveu estudo a respeito da resistência à tração de um adesivo dentinário que continha NPG-GMA. Foi utilizado o adesivo Cosmic Bond juntamente com o material restaurador Cosmic, de acordo com as instruções do fabricante. Os corpos de prova foram imersos em água a 37°C por 24 horas e submetidos ao teste de resistência à tração com velocidade de 0,5mm/min. Em dentina, a média dos resultados obtidos, em MPa, para o adesivo Cosmic Bond foi de 3,4±1,9. Todas as fraturas observadas ocorreram na interface de união.

No ano de 1979, FUSAYAMA et al.⁴² avaliaram as propriedades adesivas do material Clearfil Bond System-F (Clearfil) utilizando-se ou não do condicionamento com ácido fosfórico 40% por 60 segundos. Os corpos de prova foram armazenados por 1 semana

em água a 37°C. O teste de tração foi realizado com velocidade de 0,8mm/min, e os resultados mostraram um aumento significativo nas forças de adesão quando se utiliza o condicionamento ácido em dentina: 1,65±0,70 MPa (sem condicionamento) e 6,10±1,71 MPa (condicionado).

No estudo de CAUSTON & JOHNSON¹⁷, em 1981, foi utilizado o cimento de cianoacrilato como adesivo dentinário. Neste trabalho foram testados 5 grupos experimentais: A- 0,1ml de solução salina; B- 0,1ml de solução salina + etil-2-cianoacrilato (Permabond); C- CaCl₂ 1M pH 7,0 + etil-2-cianoacrilato; D- NaF 1% pH 7,0 e E- ITS pH 7,0 (sol. mineralizadora) e 2 compósitos: Concise e Isopast. Aplicados os sistemas adesivos e os compósitos nos corpos de prova, estes foram armazenados em solução isotônica a 37°C por 1 semana e submetidos ao teste de cisalhamento. Os melhores resultados foram para o grupo C + Concise: 6,2 MPa e o grupo E + Concise 5,2 MPa. Todos os compósitos do grupo A deslocaram durante o armazenamento.

Em 1982, NAKABAYASHI et al.⁷⁶ estudaram a efetividade do 4-META em dentina condicionada com a solução 10-3 (ácido cítrico 10% e cloreto de férrico 1%) em dentes bovinos e humanos. Sobre a dentina condicionada e após a aplicação do 4-META em MMA, foi fixado um cilindro de acrílico. Todos corpos de prova foram armazenados sob temperatura de 37°C em água por 24 horas, termociclados (120 ciclos - 4°C a 60°C) ou não e submetidos ao teste de tração com velocidade de 2,0mm/min. Os resultados mostraram que a realização da termociclagem, para se testar a estabilidade adesiva, diminui os valores de adesão (13,9±4,4 MPa-dente humano), quando comparado ao outro grupo no qual a termociclagem não foi realizada (17,5±5,3 MPa-dente humano). Não houve diferenças significativas quando utilizou-se dentes humanos ou bovinos. Os autores concluem também que monômeros (4-META) com grupamentos hidrófilos e hidrofóbicos promovem adesão aos

tecidos dentais por penetração e infiltração, sendo esta a nova concepção de biocompatibilidade dos novos materiais odontológicos.

Em 1984, CAUSTON¹⁶ estudou a resistência às forças de cisalhamento do Scotchbond\Concise nas seguintes condições: dentina superficial (R1), dentina superficial tratada com solução mineralizadora (ITS) por 2 minutos (R2), dentina profunda (P1), dentina profunda tratada com solução mineralizadora (ITS) por 2 minutos (P2). Os corpos de prova foram imersos em água a 37°C por 1 semana e submetidos ao ensaio de cisalhamento. Os valores obtidos em MPa foram: R1- 10,2±1,4; R2- 10,3±4,1; P1- 3,9±2,0 e P2- 6,7±3,0. A aplicação da solução ITS resultou em aumento nos valores de resistência ao cisalhamento, quando o adesivo foi utilizado em dentina profunda.

BASSIOUNY & YING⁸, em 1984, estudaram a compatibilidade de 2 agentes de união dentinários, Scotchbond (SB) e um adesivo experimental (contendo éster de ácido fosfórico e solução alcoólica ácida de P-tolueno-sulfônico), com materiais restauradores. Os compósitos utilizados foram Silux, Aurafil, Adaptic e um compósito experimental (micropartícula). Os adesivos foram aplicados para todos compósitos e os corpos de prova armazenados em água a 37°C por 24 horas. Foi realizado o teste de tração com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados indicaram que o adesivo experimental foi compatível para todos compósitos, e a média para todos foi de 4,4 MPa. O SB/Silux apresentou 3,5 MPa e SB/outros abaixo de 1,4 MPa.

Em 1985, MUNKSGAARD & ASMUSSEN⁷³ estudaram o efeito do pré tratamento da dentina com solução 0,5M de EDTA antes da aplicação do adesivo Gluma. As amostras foram armazenadas em solução 0,1% de Na₂CrO₄ a 37°C por 30, 90 ou 180 dias. Foram realizados testes de tração (velocidade de 0,5mm\min) e cisalhamento (1,0mm\min), observando efeitos do pH na solução de Gluma e tempo de aplicação do EDTA e do Gluma.

Valor médio de 17,5 MPa foi encontrado no teste de tração, sendo que a adesão não foi afetada pelo tempo de armazenamento. Variando-se o pH da solução Gluma, esta apresentou valor médio de 9,1 MPa para teste de cisalhamento. Também para esse teste, 9,2 e 8,2 MPa foi a média dos valores de resistência ao cisalhamento variando o tempo de aplicação do EDTA e do Gluma respectivamente. Valores maiores foram encontrados, quando o adesivo foi aplicado sob pH 2 a 5 e sob o tempo mínimo de aplicação de 10 segundos, tanto para o EDTA quanto para o Gluma.

CHAN et al.¹⁹, em 1985, testaram a compatibilidade de um agente de união dentinária (Scotchbond) com três marcas comerciais de compósitos: Silux (S), Heliolit (H) e Prisma Fil (P). Determinaram também os efeitos da termociclagem e armazenamento por tempo prolongado em água destilada, na resistência ao cisalhamento. Na primeira parte do estudo, a dentina recebeu 3 tratamentos diferentes: sem tratamento (N), agente de união do fabricante (U) e Scotchbond (S). Os três compósitos foram aplicados, formando um total de 9 grupos (SN, SU, SS, HN, HU, HS, PN, PU e PS) e os corpos de prova foram imersos em água destilada a 37°C por 24 horas, até o teste de cisalhamento. Na segunda parte foi utilizado o adesivo dentinário Scotchbond com o compósito Silux sob duas condições: amostras termocicladadas (500 ciclos entre 5 e 45°C) por período de 1000 minutos antes de serem testados e armazenados em água destilada a 37°C por período de 24 horas a 1 ano. O ensaio mecânico foi realizado com velocidade de 0,5cm/min. Os resultados obtidos para primeira parte foram (MPa): SN-0,50±0,72; SU- 0,15±0,36; SS- 3,61±0,77; HN- 0,03±0,07; HU- 0,13±0,18; HS- 2,99±1,32; PN- 0,06±0,01; PU- 0,09±0,08 e PS- 2,37±1,47. A segunda parte apresentou os seguintes resultados (MPa): 2,19±0,69 - termocicladados; 2,40±0,73 - 24 horas; 3,15±1,50 - 7 dias; 3,06±0,74 - 30 dias; 2,98±0,84 - 90 dias; 2,75±0,46 - 180 dias e 3,09±1,81 - 1 ano. Não houve diferenças estatísticas na

resistência ao cisalhamento quando os três compósitos foram utilizados e entre as amostras que foram termocicladas e imersas em água por tempo prolongado. Foi observado a predominância de fraturas adesivas e ausência de falhas coesivas.

STANFORD et al.¹⁰¹, em 1985, comparam a efetividade de adesivos dentinários em quatro experimentos. Foram realizados testes de tração e cisalhamento, ambos com velocidade de 0,0125cm/min, sendo que todos espécimes foram imersos em água a 37°C por 24 horas. No primeiro (tração) foram utilizados os adesivos Den-Mat, Clearfil Bond, Clearfil New Bond e Creation, e nenhum deles apresentou adesão sem uso do agente de união (resina fluida). Realizando somente o condicionamento, os valores de tração foram de 4,1 a 5,0 MPa e com aplicação do agente de união os valores situaram-se entre 8,7 a 11,4 MPa, sendo que o adesivo Creation não apresentou adesão em nenhuma das condições. No segundo estudo, também utilizando o ensaio mecânico de tração, os adesivos Den-Mat, Clearfil Bond, Clearfil New Bond e Scotchbond apresentaram valores entre 8,7 a 11,4 MPa, estatisticamente não significante entre eles, sendo que o adesivo Dentin Adhesit foi o que apresentou os menores valores (6,1 MPa). No terceiro estudo e os adesivos Dent-Mat, Clearfil Bond, Dentin Adhesit e Scotchbond tiveram aumento de duas vezes na resistência ao cisalhamento, quando o agente de união foi aplicado (exemplo-Clearfil, sem agente de união- 4,5 e com 9,0 MPa). O quarto estudo relacionou a profundidade dentinária com os testes de tração (T) e cisalhamento (C), utilizando o adesivo Scotchbond. Os resultados foram os seguintes (MPa): dentina profunda, T- 2,6 e C- 2,8; superficial, T- 8,0 e C-8,9. Significante diferença foi observada quando o adesivo foi aplicado em diferentes profundidades dentinárias.

BROOME et al.¹², em 1985, realizaram um estudo utilizando 3 adesivos dentinários, Scotchbond (S), Dentin Adhesit (D) e J & J Bonding Agent (J), e 3 compósitos:

Silux (S), Aurafil (A) e Heliosit (H). Foi utilizado o teste cisalhamento, com velocidade de 0,5mm/min, após 7 dias de armazenamento em água destilada. A combinação dos resultados foram (MPa): S/A: 6,02; S/S: 5,16; S/H: 3,17; D/A: 1,59; D/S: 1,81; D/H: 1,25; J/A: 1,02; J/S: 0,75 e J/H: 0,80. O adesivo Scotchbond associado aos compósitos Silux e Aurafil tiveram os maiores valores de resistência ao cisalhamento, enquanto o adesivo J & J Bonding Agent apresentou os menores valores.

Em 1985, ELIADES et al.³³ realizaram estudo envolvendo 6 adesivos dentinários: Scotchbond (SB), Dentin Bonding Agent (DB), Dentin Adhesit (DA), Dentin Bonding System (DS), Gluma/EDTA (GL) e um adesivo experimental - oxalato férrico/NPG- PMDM (EX). Aplicados os adesivos e compósitos, os corpos de prova foram divididos em 3 grupos de armazenamento para serem submetidos ao teste de resistência às forças de cisalhamento, com velocidade de 0,066mm/min: 1- em solução salina a 37°C por 24 horas; 2- uma semana e 3- uma semana, submetidos a 1300 ciclos, com variação de temperatura de 4 a 60°C. Os resultados obtidos foram (MPa): SB 1- 4,41, 2- 3,52 e 3- 2,05; DB 1- 3,92, 2- 3,43 e 3- 3,14; DA 1- 3,63, 2- 2,74 e 3- 1,47; DB 1- 2,25, 2- 0,88 e 3- 0,20; GL 1- 13,33, 2- 8,23 e 3- 6,08 e EX 1- 9,02, 2- 13,23 e 3- 10,10. Com a realização da termociclagem observou-se uma diminuição significativa nos valores de resistência ao cisalhamento e aumento nas fraturas do tipo adesiva. Sem termociclagem, e após 24 horas de armazenamento, o adesivo Scotchbond apresentou 55% de falhas adesivas e 45% de falhas coesivas em compósito. O adesivo Gluma foi o único que apresentou falhas coesivas em dentina

Nesse mesmo ano, MUNKSGAARD et al.⁷⁴ estudaram a resistência ao cisalhamento do adesivo Gluma associado ao compósito Silux e a outros seis compósitos experimentais. Foi relacionada também a adaptação marginal, resultado da contração de polimerização do compósito. Os corpos de prova foram armazenados em água por 24 horas e

submetidos ao teste de cisalhamento com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados obtidos (MPa) situaram-se entre $7,94 \pm 2,00$ (Silux) e $15,33 \pm 5,76$. Através de um gráfico obtido pela relação adaptação marginal e resistência às forças de cisalhamento, os autores concluíram que, a partir de 17 MPa, a discrepância marginal resultado da contração de polimerização é zero.

Em 1986, RETIEF et al.⁹⁰ determinaram a resistência às forças de tração de quatro agentes de união dentinária. Para tal formaram-se os seguintes grupos: A- Scotchbond\P-10, aplicado sem tratamento da dentina; B- Scotchbond\P-10, com condicionamento ácido dentinário pelo ácido fosfórico a 37% (60 segundos); C- Scotchbond\P-10, com condicionamento ácido dentinário com ácido cítrico a 1% (60 segundos); D- J&J Dentin Bonding Agent\Adaptic; E- Creation Bonding System\Spectrabond, com tratamento dentinário pelo Dent-Mat Cavity Cleanser; F- Dentin-Adhesit System\Isopast, com tratamento dentinário pelo Vivadent Dentin Conditioner. Todas as amostras foram armazenadas em água a 37°C por 24 horas, e o ensaio mecânico realizado com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados obtidos foram (MPa): A- $0,10 \pm 0,18$; B- $0,86 \pm 1,58$; C- $0,04 \pm 0,14$; D- $3,01 \pm 3,28$; E- 0 e F- $0,11 \pm 0,14$. Os valores de resistência à tração para o grupo D foram superiores quando comparados aos outros grupos, os quais não diferiram entre si.

Uma investigação da correlação entre resistência às forças de cisalhamento e formação de fendas marginais, resultante da contração de fotopolimerização, foi realizada por KOMATSU & FINGER⁶¹, em 1986. Foram combinados cinco adesivos dentinários, nove agentes intermediários e treze compósitos. A medição da fenda marginal obtida foi realizada em cavidade preparada na superfície proximal e em dentina. O teste de cisalhamento foi realizado 15 minutos após o preparo dos espécimes e com velocidade de 1mm/min. O melhor

resultado foi obtido com a combinação do uso do adesivo Gluma, EDTA, Concise Enamel Bond e do compósito Concise, tendo valor médio de resistência ao cisalhamento de 12,3 MPa e contração marginal de 0,03 % do diâmetro da cavidade. Foi estabelecida uma relação linear entre o logaritmo da contração marginal e a resistência ao cisalhamento. Baseado na extrapolação da regressão linear, pode-se por hipótese, dizer que com valores aproximados de 20 MPa há prevenção na formação da contração marginal.

MITCHEM & GRONAS⁷¹, em 1986, determinaram a influência do tempo de armazenamento após extração e a profundidade dentinária na resistência ao cisalhamento. Também foram avaliados os valores de resistência ao cisalhamento de 6 sistemas adesivos. No primeiro experimento os dentes ,após extração, foram testados depois de 1 hora a 26 dias de armazenamento, utilizando-se o adesivo Scotchbond/P-30. Os espécimes foram imersos em água a 37°C por 24 horas até o ensaio mecânico (0,127mm/min). No segundo estudo as amostras foram preparadas mantendo as seguintes distâncias da cavidade pulpar: 2; 1,5 e 0,75 mm. O terceiro estudo teve a avaliação dos seguintes adesivos dentinários: Durafil/Estilux (D), Scotchbond/P-30 (S), Scotchbond L C/ P-30 (L), Bondalite/Herculite (B), Dentin Adhesit/Heliomolar (E) e J&J Dentin Adhesive/Certain (A). Para os estudos 2 e 3, a metodologia empregada foi a mesma do primeiro estudo. Não foram observados efeitos do tempo de armazenamento após extração para 1 hora e 26 dias (valores médios de 4,85±0,41). Houve significante diferença entre 0,75mm e as outras duas medidas mais superficiais, o que provocou diminuição de 44% na resistência ao cisalhamento (2,77±1,41). Os resultados para o terceiro estudo foram (MPa): D- 5,08±1,83; S- 4,85±0,41; L-4,53±0,54; B- 3,72±0,47; E- 1,51±0,87 e A- 1,27±0,83. Não houve diferenças estatísticas entre os adesivos Durafil, Scotchbond, Scotchbond L C e Bondalite.

Procurando estabelecer relação entre força de adesão e selamento marginal, MONTEIRO et al.⁷², em 1986, realizaram estudo envolvendo dois agentes de união dentinários. O teste de resistência à tração (0,77mm/min) foi realizado em dentes bovinos e os espécimes foram testados após armazenamento de duas semanas em água a 37°C com ou sem termociclagem (2500 ciclos entre 15 e 55°C). O teste de microinfiltração foi desenvolvido com os mesmos materiais em restaurações classe V. O teste de tração revelou os seguintes valores, em MPa: Scotchbond/Silux, 1,4±0,5 e 0,7±0,6 (termociclados); Bonding Agent/Clearfil FII, 1,8±0,3 e 2,2±0,8 (termociclados). Com ou sem termociclagem todas as fraturas ocorridas foram adesivas. Os autores concluíram que a força de união é um indicativo do potencial de retenção dos materiais e não de sua efetividade no selamento.

Também em 1986, ODÉN & OILO⁸⁰ estudaram a resistência à tração de quatro adesivos dentinários, Dentin Adhesit, Dentin Bonding Agent, Gluma e Scotchbond. Foram incluídos neste estudo, para todos os grupos, os seguintes compósitos: Heliolit, Certain, Lumifor, Concise, Silar, Silux, P-10 e P-30. Todos adesivos e compósito foram utilizados de acordo com recomendações dos respectivos fabricantes e o teste de tração realizado com velocidade de 1mm/min. Após armazenamento em água a 37°C por 24 horas, verificaram-se valores de resistência à tração de 0,4 a 4,9 MPa, sendo que o adesivo Dentin Adhesit apresentou os maiores valores. Para as amostras armazenadas em água a 37°C por 1 semana, somente o adesivo Scotchbond apresentou aumento nos valores resistência às forças de tração. Amplas variações nos valores de união foram observados para todos adesivos. Fraturas adesivas foram encontradas em maior número, exceto para o adesivo Gluma onde foram observadas falhas combinadas e coesivas em compósito.

Em 1988, O' BRIEN III et al.⁷⁹ realizaram estudo utilizando adesivo Gluma em conjunto com o compósito Lumifor em dentina. Foram confeccionados 5 grupos: A-

imediatamente após a confecção dos corpos de prova; B- 24 horas após e armazenados em solução salina a 37°C; C- condições do grupo B + termociclagem (250 ciclos entre 5 a 55°C com intervalos de 30 segundos); D- 4 semanas após e armazenados em solução salina a 37°C e E- condições do grupo D + termociclagem. Também foram feitas observações em microscopia eletrônica de cada passo da aplicação do adesivo, da aplicação do compósito e do tipo de fratura. O teste de resistência ao cisalhamento foi feito com velocidade de 0,5mm/min e os valores expressos em MPa. Os resultados obtidos foram: A- 8,9; B-10,8; C- 10,8; D-10,8 e E- 10,3. O sistema adesivo Gluma/Lumifor mostrou-se efetivo e não houve interferências nas forças de cisalhamento, com ou sem realização de termociclagens e do tempo de armazenamento.

RETIEF et al.⁹⁵, em 1988, investigaram a relação da resistência ao cisalhamento, microinfiltração e formação de fenda marginal, resultado da contração de polimerização. Foram estudados os seguintes agentes de união dentinários: Gluma/Lumifor, Tenure/Perfection e Scotchbond 2/Silux. Os espécimes foram testados através das seguintes condições: 1- 15 minutos após a confecção dos corpos de prova, 2- armazenados em solução salina fisiológica a 37°C por 24 horas, 3- condição 2, mais termociclagem (250 ciclos entre 5 e 55°C), 4- armazenados em solução salina fisiológica a 37°C por 4 semanas e 5- condição 4, mais termociclagem (250 ciclos entre 5 e 55°C). O ensaio mecânico foi realizado com velocidade de 0,5mm/min e os resultados indicaram que a termociclagem e tempo de armazenamento não interferiram nos valores de resistência ao cisalhamento (exemplo em MPa: Scotchbond, 15 min- 6,9±2,3; 24 hs- 8,5±1,6; 24 hs+termoc- 8,5±1,6; 4 sem- 8,4±1,9 e 4 sem+termoc- 8,1±1,2). Altos valores de resistência às forças de cisalhamento para sistemas estudados, que resultam em restaurações livres de fendas, são desconhecidos. Não é possível relacionar testes laboratoriais de microinfiltração e força de união devido às grandes

variações na metodologia.

Em 1989, SMITH et al.¹⁰⁰ estudaram a resistência às forças de cisalhamento do adesivo Tenure/Perfection Restorative System, em dentina, relacionado com os efeitos de armazenamento e ciclagens térmicas. As amostras foram divididas em 6 grupos: A- imediatamente após a aplicação do adesivo/compósito; B- armazenamento em solução salina por 24 horas; C- condições do grupo B + termociclagens (250 ciclos entre 8 a 50°C); D- armazenados em solução salina por 2 semanas; E- condições do grupo D + termociclagem; F- armazenados em solução salina por 4 semanas; G- condições do grupo F + termociclagem. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,05mm/min e os resultados obtidos foram (MPa): A- $4,6\pm 2,5$; B- $6,6\pm 3,0$; C- $7,9\pm 2,7$; D- $3,4\pm 2,7$; E- $2,9\pm 1,8$; F- $2,7\pm 1,0$ e G- $3,4\pm 1,1$. Não houve diferenças significativas nos grupos com mesmo tempo de armazenamento com ou sem termociclagem. O tempo de armazenamento influenciou de maneira significativa nos valores de resistência ao cisalhamento.

BARKMEIER & COOLEY², em 1989, desenvolveram estudo laboratorial para avaliar a resistência ao cisalhamento de dez adesivos dentinários, relacionando-os com a integridade marginal. Foram utilizados os seguintes materiais: Bondilite\Herculite XR (B); Dentin Adhesit\Heliomolar (D); Dentin Bonding Agent\Adaptic II (A); Gluma\Lumifor (G); Dentin Adhesive\Estilux Posterior (E); Prisma Universal Bond\Ful-Fil (P); Scotchbond Dual Cure\P-30 (S); Scotchbond 2\P-50 (C) e Tenure\Marathon One (T). Preparados os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas antes do teste mecânico, que foi realizado com velocidade de 5mm/min. Os resultados obtidos, em MPa, foram: B- $1,7\pm 1,6$; D- $3,2\pm 3,8$; A- $6,8\pm 3,3$; G- $10,0\pm 4,2$; E- $1,7\pm 1,0$; P- $6,5\pm 3,3$; S- $3,4\pm 2,0$; C- $5,8\pm 2,8$ e T- $13,4\pm 3,8$. Margens em esmalte apresentaram menor grau de microinfiltração do que margens em dentina. A correlação entre estes testes, in vitro, ainda não pode ser

estabelecida.

Em outro estudo, neste mesmo ano, BARKMEIER & COOLEY³ avaliaram a resistência às forças de cisalhamento força de adesão e microinfiltração marginal do XR Bond\Herculite XR. O adesivo foi testado, em dentina, através de 2 técnicas: A- aplicação do XR Primer, seco com jatos de ar por 15 segundos, polimerizado por 10 segundos e aplicação de uma fina camada de XR Bond com pincel (recomendações do fabricante); B- modificada apenas na aplicação do XR Bond, o qual, depois de pincelado, foi submetido a jatos de ar. As amostras foram imersas em água destilada a 37°C por 24 horas e o ensaio mecânico foi determinado com velocidade de 5mm\min. A técnica recomendada pelo fabricante apresentou valores superiores ($15,6\pm 3,67$ MPa), quando comparada à técnica modificada ($8,5\pm 4,59$ MPa). Altos valores de resistência ao cisalhamento mostraram mínima microinfiltração.

Preocupados com a carência de valores de força de união dentinária consistentes, VAN NOORT et al.¹⁰⁹, em 1989, relataram uma crítica aos ensaios de resistência às forças de cisalhamento e tração, que podem levar a interpretações ambíguas dos dados. Essas variações nos valores de força de união estão sendo usualmente consideradas por relatos de diferentes procedimentos. Este estudo revelou que os testes de cisalhamento e tração são altamente dependentes da geometria dos aparatos e materiais envolvidos, e que a distribuição não uniforme e a sensibilidade dos detalhes, particularmente no ensaio de cisalhamento, são tais que não é possível fazer nenhuma relação prática entre os dois testes de adesão. Os autores concluíram que há necessidade de se padronizar estes procedimentos, para podermos comparar diferentes resultados obtidos universalmente.

RETIEF et al.⁹⁶, em 1989, determinaram os efeitos do tempo de armazenamento de dentes extraídos e de materiais utilizados para este fim, na resistência ao cisalhamento em dentina. Nesse estudo foi utilizado o adesivo Scotchbond 2 com o

compósito Silux. Dentes humanos foram armazenados em solução tamponada de formalina (A), cloramina 1% (B), etanol 70% (C), solução salina fisiológica (D), timol 0,05%. Cinquenta amostras foram armazenadas por dois dias (procedimentos A1 a E1) e mais cinquenta amostras armazenadas por 6 meses (procedimentos A2 a E2). Após o preparo dos corpos de prova, estes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e submetidos ao teste de cisalhamento com velocidade de 0,5mm/min. Os valores obtidos por ordem decrescente foram (MPa): D2- 12,4±4,4; A2- 11,2±3,4; D1- 10,9±3,4; B2-10,7±3,5; B1- 10,5±2,5; A1- 10,1±2,6; E2- 9,6±4,0; C2- 9,5±2,9; E1- 8,6±2,5 e C1- 7,8±2,0. Amostras armazenadas em etanol 70% e timol 0,05% apresentaram valores de resistência ao cisalhamento inferiores. Para cada ambiente de armazenagem, a variação do tempo não interferiu na resistência ao cisalhamento.

Também em 1989, CONN et al.²⁷ realizaram estudo de resistência às forças de cisalhamento, em dentina, de três adesivos: Gluma (G), Scotchbond 2 (S) e Mirage Bond I (M), e um experimental (agente condicionador com 2,5%NPG + 4% HNO₃, aplicado por 30 segundos e seco por 10 segundos, em seguida aplicada solução 5% PMDM em acetona por 60 segundos e secado por jatos de ar). Foi aplicado para todas as amostras o compósito Mirage Dual Cure e em seguida termocicladas. Os resultados foram (MPa): G: 4,8±2,3; M: 5,8±1,3; S 6,3±2,6 e Ex: 10,9±1,2. O grupo experimental apresentou valores de resistência ao cisalhamento superiores a todos outros grupos testados.

Agora em 1990, CHAPPELL et al.²² compararam a resistência às forças de cisalhamento de quatro adesivos dentinários e seus respectivos compósitos: Scotchbond 2/P-50, Tenure/Perfection, Dentin Adhesit/Heliomolar e Gluma/Lumifor. Todos corpos de prova foram armazenados em solução salina a 37°C por 72 horas até o teste mecânico, que foi realizado com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados obtidos foram respectivamente

(MPa): $22,9 \pm 10,8$; $14,4 \pm 10,4$; $5,6 \pm 4,0$ e $5,7 \pm 3,5$. Através da microscopia eletrônica verificou-se que o adesivo Scotchbond 2 apresentou fraturas coesivas e mistas, enquanto que todos outros adesivos tiveram fraturas predominantemente adesivas.

WENDT et al.¹¹¹, em 1990, estudaram o efeito de dois condicionadores dentinários, na resistência ao cisalhamento. EDTA (1-Gluma Cleanser) e ácido poliacrílico/maléico 1:1 (2-para remoção da "smear layer"), foram os tratamentos dentinários utilizados para todos os grupos. As amostras do grupo A foram armazenadas em água deionizada a 37°C por 15min e as dos grupos B e C armazenadas por 24 horas em água deionizada. O grupo C teve adição de termociclagem (250 ciclos de 8 a 50°C). Nos grupos D e E as amostras permaneceram armazenadas por 1 mês em água deionizada, tendo o grupo E recebido a mesma termociclagem do grupo C. O ensaio de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min e obtiveram-se os seguintes resultados (MPa): A1- $2,79 \pm 1,64$; A2- $4,69 \pm 2,68$; B1- $4,65 \pm 3,43$; B2- $4,72 \pm 2,82$; C1- $4,10 \pm 2,26$; C2- $6,10 \pm 3,48$; D1- $4,06 \pm 2,41$; D2- $7,28 \pm 3,94$; E1- $6,33 \pm 6,00$ e E2- $9,36 \pm 5,68$. A resistência ao cisalhamento das amostras armazenadas por longo período de tempo apresentou valores superiores, principalmente quando tratadas com solução de ácido poliacrílico/maléico.

KAMEL et al.⁵⁶, em 1990, desenvolveram estudo laboratorial do sistema Herculite XR. Foram aplicados XR Primer e XR Bond na superfície dentinária e em seguida o composto Herculite XR. Os espécimes foram armazenados em solução salina fisiológica a 37°C por 24 horas, e o teste de cisalhamento realizado com velocidade de 0,5mm/min. $15,4 \pm 3,7$ MPa foram os valores médios encontrados para este sistema adesivo. Dezesesseis, das vinte amostras testadas, fraturaram em dentina.

BARKMEIER et al.⁵, em 1990, compararam a resistência ao cisalhamento e microinfiltração do adesivo dentinário Prisma Universal Bond 2 (P) com a performance de

outros adesivos: Tenure (T), Gluma (G), XR Bond (X), Scotchbond (S). Todos os adesivos foram utilizados conjuntamente com os compósitos de mesma marca, e os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 5mm/min e os valores obtidos, em MPa, foram: P- 16,55±5,55; T- 18,07±5,39; G- 8,74±6,27; X- 9,43±2,70 e S- 8,78±3,36. Somente os adesivos PUB 2 e Tenure apresentaram fraturas coesivas, em dentina, (30% e 10% respectivamente). Mínima microinfiltração foi observada com o uso adesivo PUB 2.

Também em 1990, RETIEF et al.⁹⁴ investigaram duas modificações de aplicação adesivo Tenure/Perfection. A primeira modificação (P) em relação ao sistema original (O), se refere à redução de uma etapa de aplicação do adesivo. Já a segunda modificação (S) introduz o Tenure Solution A e B. Os espécimes foram testados 15 minutos após sua confecção e outros imersos em solução salina fisiológica a 37°C por 24 horas e 4 semanas, respectivamente antes do ensaio de cisalhamento (0,5mm/min). Os grupos armazenados, tiveram ou não ação de termociclagem (250 ciclos, entre 8 a 50°C). Os dados obtidos, em MPa, foram: 15min, O- 5,5; P- 4,6 e S- 4,8; 24 horas, O- 5,8; P- 6,6 e S- 8,0; 24 horas com termoc., O- 6,1; P- 7,9 e S- 5,7; 4 semanas, O- 4,7; P- 2,7 e S-3,2; 4 semanas com termoc.- O- 4,7; P- 3,4 e S-1,6. A resistência ao cisalhamento diminuiu com o tempo de armazenamento. Com relação a termociclagem, essa não produziu significantes interferências nos valores de resistência ao cisalhamento. A segunda modificação também foi testada com o uso do compósito Resin/Ultra-Bond, e a média dos valores foi de 12,8 MPa, com 8 dos 15 espécimes fraturados em dentina.

Em 1991, PRATI et al.⁸⁴ estudaram a resistência às forças de cisalhamento dez sistemas de união dentinária e suas combinações com diferentes compósitos: Scotchbond 2/Silux (S2), Superbond / Silux (SU), Gluma Bond/Clearfil New Bond/Lustre (GC), Clearfil

New Bond/Lustre (CL), Clearfil New Bond/Silux (CS), Gluma/Scotchbond DC/Silux (GS), Gluma Bond/Clearfil New Bond/Silux (GL), Gluma Bond/Resin L/Pekalux (GR), Gluma Bond/Scotchbond DC/Silux (GB), Gluma Bond/Resin L/Silux (GR), Scotchbond DC/Silux (SS), Scotchbond LC/Silux (SL), Prisma Bond/Silux (PS) e Dentin Protector/Heliobond/Silux (DH). As amostras foram armazenadas em umidade a 37°C por 24 horas e o teste de cisalhamento realizado com velocidade de 0,5cm/min. Análises de microinfiltração também foram realizadas, variando-se duas técnicas e materiais. Os valores para o ensaio de cisalhamento foram (MPa): S2- 13,02±4,55; SU- 12,58±3,92; GC- 9,36±3,83; CL- 7,92±2,81; CS- 7,12±2,81; GS- 6,22±3,19; GL- 6,06±1,83; GR- 3,99±1,43; GB- 3,34±1,81; GR- 3,24±0,67; SS- 3,00±1,10; SL- 2,88±1,01; PS- 2,89±0,78 e DH- 1,62±0,41. Os valores de microinfiltração (porcentagem de restauração por penetração de corante) para o adesivo Scotchbond 2 mostraram larga correlação com o método de aplicação do primer, o qual produziu aumento na resistência ao cisalhamento (com agitação do primer, valor médio de 13,02 MPa e 0,121 de microinfiltração e sem agitação do primer, valor médio de 6,61 MPa e 0,354 de microinfiltração). Os adesivos Scotchbond 2 e Superbond apresentaram os melhores desempenhos nesses dois aspectos avaliados.

Procurando uma combinação entre condicionadores e primers dentinários, MANABE et al.⁶⁴, em 1991, encontraram uma associação que foi eficaz na compensação da contração do compósito, resultante da fotopolimerização. Cavidades cilíndricas, em dentina, foram restauradas utilizando associações de dois diferentes agentes condicionadores (Gluma 2 e solução 0,5 mol/l de EDTA), três diferentes “primers” (Gluma 3, solução aquosa de HEMA 35% e mistura aquosa de HEMA 35% + glutaraldeído 5%) e três agentes resinosos intermediários (Gluma 4, Clearfil New Bond, Pyrofil Light Bond). O compósito utilizado para todas as combinações foi o Pekalux. A combinação de 0,5mol/L de EDTA (condicionador),

HEMA 35% com ou sem glutaraldeído 5% (primer) e do Clearfil New Bond (agente intermediário) obteve integridade marginal entre o compósito e as paredes cavitárias.

RETIEF⁸⁹, em 1991, estudou a resistência ao cisalhamento de adesivos dentinários de terceira geração, e em alguns deles relatou influências do tempo de armazenamento e termociclagem. Para os adesivos XR-Bonding/Herculite XR, Tripton/Opalux, Clearfil Photo Bond/Photo Clearfil, Optec Pentra Bond II/Pentra Fil II, Mirage Bond/Dual Cure Resin e PUB 2/Prisma APH, o teste de cisalhamento (velocidade de 0,5mm/min) foi realizado somente após o armazenamento das amostras, em solução salina fisiológica a 37°C por 24 horas. Os resultados foram respectivamente (MPa): 15,4±3,7; 12,8±3,4; 8,5±2,2; 7,2±2,0; 6,6±1,7 e 10,5±2,7. Já para os adesivos Gluma/Lumifor, Scotchbond 2/Silux e Tenure/Perfection, os espécimes foram submetidos ao ensaio mecânico após 15 minutos, com armazenamento em solução salina fisiológica por 24 horas e 4 semanas a 37°C e com ou sem termociclagem. Os adesivos Gluma e Scotchbond 2 não sofreram influências do tempo de armazenamento e termociclagens (exemplo- Gluma, 4 semanas sem termoc.-10,8±2,1 MPa e com termoc.- 10,3±1,4 MPa; Scotchbond 2, 24 horas sem termociclagem- 8,5±1,6 MPa e com termociclagem- 8,4±1,7 MPa). Já o adesivo Tenure apresentou redução na resistência ao cisalhamento após 24 horas com termociclagem (24 horas sem termociclagem- 8,0±4,0 MPa e com termociclagem- 5,7±4,7 MPa).

DICKINSON et al.³¹, em 1991, compararam a resistência ao cisalhamento de 4 adesivos dentinários: PUB 2, Mirage Bond, XR Bonding, All Bond uni-etch (32%) e All Bond all-etch (10%). O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min, 15 minutos e 24 horas (armazenados em água destilada a 37°C) após a aplicação do adesivo e do compósito (Herculite XR). Os resultados obtidos (MPa), para 15 minutos, foram respectivamente: 13,12±2,39; 7,49±2,45; 12,21±3,82; 14±1,63 e 11,37±2,47. Para 24 horas:

14,38±3,46; 7,21±2,58; 18,90±2,82; 14,07±4,31 e 14,33±3,37. Após 24 horas os adesivos All Bond all-etch e XR Bonding apresentaram-se mais efetivos. Todos esses sistemas mostraram-se superiores aos adesivos de primeira e segunda geração.

Neste mesmo ano, BARKMEIER et al.⁷ avaliaram a resistência ao cisalhamento do adesivo All Bond, em diferentes condições de tratamento dentinário. Nos grupos I, II, V e VI a dentina foi tratada com ácido fosfórico 10% por 15 segundos e lavada, sendo que nos grupos I e V a dentina foi ressecada com jatos de ar, enquanto que nos grupos II e VI ela foi deixada com umidade. Os grupos III, IV, VII e VIII tiveram tratamento dentinário com anidrido succínico- HEMA (SA-HEMA) por 30 segundos, sendo que nos grupos III e VII a superfície dentinária foi rigorosamente seca, enquanto que nos grupos IV e VII a dentina permaneceu umedecida. Para os grupos I, II, III e IV, o compósito Bis-Fil foi aplicado em matriz de plástico e para os outros grupos o mesmo compósito foi aplicado utilizando-se uma cápsula gelatinosa. Os espécimes foram imersos em água destilada a 37°C por 24 horas e submetidos ao ensaio de cisalhamento com velocidade de 5mm/min. Obtiveram-se os seguintes resultados (MPa): I- 23,66±7,68; II- 33,94±6,58; III- 27,25±7,05; IV- 27,21±6,30; V- 35,88±4,46; VI- 39,99±4,43; VII- 29,08±4,21 e VIII- 29,56±9,17. Os valores mais elevados foram obtidos para os grupos nos quais se utilizou a cápsula gelatinosa e onde a dentina foi tratada com ácido fosfórico seguida de branda secagem (dentina umedecida). Altos valores de resistência ao cisalhamento também foram obtidos com o uso de SA-HEMA e a dentina umedecida. Não houve diferenças quando se aplicou, o SA-HEMA e quando a dentina permaneceu extremamente seca e umedecida.

CHAPPELL et al.²³, em 1991, determinaram a resistência às forças de cisalhamento de 3 adesivos dentinários em conjunto com 3 compósitos: Superbond/ P-50, XR Bonding/ Perfection Universal Opaque Paste e Mirage Bond/ Perfection Universal

Translucent Paste. Todos corpos de prova foram armazenados em solução salina a 37°C por 72 horas. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min e os resultados obtidos foram respectivamente (MPa): 22,9±6,9; 14,1±5,6 e 7,9±4,9. Foi observado que as fraturas ocorridas para o adesivo Superbond foram todas coesivas (material ou dente) e para os outros dois, as fraturas foram adesivas.

CHIGIRA et al.²⁴, em 1991, conseguiram evitar a formação de fendas marginais estudando a discrepância marginal resultado da contração de polimerização de nove adesivos: Clearfil New Bond (CN), Clearfil Photo Bond (CP), Gluma 4 (G4), Pyrofil Light Bond (PY), Restobond 3 (R3), Scotchbond 2 (S2), Superbond D Liner (SD), Tokuso Light Bond (TO) e Visar Seal (VS). Quando a dentina teve pré-tratamento com solução 0,5 mol/l de EDTA e solução aquosa de gliceril metacrilato a 35% ou HEMA 35%, em quatro sistemas estudados, houve completa adaptação marginal (CN, CP, PY e SD). Quando os adesivos foram utilizados de acordo com as recomendações dos fabricantes somente o adesivo SD apresentou prevenção na formação de “gaps” marginais em 4 das 10 amostras. Este trabalho demonstrou que a desadaptação marginal é causada principalmente pela deficiência de agentes de união dentinária e que os materiais devem ser utilizados de acordo com as suas corretas sequências de aplicação.

Finalmente, KANCA III³⁸, em 1991, avaliou as aplicações odontológicas do adesivo All Bond, entre elas sua performance no substrato dentinário. Neste estudo foi utilizado ácido fosfórico 10%, e o primer (A+B) foi aplicado em dentina seca ou úmida. Após a aplicação do compósito Bisfil, os corpos de prova foram armazenados em água a 37°C por 24 horas e submetidos ao teste de cisalhamento com velocidade de 5mm/min. Os resultados mostraram que o All Bond apresentou valores de resistência ao cisalhamento superiores em dentina umedecida (29,34±4,09 MPa) do que em dentina seca (16,11±6,42 MPa). Em

substrato umedecido, 90% das fraturas observadas foram coesivas em dentina e estas ocorreram quando a adesão obtida era máxima.

Em 1992, TRIOLO JR & SWIFT JR.¹⁰⁶ estudaram a resistência ao cisalhamento de 10 sistemas adesivos, em dentina: Amalgambond, All Bond, Clearfil Photo Bond, PUB 3, Power Bond, XR Bonding, Scotchbond 2, Tenure, Gluma, Dual-Cure Scotchbond. Em todos os adesivos foi aplicado o compósito Silux Plus. Os corpos de prova foram então armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas até o ensaio mecânico com velocidade de 0,5cm/min. Foi realizado também a termociclagem com 600 ciclos e variação de 5 a 55°C. Os resultados foram respectivamente (MPa): 23,3±5,7; 19,3±5,6; 13,2±5,6; 12,0±5,6; 5,4±4,2; 4,5±7,9; 4,4±7,2; 2,8±4,0; 2,7±5,4 e 1,3±1,0. Os sistemas Amalgambond e All Bond apresentaram grande número de fraturas coesivas em dentina, indicando que a força de união destes superou a força coesiva da própria dentina. Os adesivos com valores de resistência ao cisalhamento intermediários, PUB 3 e Clearfil, tiveram falhas adesivas e coesivas. Para os outros sistemas testados, com valores menores, houve somente fraturas adesivas.

GWINNETT & KANCA III⁴⁶, em 1992, verificaram a relação entre resistência às forças de cisalhamento e formação da camada híbrida. Os grupos foram formados de acordo com o tratamento dentinário: 1- 10% ácido fosfórico, All Bond e P-50 (dentina seca); 2- Tenure Conditioner e Marathon; 3- similar grupo 1, mas sem condicionamento ácido; 4- similar grupo 2, mas sem condicionamento; 5- similar grupo 1, mas com dentina levemente umedecida; 6- PUB 3 e APH e 7- XR Bonding System e Herculite XR. Os espécimes foram imersos em água a 37°C por 24 horas até o teste de cisalhamento (5mm/min). Os resultados para cada grupo foram (MPa): 1- 17,98±8,94; 2- 18,10±7,62; 3- 10,24±2,98; 4- 6,54±1,97; 5- 29,43±3,36; 6- 11,13±2,52 e 7- 7,76±1,95. O substrato dentinário úmido (5) apresentou

valores de resistência ao cisalhamento significativamente superiores quando comparados com substrato seco.

CHAPPELL et al.²¹, em 1992, investigaram a resistência ao cisalhamento dos adesivos All Bond 2 com condicionamento (A), All Bond 2 sem condicionamento (B), Syntac (S), XR Bond (X) e Prisma Universal Bond 3 (P), comparando com o Superbond (U). Todos adesivos foram aplicados em dentina e associados ao compósito P-50. Os espécimes foram armazenados em solução salina 1 normal a 37°C por 72 horas, e o teste de cisalhamento realizado com velocidade de 0,5mm/min. Obtiveram-se os seguintes resultados (MPa): A- 13±6; B- 14±7; S- 12±7; X- 14±6; P- 11±5 e U- 23±7. Aparentemente todas fraturas tiveram natureza adesiva. Não houve diferenças na resistência ao cisalhamento entre os grupos testados, no entanto o adesivo Superbond apresentou valores superiores.

NATHANSON et al.⁷⁵, em 1992, compararam os valores de resistência ao cisalhamento utilizando a técnica do condicionamento total (ácido fosfórico 37% por 30 segundos) e o uso do primer recomendado pelo fabricante. Os materiais envolvidos nesse estudo foram (adesivo/compósito): Gluma/Lumifor, PUB 2/APH, Scotchbond 2/Silux e Tenure/Ultrabond. Os resultados obtidos, em MPa, foram respectivamente (condicionado/primer): 2,5 / 14,2; 2,9 / 8,7; 4,1 / 14,9 e 1,8 / 6,9. O uso das recomendações dos fabricantes produziu um aumento significativo na resistência às forças de cisalhamento, quando comparado à técnica do condicionamento total.

Buscando relação entre força de união e microinfiltração, PRATI et al.⁸⁵, em 1992, desenvolveram estudo em restaurações Classe I e em superfícies planas, com os seguintes materiais: Scotchbond DC/Silux, Tripton/Oclusin, Scotchbond 2/Silux e Clearfil PB/Photo Posterior. Os resultados, para os adesivos Scotchbond DC e Scotchbond 2, demonstraram uma relação inversamente proporcional, ou seja, altos valores de força de

união dentinária são associados com baixa microinfiltração e vice-versa. A força de união determinada em cavidades tridimensionais (Classe I) tiveram valores inferiores àquelas medidas em superfícies dentinárias planas. Medidas de microinfiltração por penetração de fluidos não teve efeitos aparentes na força de união.

FOWLER et al.⁴⁰, em 1992, estudaram variáveis na avaliação da resistência de união de 3 materiais, Scotchbond 2, Ketac-Fil e Vitrebond. Foram utilizados esmalte e dentina de dentes humanos e bovinos e testes de resistência ao cisalhamento e à tração (com 2 aparatos). Não houve diferenças estatísticas entre os testes de tração (16,17 MPa) e cisalhamento (14,99 MPa) para o adesivo dentinário Scotchbond 2. O teste de cisalhamento produziu maior número de fraturas adesivas, enquanto o de tração mostrou maior número de fraturas coesivas. Para o Ketac Fil em esmalte bovino, obteve-se 3,38 MPa (aparato 1) e 0,66 MPa com o aparato 2. Problemas com a preparação dos corpos de prova, "design", e alinhamento do teste com o aparato 2, parecem afetar os resultados. A resistência ao cisalhamento do material Ketac Fil em esmalte humano e bovino (3,98 MPa e 3,44 MPa respectivamente) foi comparado. Não houve diferenças significantes entre a resistência ao cisalhamento do adesivo Scotchbond 2 aplicado em dentina humana e bovina (5,38 MPa e 7,09 MPa). Outros resultados mostraram diferenças significantes para a aplicação do Ketac Fil em dentina humana e bovina (1,49 MPa e 2,51 MPa). Testes de cisalhamento são preferidos a testes de tração, os quais podem produzir diferenças dependendo do aparato usado. Valores maiores de resistência de união podem ser obtidos utilizando-se dentes bovinos.

BARKMEIER & JEFFERIES⁶, em 1992, avaliaram a eficiência de outros agentes condicionadores na adesão dentinária do Prisma Universal Bond 2 (PUB 2). Foi testada a resistência ao cisalhamento dos seguintes grupos: PUB 2 de acordo com instruções

do fabricante, Gluma Cleanser (EDTA) + PUB 2, Mirage Step 1 (ácido nítrico 2,5% e NPG) + PUB 2 e ácido fosfórico 37% + PUB 2. Os valores obtidos, em MPa, foram respectivamente: $18,05 \pm 3,29$; $16,45 \pm 3,29$; $10,13 \pm 2,89$ e $9,34 \pm 5,13$. O uso de outros condicionadores dentinários não melhorou a resistência ao cisalhamento do PUB 2.

RETIEF et al.⁹¹, em 1992, propuseram estudo para determinar a relação entre resistência ao cisalhamento e quantidade de microinfiltração em dentina. Foram avaliados 7 sistemas adesivos: All Bond/Bisfil (A), Syntac/Heliomolar (B), XR Bond/Herculite (C), Scotchbond 2/Silux (D), Denthesive/Charisma (E), PUB 2/Prisma APH (F) e Tenure/Perfection (G). Para o ensaio mecânico de cisalhamento, os espécimes foram imersos em solução salina a 37°C por 24 horas. Os resultados de resistência ao cisalhamento (MPa) e microinfiltração (μg de corante/restauração) foram: A- $17,2 \pm 3,6$ e $2,6 \pm 1,2$; B- $15,9 \pm 2,1$ e $2,6 \pm 1,0$; C- $15,4 \pm 3,7$ e $2,2 \pm 1,9$; D- $11,2 \pm 2,2$ e $3,1 \pm 2,9$; E- $10,7 \pm 3,7$ e $4,6 \pm 4,2$; F- $10,4 \pm 2,5$ e $2,6 \pm 2,5$; G- $8,2 \pm 3,9$ e $4,4 \pm 4,1$. Os resultados sugerem que resistência ao cisalhamento de ± 21 MPa pode reduzir a microinfiltração próximo de zero.

MILLER et al.⁷⁰, em 1992, avaliaram a resistência à força de tração do sistema adesivo Amalgambond utilizando o compósito P-50, 2 ligas de amálgama com alto conteúdo de cobre e 1 liga de gálio, em dentina. Todos os grupos tiveram a aplicação do adesivo e material restaurador de acordo com instruções do fabricante e as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas. Realizado o teste de tração com velocidade 1,0mm/min, observaram-se valores de 9,568 MPa para o compósito, muito superiores quando comparados aos valores obtidos para as ligas de amálgama e de gálio.

No ano de 1992, HASEGAWA et al.⁴⁸ determinaram a resistência ao cisalhamento do Amalgambond Adhesive System. Foram avaliados no estudo dois tempos de armazenamento após a aplicação do compósito Metafil-A: 1 minuto e 24 horas (armazenado

em solução salina a 37°C). O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min e os valores expressos em MPa: 6,64±1,72 (1 minuto) e 17,09±4,61 (24 horas). A resistência ao cisalhamento após 24 horas de armazenamento foi significativamente maior que após 1 minuto.

RETIEF et al.⁹², em 1992, determinaram os efeitos da aplicação do ácido fosfórico a 37% por 20 segundos, em dentina, na resistência ao cisalhamento (C) e microinfiltração (M). O adesivo All Bond/Bisfil foi aplicado sob duas condições: A- de acordo com o fabricante e B- após ataque ácido sobre dentina. Os espécimes foram imersos em solução salina fisiológica a 37°C por 24 horas, até o ensaio de cisalhamento (0,5mm/min). Os seguintes resultados foram obtidos: CA- 14,2±2,2 MPa; CB- 7,2±4,2 MPa; MA- 30,0±28,6 µg de corante/restauração e MB- 10,3±8,2 µg de corante/restauração. Com a remoção da "smear layer" obteve-se redução nos valores de resistência ao cisalhamento e decréscimo significativo na quantidade de microinfiltração.

DAVIS et al.²⁹, em 1992, compararam os efeitos do tratamento dentinário com ácido fosfórico 10% e ácido poliacrílico 40%, com a aplicação de agentes dentinários recomendados pelos fabricantes. Foram utilizados nesse estudo os adesivos Mirage Bond (M), All Bond (A), Prisma Bond 2 (P) e Scotchbond 2 (S), associados ao compósito P-50. Os espécimes foram armazenados em umidade 100% a 37°C por 24 horas, e o teste de cisalhamento realizado com velocidade de 0,1mm/min. Os resultados obtidos para os adesivos que tiveram aplicação de acordo com as instruções do fabricante, foram (MPa): M- 10,86±5,23; A- 10,78±7,03; P- 3,35±2,10 e S- 2,93±2,63. Verificou-se que não houve diferenças significativas nos valores de resistência ao cisalhamento entre tratamento com ácido fosfóricos 10% e utilização conforme as recomendações do fabricante. Quando a smear layer foi removida pelo ácido poliacrílico, obtiveram-se os valores mais baixos de adesão

(3,47±2,42 MPa).

KANCA III⁵⁹, em 1992, reportou os efeitos das variáveis de umidade dentinária na resistência ao cisalhamento. O adesivo All Bond foi aplicado após os seguintes preparos dentinários (concentração e tempo de aplicação do ácido fosfórico, em segundos / tempo de lavagem, em segundos / tempo de secagem, em segundos ou apenas remoção dos excessos de água): G1- 10%-30/10/10; G2- 10%-30/10/3; G3- 10%-30/10/dentina umedecida; G4- 37%-15/10/10; G5- 37%-10/10/dentina umedecida. Os espécimes foram imersos em água a 37°C por 24 horas e o teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 5mm/min. Os resultados foram os seguintes (MPa): G1- 16,38±6,59; G2- 16,11±6,42; G3- 29,34±4,09; G4- 3,35±2,14 e G5- 25,01±6,50. A superfície dentinária umedecida exibiu significativo aumento nos valores de resistência às forças de cisalhamento quando comparado com a dentina ressecada.

GWINNETT⁴⁵, em 1992, verificou os efeitos da aplicação de adesivos em dentina ressecada (S) ou umedecida (U). Para tal foi utilizado All Bond/P-50 (A), Amalgambond/P-50 (B), Mirage Bond/P-50 (M), Tenure/Marathon (T) e Gluma/Lumifor (G). Os espécimes foram imersos em água a 37°C por 24 horas até o ensaio de cisalhamento (5mm/min). Obtiveram-se os seguintes resultados (MPa): AS- 20,0; AU- 28,9; BS- 19,7; BU- 26,0; MS- 5,5; MU- 24,0; TS- 18,1; TU- 28,5; GS- 9,3 e GU- zero. A aplicação em dentina úmida apresentou aumento significativo nos valores de resistência ao cisalhamento, menos para o adesivo Gluma. Verificou-se também que em dentina seca ocorreu grande número de fraturas adesivas, enquanto que em dentina umedecida, 40 a 60% das fraturas foram coesivas em dentina.

Também no ano de 1992, NAKABAYASHI & TAKARADA⁷⁷ estudaram a influência do HEMA aplicado antes do adesivo 4-META/MMA-TBB. As amostras foram

divididas em dois grupos: G1- condicionamento com solução 10-3 ou 10-0 e aplicação do adesivo; G2- condicionamento com solução 10-3 ou 10-0, aplicação de solução HEMA 30% e adesivo. Todos corpos de prova foram armazenados em água a 37°C por 24 horas e submetidos ao teste de tração com velocidade de 2,0 mm\seg. Obtiveram-se os seguintes resultados (MPa): G1- 13,3±1,9(10-3); 4,9±0,5(10-0) e G2- 18,7±0,9(10-3) ; 7,2±1,5(10-0). Verificou-se aumento na resistência às forças de tração quando a solução de HEMA 30% foi aplicado antes do adesivo 4-META/MMA-TBB, pois esta aumenta a difusão do adesivo na estrutura dentinária.

Finalmente, no ano de 1992, SWIFT JR & TRIOLO JR¹⁰³ estudaram a influência da dentina umedecida, na força de união do sistema Scotchbond Multipurpose. O primer e o adesivo foram aplicados de acordo com instruções do fabricante e, após estes, foi inserido o compósito Z-100. Os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C sob temperatura ambiente e termociclados (300 ciclos - 5°C a 55°C). O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5cm/mm e os resultados mostraram que em dentina umedecida os valores (21,8±2,7 MPa) são superiores, quando comparados com a aplicação do sistema adesivo em dentina ressecada (17,8±5,4 MPa). No referido sistema adesivo, 100% das falhas ocorridas foram coesivas em dentina ou compósito.

Estudo relacionando a resistência às forças de cisalhamento com duas condições dentárias foi desenvolvido por PRATI et al.⁸⁶, em 1993. A permeabilidade dentinária foi avaliada com auxílio de aparato com pressão de 1,0 psi, e a espessura dentinária calculada com pinça calibradora. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm\min, e os resultados obtidos foram (MPa): XR Bond: 10,4(3,3); Scotchbond Multipurpose: 16,2(2,5); All Bond 2: 16,3(3,1) e Clearfil Liner Bond: 20,1(1,1). Altos valores de resistência ao cisalhamento e fraturas coesivas, encontrados para os três últimos adesivos,

são relacionados com a formação da camada híbrida.

Em 1993, CHAN et al.¹⁸ sugeriram a utilização do ácido nítrico como agente condicionador dentinária. Para tal formaram-se 5 grupos de acordo com o condicionamento: A- ácido fosfórico 37%; B- ácido nítrico 2,5% em etanol; C- ácido nítrico 5% em etanol; D- ácido nítrico 2,5% em água e E- ácido nítrico 5% em água. O condicionamento ácido, para todos os grupos, foi realizado por 15 segundos e, quando se utilizou o ácido nítrico, este não foi lavado. Todos os grupos tiveram aplicação do XR Primer, XR Bond e do XRV Herculite. As amostras foram armazenadas por 72 horas em água destilada antes do teste de cisalhamento, com velocidade de 1mm/min. Os resultados em MPa foram: A- 26,3±16,5; B- 18,2±8,6; C- 16,6±8,9; D- 16,4±7,0 e E- 15,1±7,6. Não foram encontradas diferenças nos tratamentos com ácido nítrico.

RETIEF et al.⁹³, em 1993, desenvolveram estudo para determinar a resistência ao cisalhamento e microinfiltração do adesivo dentinário Syntac. Foi utilizado o compósito Heliomolar, e os espécimes foram avaliados após 1 minuto de confecionados (A) e 24 horas (B) imersos em solução salina fisiológica a 37°C. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min e os valores expressos em MPa: A- 10,14±2,80 e B- 15,90±2,13. Após 24 horas, a resistência ao cisalhamento apresentou valores médios significativamente maiores. Os dados sugerem que a microinfiltração é consideravelmente reduzida (2,57µg corante/restauração) com a utilização do adesivo, porém não é completamente eliminada.

BURGESS et al.¹⁵, em 1993, investigaram a influência do tempo de armazenamento e termociclagem nos valores de resistência ao cisalhamento de cinco agentes de união dentinários. Após sua confecção, alguns corpos de prova foram armazenados em água deionizada por 24 horas e outros submetidos a termociclagem (2500 ciclos entre 6 a 60°C) e imersos por 3 meses em água em temperatura ambiente. O ensaio mecânico de

cisalhamento foi realizado com velocidade de 5mm/min e os resultados foram os seguintes (MPa): PUB 3, 24hs- 13,4±4,2 e 3 meses- 13,2±4,6; SBMP, 24 hs- 18,02±4,2 e 3 meses- 16,5±5,1; ART Bond, 24hs- 17,21±5,1 e 3 meses- 18,3±4,8; Optibond, 24 hs- 20,2±7,2 e 3 meses- 22,1 e All Bond 2, 24 hs- 20,23±6,2 e 3 meses 18,41±5,2. A termociclagem e o tempo de armazenamento não influenciaram os valores de resistência ao cisalhamento.

SCOTT & STRANG⁹⁷, em 1993, investigaram a resistência ao cisalhamento do adesivo Dentin Bonding Agent (Mirage ABC), em dentina. Nesse trabalho, as amostras foram divididas em 10 grupos e para todos houve a aplicação do ácido nítrico 2% por 60 segundos e, em seguida, aplicação de outra camada de NTG-GMA/PMGDMA. Uma resina sem carga foi aplicada em somente 5 grupos e outra resina com carga (Coltene Brilliant) foi aplicada em todos 10 grupos. Dois grupos, um sem e outro com carga foram submetidos ao teste de cisalhamento imediatamente após sua confecção. Outros grupos foram testados 24 horas, 1 semana, 1 mês e 6 meses após o preparo das amostras, sendo previamente armazenados em água a 37°C e submetidos à termociclagem (500 ciclos, entre 5°, 37° e 55°C). A resistência ao cisalhamento imediatamente após o preparo do corpo de prova (9,5 MPa) mostrou valores inferiores aos demais tempos medidos (13,5 MPa - 24 horas). O uso de resina sem carga não modificou os valores médios no mesmo período de tempo. Não houve diferenças estatísticas na resistência ao cisalhamento entre grupos submetidos ao armazenamento.

SILVA E SOUZA et al.⁹⁹, em 1993, determinaram a resistência ao cisalhamento do adesivo All Bond em duas condições: dentina tratada com Dentin Conditioner (ácido succínico 20% e HEMA) por 10 segundos (A) e dentina condicionada com All-Etch (ácido fosfórico 10%) por 15 segundos (B). Após a aplicação do adesivo foi inserido o compósito Bis-Fil-P e os espécimes imersos em solução salina fisiológica a 37°C

por 24 horas. Os valores, expressos em MPa, foram: A- $17,2\pm 3,6$ e B- $15,6\pm 3,7$. A resistência ao cisalhamento da dentina tratada com Dentin Conditioner ou All-Etch não apresentou diferenças no ponto de vista estatístico.

SHABKA & MOHSEN⁹⁸, em 1993, compararam a resistência às forças de cisalhamento de 3 adesivos dentinários: Scotchbond 2, Amalgambond e Gluma, utilizando o compósito P-50. O armazenamento dos corpos de prova foi feito em solução salina a 37°C por 48 horas. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min, e os resultados obtidos foram respectivamente (MPa): $20,3\pm 11,1$, $20,0\pm 10,7$ e $4,9\pm 3,0$. Através de microscopia eletrônica verificou-se que o adesivo Gluma apresentou predominantemente fraturas adesivas, enquanto os outros dois adesivos apresentaram fraturas combinadas (adesiva/coesiva) ou completamente coesivas (material ou dente).

No ano de 1993, MANDRAS et al.⁶⁵ realizaram estudo de resistência às forças de cisalhamento com 10 adesivos dentinários: Super Bond, XR-Bond, Tripton, Gluma, PUB-2, Scotchbond 2, Clearfil PB, Tenure, Optec Pentra e Mirage Bond. Após aplicação dos respectivos compósitos (Silux, Herculite XR, Opalux, Lumifor, Prisma APH, Silux, Photo CF Bright, Perfection, Pentrafill 2 e Mirage Resin) os corpos de prova foram armazenados em solução salina a 37°C por 24 horas, e o teste realizado com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados foram respectivamente (MPa): $18,3\pm 3,8$; $15,4\pm 3,7$; $12,8\pm 3,4$; $10,5\pm 4,6$; $10,4\pm 2,5$; $8,5\pm 3,3$; $8,5\pm 2,2$; $8,0\pm 4,0$; $7,2\pm 2,0$ e $6,6\pm 1,7$. A resistência ao cisalhamento dos adesivos Super Bond, XR Bonding e Tripton diferiram estatisticamente e tiveram valores médios superiores a todos outros adesivos. Trinta e cinco espécimes, de um total de 195, apresentaram fraturas coesivas em dentina, tendo 16 ocorrido com o adesivo XR Bonding.

No ano de 1994, McCABE & RUSBY⁶⁸ determinaram a resistência ao cisalhamento de dois agentes de união dentinária em duas condições. Foram utilizados os

adesivos Syntac (S) e ART Bond (A) e os compósitos Brilliant Dentine e P-50. Na primeira condição, o adesivo foi polimerizado antes da aplicação do compósito (S1 e A1) e na segunda o adesivo e o compósito foram polimerizados juntos (S2 e A2). As amostras foram armazenadas em água a 37°C por 24 horas, e o teste de cisalhamento realizado com velocidade de 1mm/min. Os valores obtidos em MPa foram: S1- 6,91±4,62; S2- 2,67±2,66; A1- 13,20±8,25 e A2- 4,98±5,24. Os autores concluíram que há necessidade de se polimerizar o adesivo previamente à aplicação do compósito.

PERDIGÃO et al.⁸³, em 1994, estudaram a resistência ao cisalhamento de quatro adesivos hidrófilos em diferentes níveis de mineralização dentinária: dentina normal (N), hipermineralizada (H) e desmineralizada (D). Os adesivos All Bond 2 (A), Scotchbond MP (S), Amalgambond (B) e PUB 3 (P) foram aplicados nessas 3 situações conjuntamente com o compósito Z-100. Os espécimes foram imersos em água destilada em temperatura ambiente por 1 semana e termociclados (2000 ciclos, entre 10 e 50°C). Utilizou-se a velocidade de 0,5cm/min para o teste de cisalhamento, e os resultados obtidos foram (MPa): AN- 16,84±4,06; AH- 12,07±3,11; AD- 2,93±1,67; SN- 16,14±2,21; SH-11,23±5,06; SD- 1,51±1,04; BN- 17,47±4,59; BH- 14,05±2,33; BD- 1,96±2,41; PN- 11,40±5,45; PH- 7,11±2,29 e PD- 4,58±2,92. Em dentina hipermineralizada os valores de resistência ao cisalhamento apresentaram-se muito superiores do que em dentina desmineralizada, exceto para o adesivo PUB 3. Dos 120 espécimes testados, na maioria deles ocorreram fraturas tipo adesiva. Onze amostras apresentaram fraturas com porção de dentina, sendo falhas coesivas em dentina típicas ocorridas nos grupos AN (2 falhas) e SN (3 falhas).

McGUCKIN et al.⁶⁹, em 1994, compararam a resistência ao cisalhamento de 6 sistemas adesivos e seus respectivos compósitos. Os materiais utilizados foram os seguintes: Denthesive/Charisma (D), Gluma/Pekalux (G), Prisma Universal Bond 3/Prisma APH (P),

Scotchbond 2/Silux Plus (S), Tenure/Perfection (T) e XR Bond/Herculite XRV (X). O estudo foi desenvolvido através de duas condições de tratamento dentinário, sem condicionamento (U) e condicionamento com ácido fosfórico, fornecido pelo fabricante, por 30 segundos (E). Os espécimes foram imersos em água corrente a 37°C por 24 horas e submetidos ao ensaio de cisalhamento com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados, expressos em MPa, foram: DU- 5,9±3,9; DE- 10,0±4,4; GU- 7,3±3,0; GE- 8,1±4,1; PU- 8,2±3,8; PE- 12,3±3,7; SU- 5,9±4,7; SE- 5,3±2,5; TU- 8,0±3,2; TE- 9,9±3,7; XU- 10,7±3,6 e XE- 12,7±4,5. O pré-tratamento dentinário, com ácido fosfórico, aumentou a força de união somente dos adesivos Dentesive, Prisma Universal Bond 3 e XR Bond.

Procurando identificar os parâmetros de formulação dos adesivos dentinários, sua importância clínica e avaliação da significância clínica dos testes “in vitro”, ELIADES³², em 1994, relatou o mecanismo de união, envolvendo tensão superficial, propriedades e estabilidade adesivas, substrato dentinário e funcionabilidade dos monômeros. Foram descritos, também, os princípios de aplicação, propriedades mecânicas, resistência química e polimerização destes agentes de união dentinária. A metodologia dos testes realizados na interface de união, como microinfiltração, formação de fenda marginal e resistência de união, foram revisados, para melhor se quantificar esta avaliação. Ensaio de resistência às forças de tração e cisalhamento foram descritos procurando associação com as condições “in vivo”. Seleção, preparo e armazenamento do substrato, simulação de pressão intrapulpar e circulação de fluidos dentinários e termociclagem dos corpos de prova se referem a pontos importantes na aproximação desses testes com o desempenho clínico. A identificação do tipo de fratura ocorrido na interface e relato da ação do adesivo podem ser feitos com auxílio de microscopia óptica e eletrônica de varredura. Os autores consideram um desafio a obtenção de resultados expressivos, com relevância clínica.

PERDIGÃO & SWIFT JR.⁸², em 1994, avaliaram a resistência ao cisalhamento do Clearfil Photo Bond, utilizando diferentes condicionadores: G1- dentina sem condicionamento; G2- dentina condicionada com K-etchant (ácido fosfórico 40% + sílica); G3- Uni-etch (ácido fosfórico 32% + polímero); G4- Ultra-etch (ácido fosfórico 10% + sílica), G5- All-etch (ácido fosfórico 10% + polímero) e G6- CA Agent (ácido cítrico 10% + cloreto de cálcio 20%). Em todos os grupos foi aplicado o compósito XRV-Herculite, e os corpos de prova armazenados por 48 horas em temperatura ambiente. Sofreram também 1000 ciclos de termociclagens com variações de temperatura de 10 a 50°C. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5cm/min. Os resultados obtidos foram (MPa): G1- 1,3±1,9; G2- 7,6±3,1; G3- 6,9±3,2; G4- 6,5±2,7; G5- 5,2±3,0 e G6- 15,9±3,9. Estatisticamente não houve diferenças entre os grupos G2, G3, G4 e G5. O grupo G6 apresentou os maiores valores de resistência ao cisalhamento, desmineralizando a dentina numa profundidade de 1 a 1,5µm.

AMORY & YVON¹, em 1994, avaliaram a relação entre adesivos (All Bond 2 e Scotchbond 2) com características dentinárias (número e diâmetro dos túbulos dentinários, superfície, dureza e concentração de Ca e P). Todos os corpos de prova foram restaurados com Bisfil-P e armazenados em água destilada sob temperatura ambiente por 24 horas. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min. As médias dos valores encontradas foram (MPa): AB2- 9,1±5,3 e SB2- 3,2±1,9. Somente o adesivo All Bond 2 apresentou fraturas do tipo coesiva em dentina (30%), mostrando que nesses casos a força de união superou a força coesiva da dentina, resultando em fratura da mesma. Os autores concluíram que a resistência ao cisalhamento independe dessas características estudadas.

CHAIN et al.²⁰, em 1994, estudaram a resistência ao cisalhamento do adesivo dentinário ART Bond System, em diferentes tempos de armazenamento, após a aplicação do

compósito Brilliant Dentin: A- 1 minuto; B-15 minutos; C- 24 horas; D- 1 semana e E- 4 semanas. Os corpos de prova dos grupos C, D e E foram imersos em solução salina a 37°C e fraturados com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram que nos períodos de 24 horas e 1 semana houve maior número de fraturas coesivas em dentina. Os valores de resistência ao cisalhamento obtidos foram (MPa): A- 13,07±3,59; B- 16,08±3,12; C- 18,17±3,44; D-17,54±5,35; E-17,91±2,61.

LEE & GREENER⁶³, em 1994, desenvolveram estudo a respeito da influência da potência de aparelhos fotopolimerizadores na resistência ao cisalhamento de três adesivos dentinários (Tenure\Marathon One, Scotchbond MP\Z-100 e Optibond\Herculite XRV). Os compósitos foram aplicados com dois comprimentos distintos de 2,1 e 3,25 mm e o diâmetro de 2,1mm igual para todos os grupos. As amostras foram armazenadas em umidade relativa (100%), a 37°C por 24 horas na ausência de luz. Os valores de resistência ao cisalhamento encontrados variaram entre 14 a 27 MPa e as fraturas dos espécimes foram predominantemente adesivas. Não foram encontradas relações entre potência do aparelho fotopolimerizador e a resistência ao cisalhamento em amostras de comprimento de 2,1mm (100-650 mW/cm²). A resistência ao cisalhamento do adesivo Optibond é independente da potência do fotopolimerizador e do comprimento do compósito, provavelmente devido a iniciadores químicos presentes na sua formulação.

HASEGAWA & RETIEF⁴⁷, em 1994, determinaram a resistência às forças de cisalhamento do adesivo Amalgambond associado a 4 sistemas restauradores experimentais: Metafil-A(com ou sem 4-META) e Metafil-Ex (com ou sem 4-META). Cento e vinte amostras tiveram a dentina tratada com Amalgambond Activator seguido de aplicação de um "primer" experimental (gliceril metacrilato 35%). Em 60 amostras uma mistura de Amalgambond Base e Catalyst foi aplicada, enquanto nas outras 60 este passo não foi

realizado. Cilindros dos compósitos foram inseridos na superfície de dentina preparada, e os corpos de prova armazenados em solução salina a 37°C por 24 horas para serem submetidos ao teste mecânico com velocidade de 0,5mm/min. A resistência ao cisalhamento é aumentada significativamente quando são aplicados Amalgambond Base e Catalyst (Metafil-A - 23,03±3,34 MPa e Metafil-Ex - 18,87±3,51 MPa), comparado com a não aplicação desse passo (Metafil-A - 7,87±1,97 MPa e Metafil-Ex - imensurável).

Preocupados com a metodologia dos testes de adesão em dentina, WATANABE & NAKABAYASHI¹¹⁰, em 1994, relataram a importância da padronização desses ensaios “in vitro”, para poder simular condições “in vivo”. Preferencialmente esses testes deveriam ser realizados na cavidade oral, o que é praticamente impossível. Devido à dificuldade de se obter dentes naturais, uma alternativa viável é a utilização de dentes bovinos, os quais apresentam condições e composição semelhantes ao humano. Outro ponto de grande discordância entre os autores é a respeito da escolha do tipo de teste a ser empregado. O teste de tração necessita de um aparato especial e há dificuldade em se aplicar a força de tração perpendicularmente à superfície dental. Já o teste de cisalhamento possui um aparato e metodologia mais simples e com menor influência de variações. Outro ensaio que pode ser empregado é o “push-out”. Termociclagens são mais utilizadas em análises de microinfiltração, no entanto certos autores tem aplicado esse procedimento para comprometer a estabilidade da união. Os autores relatam degradação do colágeno, utilizando altas temperaturas, que podem ocasionar maior número de fraturas coesivas em dentina. O armazenamento dos corpos de prova se faz geralmente a 37°C em água, por 24 horas. Longo tempo de armazenamento também tem sido realizado assim como mudança da solução em que as amostras são imersas. Para análise das fraturas obtidas e da superfície dentinária, são utilizados microscópios eletrônicos de transmissão e varredura.

Em 1994, BARKMEIER & ERIKSON⁴ realizaram estudo envolvendo o adesivo Scotchbond Multi-Purpose. Após aplicação do adesivo e do compósito P-50 em dentina humana e bovina, os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 5mm/min, e os resultados foram os seguintes (MPa): dente humano 25,5±7,5 e bovino 23,4±4,9. Para os corpos de prova com dentes humanos foram observados 40% de fraturas coesivas em dentina e 60% de fraturas na interface da união. Em dente bovino 90% das falhas foram coesivas em dentina.

CHIGIRA et al.²⁵, em 1994, estudaram a relação entre máxima contração de polimerização e resistência à tração de 15 adesivos dentinários. O estudo desenvolveu-se sob duas condições: aplicação de acordo com instruções do fabricante (1) e com prévia aplicação dentinária de uma combinação de EDTA, gliceril metacrilato 35% (GM) e Clearfil Photo Bond. Como compósito foram utilizados Silux Plus e P-10. Os espécimes foram imersos em água em temperatura ambiente (24±1°C) por 24 horas e o ensaio de tração realizado com velocidade de 5mm/min. Os valores obtidos, em MPa, foram: Syntac, 1- 20,0±6,6 e 2- 23,4±6,2; All Bond All Etch, 1-19,5±5,9 e 2- 20,0±4,6; Superbond D-Liner, 1-19,1±5,9 e 2- 18,8±4,4; Controle, 1- 18,5±4,0 e 2- 18,5±4,0; Clearfil Liner Bond, 1- 17,0±5,7 e 2- 21,0±6,7; All Bond, 1- 13,5±6,0 e 2- 20,6±4,1; Gluma, 1- 13,2±3,8 e 2- 20,8±5,9; Tenure, 1- 11,3±5,9 e 2- 17,4±4,1; XR-Bond, 1- 9,7±2,5 e 2- 20,9±5,3; Scotchbond 2, 1- 9,2±5,1 e 2- 24,4±5,5; Tripton, 1- 7,7±4,3 e 2- 14,6±6,2; Gluma 2- 1- 6,4±2,5 e 2- 21,0±5,3; Prisma Universal Bond 2, 1- 5,3±2,8 e 2- 15,7±6,0; Pertac, 1- 3,4±2,3; Mirage, 2- 19,3±5,5 e Restobond 3, 1- 4,9±1,5 e 20,7±4,4. Com exceção dos adesivos Superbond D-Liner, All Bond, Clearfil Liner Bond e Syntac, todos restantes apresentaram significante aumento na resistência à tração pela aplicação prévia da combinação do EDTA, GM e Clearfil Photo

Bond. Houve baixa relação entre resistência às forças cisalhamento e máxima contração de polimerização.

A relevância clínica dos estudos laboratoriais de novos materiais odontológicos foi relatada, através da visão pessoal, por VAN NOORT¹⁰⁸, em 1994. Nesse estudo o autor cita os estágios de desenvolvimento dos materiais odontológicos recém-lançados no mercado e comenta que nem sempre os testes laboratoriais reproduzem a realidade clínica. Além disso, grande atenção deve ser dada, quando utilizamos esses novos materiais, procurando respeitar suas limitações mecânicas e as melhores indicações como restauradores de estruturas dentais.

FORTIN et al.³⁹, em 1994, determinaram a resistência ao cisalhamento de 7 sistemas adesivos relacionando com o grau de microinfiltração. Os agentes de união dentinária utilizados foram: All Bond 2 (A), Clearfil Liner Bond (C), Gluma 2000 (G), Imperva Bond (I), OptiBond (O), PUB 3 (P), Scotchbond Dual Bond (D) e SBMP (S). Para todos os grupos foi utilizado o compósito Silux Plus. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas e submetidos à termociclagem (500 ciclos de 5°C a 55°C). A velocidade para o teste mecânico foi de 5mm/min e os resultados encontrados foram (MPa): A- 9,4±3,8; C- 13,3±2,3; G- 2,1±1,1; I- 8,1±2,8; O- 12,9±1,5; P- 9,9±1,9; D- 1,9±0,8 e S- 10,5±3,5. Os adesivos O, C, e P apresentaram os menores graus de microinfiltração, entretanto P não teve diferenças significativas de S e A. Os sistemas S, A, I, G e D também não diferiram significativamente. Embora não tenha havido uma correlação clara entre resistência ao cisalhamento e microinfiltração, é observada uma tendência nesta relação. Também foi observado que o tipo de compósito apresentou importante fator na formação primária de desadaptação marginal, e a força de união não foi indicador adequado no selamento eficaz das restaurações.

HOLTAN et al.⁵⁰, em 1994, avaliaram a força de união de seis adesivos

dentinários: Scotchbond 2 (S2), Syntac (SY), Denthesive (DE), All Bond 2 (AB), XR Bond (XR) e Scotchbond Multi-Purpose (SB). Conjuntamente com os adesivos foi utilizado o compósito Silux e, após aplicação deste, as amostras foram armazenadas em temperatura ambiente por 24 horas. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min, e os resultados obtidos foram (MPa): S2- $4,9\pm 3,0$; SY- $13,5\pm 2,0$; DE- $3,5\pm 1,7$; AB- $6,2\pm 4,1$; XR $17,1\pm 5,1$ e SB- $15,9\pm 6,5$. Foi notada, nos corpos de prova dos grupos XR e SB, a presença de fraturas coesivas em compósito e dentina, e ausência de falhas adesivas. A resistência ao cisalhamento desses dois adesivos mostrou-se superior a todos os outros grupos do ponto de vista estatístico.

Também no ano de 1994, TITLEY et al.¹⁰⁵ avaliaram a influência da aplicação do primer na resistência às forças de cisalhamento. Nesse estudo foi utilizado o adesivo Scotchbond Multi-Purpose, compósito Z-100 e dentes bovinos, os quais foram submetidos ao teste mecânico, com velocidade de 0,5cm/min, após armazenamento em água a 37°C por 24 horas. Com aplicação de uma camada de primer obtiveram-se valores de 18,3 MPa, aplicando-se duas camadas observou-se um aumento significativo nos valores de resistência ao cisalhamento (23,1 MPa). Pouco ou nenhum aumento foi observado com aplicação da terceira camada. A adição de mais de uma camada, promove maior molhamento do colágeno da zona desmineralizada e aumento da penetração dos monômeros, resultando desta forma, em maiores valores de resistência ao cisalhamento. Através de microscopia eletrônica observaram-se fraturas do tipo adesiva, coesiva e combinada.

Em 1995, PRATI et al.⁸⁷ realizaram estudo relacionando permeabilidade dentinária com a resistência ao cisalhamento de quatro adesivos dentinários. Foram utilizados nesse trabalho os adesivos All Bond 2 (A), Clearfil Liner Bond (C), Scotchbond MP (S) e XR Bond (X), juntamente com os respectivos compósitos. A permeabilidade dentinária foi

calculada utilizando um aparato de pressão hidráulica, e a aplicação do adesivo e compósito foi realizado sob pressão fisiológica pulpar (6,9 kPa). Ao mesmo tempo, a espessura de dentina era medida com o auxílio de uma pinça calibradora. Todos os corpos de prova foram armazenados sob pressão de 6,9 kPa e imersos em água por 24 horas em temperatura ambiente ($27\pm 1^\circ\text{C}$). O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min e os resultados obtidos foram (MPa): A- $16,4\pm 3,1$; C- $20,2\pm 1,5$; S- $16,3\pm 2,4$ e X- $10,4\pm 3,3$. Falhas coesivas e mistas, envolvendo dentina, foram observadas em 50% das amostras.

TRIOLO JR et al.¹⁰⁷, em 1995, determinaram a resistência às forças de cisalhamento de 6 sistemas adesivos em dentina: All Bond 2 (A), SBMP(S), Imperva(I), Optibond(O), Probond(P) e Permagem(E) associados à resina composta Triad Inlay/Onlay Composite. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas e submetidas ao teste de cisalhamento com velocidade de 5mm/min. Após a fratura dos corpos de prova, os resultados obtidos foram (MPa): A- $21,4\pm 7,8$; S- $23,1\pm 2,6$; I- $19,8\pm 6,1$; O- $19,7\pm 3,6$; P- $16,3\pm 4,5$ e E- $16,2\pm 3,0$. Fraturas coesivas em dentina, que demonstram as excelentes características adesivas, ocorreram em 100% das amostras com o uso do adesivo SBMP e 60% com o uso do All Bond 2. Não houve diferenças significativas nos valores de resistência ao cisalhamento entre os adesivos A, S, I e O. Os adesivos A e S apresentaram força de união significativamente superiores aos adesivos P e E.

DE GOES et al.³⁰, em 1995, estudaram o efeito dos tipos de espessantes usados nos géis condicionadores sobre a resistência de união dentinária. Foram utilizados o adesivo dentinário Scotchbond MP, duas marcas comerciais de condicionadores ácidos, All Etch 10%(semi-gel, contendo agente espessante polimérico) e Scotchbond Etching Gel 35% (contendo 3,5% de dióxido de silício) e o compósito Z-100. Os espécimes foram armazenados em 100% de umidade relativa a 37°C por 24 horas e submetidos ao ensaio de

cisalhamento com velocidade de 6 mm/min. Os valores não demonstraram diferenças estatisticamente significantes com o uso dos condicionadores (4,24±0,14 MPa - Scotchbond Etching e 4,84±0,19 MPa - All Etch).

Neste mesmo ano, MAURO ⁶⁷, estudou os efeitos do condicionamento dentinário e concentrações ácidas na resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos. Preparadas, as superfícies dentinárias tiveram aplicação ou não (SC) de ácido fosfórico 10% (AF1), ácido fosfórico 37% (AF3) ou ácido maléico 10% (AM1). Cilindros de resina composta foram confeccionados após a aplicação de 5 diferentes adesivos. Os valores médios de resistência de união, em MPa, para as interações entre materiais e tratamentos superficiais foram: Prisma Universal Bond 3, SC- 10,79, AF1- 16,44, AF3- 14,36; Scotchbond Multiuso, AM1- 21,28, AF1- 16,72, AF3- 19,28; Multi-Bond Alpha, SC- 5,19, AF1- 10,47, AF3- 8,72; All Bond 2, SC-10,66, AF1-19,91, AF3- 15,87; Pro-bond, SC-11,41, AF1- 9,81, AF3- 14,68 e AM1- 12,02. Os testes estatísticos aplicados à esses valores permitiram afirmar que os tratamentos dentinários com AF1 e AF3, determinaram um melhor desempenho dos sistemas adesivos, com uma supremacia adesiva do sistema Scotchbond Multi-Use sobre os demais, assim como, uma semelhança de comportamento entre os adesivos All Bond 2, PUB 3, Pró-Bond, e com o sistema adesivo Multi-Bond Alpha, apresentando o pior desempenho adesivo.

NERY et al. ⁷⁸, em 1995, utilizaram All Bond 2 (AB2) e Scotchbond 2 (SB2) em estudo de resistência à forças de cisalhamento. As superfícies dentinárias tiveram a aplicação do adesivo e do compósito (P-50) em 3 profundidades: superficial (S), média (M) e profunda (P). Todos corpos de prova foram armazenados a 37°C por 24 horas em água. O teste foi realizado com velocidade de 1mm/min. Os resultados obtidos foram (MPa): AB2-S: 24,8±4,5, M: 23,9±5,1 e P: 24,4±5,7 ; SB2-S: 10,3±3,1, M: 7,1±1,1 e P: 6,3±3,5. O adesivo AB2 apresentou 31% de fraturas adesivas e 68% de combinadas, sendo a fratura em dentina,

que mais ocorreu. Já o adesivo SB2 apresentou 95% de fraturas adesivas e 7% de combinadas. Os autores concluíram que os valores de resistência ao cisalhamento do AB2 são independentes da profundidade dentinária, o que não ocorre com o SB2.

No estudo de FANNING et al.³⁷, em 1995, foram utilizados três adesivos dentinários acrescidos ou não de sua respectiva modalidade com carga : All Bond 2, All Bond 2 + Liner F adhesive, Amalgambond Plus, Amalgambond Plus + High Performance Additive to the adhesive, Optibond Multipurpose systems e Optibond Multipurpose systems + Dual-Cure Adhesive. A aplicação dos adesivos foi realizada de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes. Após a aplicação da resina composta (Herculite XRV- Kerr), os corpos de prova foram armazenados a 25°C por 72 horas. Decorrido esse tempo, os corpos de prova foram submetidos a 200 ciclos de termociclagens com intervalos de tempo de 30 segundos e variações de 6 a 60°C de temperatura. O teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 5mm/min e, após esse ensaio, as superfícies fraturadas foram observadas em microscopia estereobinocular. Os resultados, expressos em MPa e a relação dos tipos de fratura Adesiva(A)\Coesiva (C) foram : All Bond 2: 10,09 e 10/0, All Bond (carga): 13,59 e 8/2, Amalgambond: 14,22 e 10/0, Amalgambond (carga): 16,04 e 9/0, Optibond: 16,84 e 1/9 e Optibond (carga); 18,59 e 1/8. Os autores concluíram que o adesivo Optibond apresentou as maiores médias de resistência ao cisalhamento e que não houve diferenças estatísticas nos sistemas, quando se utilizaram ou não adesivos com carga. Para o adesivo All Bond, utilizado com carga, 20% das falhas observadas foram coesivas em dentina.

Também no ano de 1995, ÖLMEZ & ULUSU⁸¹ realizaram estudo de resistência às forças de tração utilizando Amalgambond Plus com HPA, em dentina. Após a aplicação do adesivo e inserção do compósito, Superlux Molar, os corpos de prova foram armazenados em água por 24 horas e submetidos ao teste de tração com velocidade de

2,8mm/min. A média dos valores encontrados foi de $6,40 \pm 2,17$ MPa, e 76% das fraturas foram combinadas (adesiva /coesiva) e 24% foram adesivas.

No ano de 1996, KELSEY et al.⁶⁰ avaliaram a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos multicomponentes e de monocomponentes, em dentina e esmalte. Foram envolvidos nesse estudo os adesivos ProBond, Prime & Bond 2.0 e One Step e os compósitos TPH e Triad (compósito indireto cimentado com Enforce). Em dentina tivemos valores de $15,05 \pm 6,94$ MPa para um adesivo monocomponente/TPH e em esmalte $27,43 \pm 7,35$ MPa para o ProBond/TPH. Significantes diferenças foram dependentes do substrato e agente de união e não do tipo de compósito empregado. Foi notado que os valores de resistência ao cisalhamento em esmalte foram similares, assim como para os valores em dentina. A força de união ao esmalte foi significativamente maior do que em dentina, exceto para o adesivo ProBond.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, JIA et al.⁵², em 1996, avaliaram a força de união dentinária de novos agentes de união dentinária e outros adesivos: One-Step (O), Prime & Bond 2.0 (P), experimental monocomponente (E), All Bond 2 (A) e Bond It (B). As amostras preparadas foram imersas em água a 37°C por 24 horas e testadas por meio de ensaio de cisalhamento (0,5mm/min). Os resultados são os seguintes (MPa): A- $24,2 \pm 3,5$; B- $24,8 \pm 2,8$; E- $20,5 \pm 3,2$; O- $19,6 \pm 3,8$ e P- $18,5 \pm 5,6$. Não houve diferenças estatísticas entre os grupos. Os adesivos de múltiplos componentes mostraram maior número de fraturas coesivas em dentina.

YOU & POWERS¹¹², em 1996, estudaram a força de união de adesivos, empregados em dentina umedecida. Foram utilizados o Prime & Bond 2.0/TPH (P) e Tenure/Tenure S/Marathon (T), aplicados no substrato dentinário sob três condições: seca (S), umedecida (U) e molhada (M). As amostras foram armazenadas em água por 1 e 24

horas a 37°C e submetidas ao teste de tração com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados, expressos em MPa, foram: para 1 hora, PS- 7,4±1,0; PU- 16,2±4,6; PM- 16,7±4,4; TS- 18,2±4,6; TU- 16,5±1,4 e TM- 11,8±5,0; e para 24 horas, PS-11,8±3,7; PU- 23,2±2,7; PM- 17,6±4,9; TS- 18,9±8,2; TU- 20,3±6,2 e TM- 23,2±4,9. Após 24 horas ambos agentes de união apresentaram aumento nos valores da resistência à tração. Em dentina úmida, após 24 horas, o adesivo Prime & Bond 2.0 apresentou valores superiores. Nesse mesmo período de tempo, Tenure produziu aumento na resistência à tração, quando a dentina se apresentou molhada. Em dentina seca, para ambos tempos de armazenamento, o adesivo Tenure teve melhores resultados do que o Prime & Bond. Ambos adesivos são afetados pela condição de umidade do substrato dentinário.

Nesse mesmo ano, HAWS et al.⁴⁹ determinaram a resistência ao cisalhamento em dentina, utilizando diferentes métodos de aplicação do “primer”. Seis grupos foram formados, sendo que nos grupos 1,2 e 3 usou-se Scotchbond MP e nos grupos 4, 5 e 6 o OptiBond. Nos grupos 1 e 4, o primer foi aplicado por 5 segundos e seco gentilmente por 5 segundos. Os grupos 2 e 5 tiveram aplicação do “primer” por 30 segundos e permanecidos em repouso pelo mesmo tempo. Já nos grupos 3 e 6 o “primer” foi aplicado por 30 segundos e gentilmente seco por 5 segundos. O compósito Z-100 foi utilizado por todos os grupos, e os espécimes imersos em água destilada por 48 horas. A termociclagem (300 ciclos, entre 5 e 55°C) também foi realizada e o ensaio de cisalhamento com velocidade de 5mm/min. Os valores, obtidos em MPa para os grupos, foram os seguintes: 1- 16,70±3,91; 2- 19,22±3,42; 3- 19,53±3,09; 4- 15,83±2,84; 5- 18,05±3,82 e 6- 19,01±2,96. Os métodos de aplicação do primer não produziram diferenças na resistência ao cisalhamento.

CHO & SWIFT JR²⁶, em 1996, avaliaram os efeitos do tempo do condicionamento ácido, em dentina, na resistência ao cisalhamento. Os espécimes tiveram a

aplicação de ácido fosfórico 35% (F) ou ácido maléico 10% (M), nos períodos de tempo de 15, 30, 60 e 120 segundos, formando oito grupos. Após o ataque ácido foi aplicado o adesivo Scotchbond Multi-Purpose. As amostras foram armazenadas em água por 3 semanas e termociclados (300 ciclos entre 5 e 55°C). Os resultados obtidos em MPa foram: 15 seg., F- 8,7±1,6 e M- 8,3±1,8; 30 seg., F- 9,4±1,4 e M- 8,0±2,4; 60 seg., F- 12,0±2,1 e M- 9,2±1,2; 120 seg., F- 7,0±2,0 e M- 7,2±1,7. A resistência ao cisalhamento quando houve aplicação do ácido fosfórico por 60 segundos, foi superior a todos outros grupos. Os sete grupos restantes apresentaram semelhantes valores médios. Os resultados sugerem que o tempo excessivo de condicionamento ácido não afeta a resistência ao cisalhamento do adesivo usado.

FREYER et al.⁴¹, em 1996, investigaram os efeitos da remoção dos excessos de água, após o ataque ácido dentinário, sobre a resistência ao cisalhamento. Três adesivos foram testados: Prime & Bond, Bond Wet e Scotchbond Multi-Purpose Plus. Duas técnicas para remoção dos excessos de água foram realizadas, sendo a primeira com o uso de jatos de ar e a segunda com bolinha de algodão. O compósito Z-100 foi utilizado para todos os grupos, e o ensaio mecânico realizado com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatísticas entre as duas técnicas, e as médias foram respectivamente MPa: 24,9±6,0; 15,7±6,2 e 16,7±5,6. O adesivo Prime & Bond apresentou os melhores resultados.

SWIFT JR et al.¹⁰⁴, em 1996, avaliaram os efeitos, na resistência ao cisalhamento, da aplicação de várias camadas de adesivos monocomponentes em dentina. O adesivo One Step/Aelitefil teve aplicação de 2 (controle), 4 e 6 camadas, enquanto que o Prime & Bond/TPH teve aplicação de 2 (controle), 3 e 4 camadas. Os corpos de prova foram armazenados em água por 24 horas antes do teste de cisalhamento. As médias, expressas em MPa, foram: One Step, 2- 7,7(2,3); 4- 3,8(2,5) e 6- 4,2(2,0); Prime & Bond, 2- 13,1(2,2); 3-

9,7(3,2) e 4- 10,8(2,4). A aplicação de camadas adicionais do adesivo não aumentou a resistência ao cisalhamento.

GARCIA-GODOY et al.⁴³, em 1996, determinaram a resistência ao cisalhamento de dois novos adesivos dentinários, Prime & Bond e Clearfil Liner Bond 2, sendo o compósito TPH utilizado para ambos. Os espécimes (oito para cada grupo) foram imersos em água deionizada por 48 horas e termociclados (500 ciclos, entre 6 a 60°C). O teste de adesão foi realizado com velocidade de 0,5mm/min e os resultados foram (MPa): Prime & Bond 2.0- 21,35±6,55 e Clearfil Liner Bond 2- 21,65±5,20. Não houve diferenças estatísticas entre os valores de resistência ao cisalhamento para os dois materiais. Fraturas coesivas em compósito ocorreram em maior número. Amostras do adesivo Prime & Bond 2.0 e do Clearfil Liner Bond 2 apresentaram falhas coesivas em dentina.

JAKOB et al.⁵¹, em 1996, avaliaram os efeitos de armazenamento e termociclagem na resistência ao cisalhamento e formação de fenda marginal dos seguintes adesivos dentinários: All Bond 2/Brilliant (A), ART Bond/Brilliant (B), Gluma 2000 plus/Pekafil (G), Optibond/Herculite XRV (O), Scotchbond MP/Z-100 (S) e Syntac/Tetric (Y). O teste de resistência ao cisalhamento foi realizado após 1 hora de confeccionados os corpos de prova (1) e após 6 meses de armazenamento em água a 37°C e sob termociclagem de 1500 ciclos, entre 5 e 55°C (2). As seguintes médias foram calculadas (MPa): condição 1, A- 30,8±6,0; B-40,1±10,0; G- 23,0±5,1; O- 37,6±7,9; S- 16,1±8,5 e Y- 33,2±9,0; condição 2, A- 30,2±5,0; B-46,0±13,2; G- 21,5±5,3; O- 47,9±13,0; S- 29,3±7,4 e Y- 46,9±15,5. Após 6 meses, a formação de fenda marginal foi aumentada para os adesivos All Bond 2, ART Bond e Gluma 2000 plus. Os sistemas adesivos mostraram significantes diferenças entre os tempos de armazenamento. A maioria dos sistemas mostraram duradouras forças de resistência ao cisalhamento. Não há clara correlação entre força de união e formação de fenda

marginal.

MASON et al.⁶⁶, em 1996, realizaram testes “in vivo” e “in vitro” de resistência ao cisalhamento de 4 sistemas adesivos: All Bond 2/Z-100 (A), Scotchbond MP/Z-100 (S), Clearfil Liner Bond/Clearfil Photo Posterior (C) e Optibond/Herculite XRV (O). No teste “in vivo” as amostras foram preparadas em dentina, após desgaste da face oclusal de terceiros molares, que foram cuidadosamente extraídos após 1 semana e armazenados em água destilada a 23°C por, no máximo, 10 dias. O teste “in vitro” foi realizado em dentina de dentes extraídos, sendo as amostras submetidas a termociclagem (500 ciclos entre 5 e 55°C) e armazenamento, conforme o teste “in vivo”. O ensaio de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5mm/min e os resultados foram os seguintes (MPa): “in vivo”, A- 14,1±1,6; S-16,5±1,9; C- 12,3±2,7 e O- 14,6±1,5; “in vitro”, A-9,8±2,7; S- 18,7±2,0; C- 11,1±2,0 e O- 12,5±3,0. “In vitro”, o adesivo Scotchbond MP apresentou valores estatisticamente superiores quando comparados aos demais materiais utilizados. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os adesivos S, A e O, “in vivo”. Somente o adesivo All Bond 2 apresentou diferença significativa na força de união entre estudos “in vivo” e “in vitro”. Resultados “in vivo” confirmam a validade dos testes “in vitro” para os adesivos estudados. O adesivo Scotchbond MP apresentou número de fraturas adesivas, coesivas e combinadas parecido, e o tipo de fratura encontrado no All Bond 2 foi predominantemente adesiva. Os autores concluíram que falhas coesivas em dentina são propriedades superiores desses sistemas.

3. MATERIAL E MÉTODOS:

3.1- Estudo piloto e delineamento experimental:

O início deste trabalho experimental constituiu de um estudo piloto utilizando-se de dez repetições para cada um dos quatro grupos a serem avaliados. Através de análise estatística, dos dados obtidos, observou-se um alto coeficiente de variação (31,12%), sugerindo a necessidade de um aumento no número de repetições por grupo. Estatisticamente, sugeriu-se 27 repetições para cada grupo, objetivando desta forma uma maior padronização dos resultados.

O fator em estudo, neste trabalho, foi a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos em quatro níveis. As unidades experimentais foram cento e oito superfícies dentárias, nas quais foram aplicados os adesivos/compósitos em uma única etapa e em seqüência aleatória, tentando reduzir o erro padrão. A variável, sistema adesivo, foi avaliada quantitativamente, através de ensaio mecânico em máquina universal de ensaios* .

3.2- Preparo, inclusão e polimento:

Para o preparo das amostras, foram utilizados 54 dentes pré-molares humanos hígidos, armazenados em solução tamponada de formol 2% (pH 7,0), imediatamente após a

* Kratos

extração⁹⁶. Removidos os debris, com auxílio de curetas², os dentes foram polidos com taça de borracha^{*}, pedra pomes^{*} e água, em baixa rotação⁷, e lavados com água destilada. As raízes foram cortadas e desprezadas, sendo a porção coronária seccionada no sentido mesio-distal, com auxílio de um disco diamantado de dupla face^{*}. Cada uma dessas superfícies dentais, tiveram a face em esmalte, fixadas em uma porção de laminula^{*}, com auxílio de um adesivo^{*}. Paralelamente 108 cilindros de tubos de PVC^{*}, medindo 2,7 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura, foram fixados em uma placa de vidro, utilizando cera sete^{*}. Os fragmentos dentais, fixados em laminula, foram depositados na região central do cilindro de PVC. Verteu-se dentro do cilindro de PVC, uma resina de poliestireno⁹, que após 24 horas foi removida e, dessa forma, obtiveram-se 108 superfícies dentais vestibulares e/ou linguais, incluídas em um cilindro de resina de poliestireno⁹, de modo que as faces dos dentes, em esmalte, pudessem ser desgastadas a partir do bloco de resina, até a exposição da dentina. As superfícies de dentina foram submetidas à ação de lixas de óxido de alumínio⁸ de granulações de 220, 300, 400 e 600 respectivamente, com auxílio de uma politriz elétrica giratória refrigerada a água⁸, deixando as superfícies planas e padronizadas. Obtiveram-se, dessa forma, corpos de prova com uma superfície de dentina com diâmetro

^{*} Duflex

^{*} K G Sorensen Ind. e Com. Ltda

^{*} S S White

⁷ Dabi Atlante

^{*} Glasstécnica Import. Com.

^{*} Loctite

^{*} Tigre

^{*} Polidental Ind. e Com. Ltda

⁹ Reforplás Ind. e Com. Ltda

⁸ 3M e Norton Ind. Bras.

⁸ APL-4 Arotec

maior que 3mm.

3.3- Materiais utilizados e divisão dos grupos:

Os corpos de prova foram distribuídos através de sorteio aleatório, obtendo-se 4 grupos (tabela 1) com 27 repetições (corpos de prova) cada, calculados a partir do estudo piloto.

Tabela 1 - Materiais utilizados e fabricantes.

Sistema Adesivo	Fabricante
<i>Scotchbond Multipurpose Plus</i>	3M Dental Products
<i>Prime & Bond 2.0</i>	Dentsply Ind. e Com. Ltda
<i>All Bond 2</i>	Bisco Inc.
<i>One Step</i>	Bisco Inc.

3.4- Aplicação dos sistemas adesivos/compósito:

Todas as superfícies dentinárias, preparadas pela ação das lixas, foram demarcadas com fita adesiva[▲] medindo 5 mm x 5mm, tendo sua porção central perfurada, formando um círculo de 3 mm de diâmetro. Em cada grupo, os adesivos dentinários foram aplicados de acordo com as recomendações do fabricante (Anexo III) nas regiões delimitadas pelo orifício da fita adesiva. Após a aplicação do sistema adesivo, cada cilindro de resina de poliestireno foi acoplado em um dispositivo (figura 1) que permitiu pressionar a superfície

[▲] Com-Tac - Vulcan

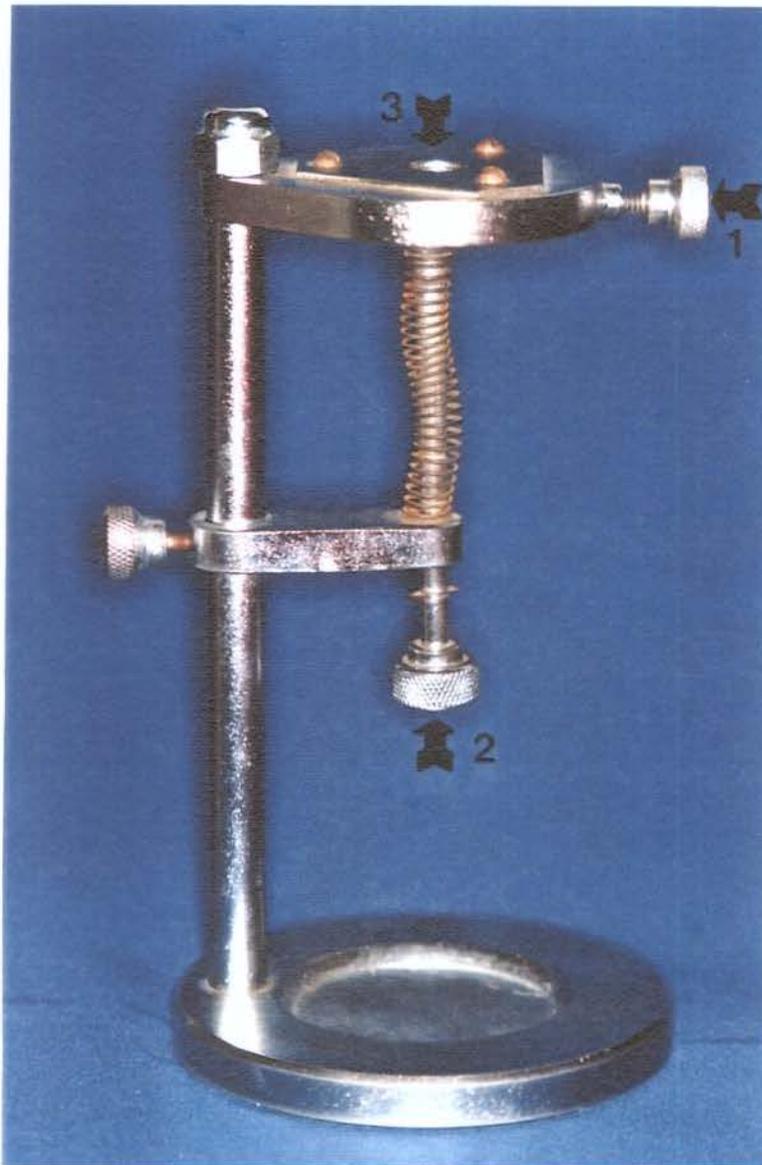


Figura 1. Dispositivo para aplicação do compósito.

Seta 1- Fixar matriz de teflon

Seta 2- Levar o cilindro de poliestireno ao encontro da matriz de teflon.

Seta 3- Via para aplicação do compósito.

dentinária “hibridizada^x” ao encontro de uma matriz de teflon bipartida⁶⁷ com orifício central de 3 mm de diâmetro e 5 mm de altura¹⁸. Com o cilindro em posição e devidamente fixado, foi aplicado o compósito Z-100[†] com auxílio de uma seringa Centrix^º, no interior do orifício da matriz de teflon (figura 2). Em seguida, o compósito foi fotopolimerizado[®] (450 mW/cm^2 - medido em radiômetro⁺) por 40 segundos e o conjunto formado pelo cilindro de poliestireno/compósito/dente/matriz de teflon desacoplado do dispositivo. A matriz de teflon foi aberta cuidadosamente com auxílio de uma lâmina de bisturi-[#] (figura 3) a fim de não induzir tensões na área de união, obtendo dessa forma um cilindro de compósito sobre a superfície da dentina (figura 4). Após a remoção da matriz, os cilindros de compósito foram submetidos a nova polimerização por 40 segundos.

3.5- Armazenamento, teste de cisalhamento:

Concluída a inserção do compósito, os corpos de prova foram armazenados em estufa^º com temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$ em umidificador^º, por 1 semana^{12,17,83}. Decorrido esse período, os corpos de prova foram submetidos às forças de cisalhamento⁴⁰ em máquina universal de ensaios^{*}, com velocidade de $0,5 \text{ mm/min}$ ^{21,31,79,92,93}, escala 2 e célula

^x Camada formada pela penetração do monômero resinoso no emaranhado de fibras colágenas da dentina condicionada com ácidos, relatado inicialmente por Nakabayashi; Kojima; Masuhara⁷⁵ em 1982.

[†] 3M Dental Products

^º DFI Ind. e Com. Ltda

[®] Optiligh - Gnatus

⁺ Demetron

[#] Surgeon

^º Soc Fabre Ltda

^º Pyrex

^{*} Kratos



Figura 2. Inserção do compósito com auxílio de seringa Centrix na região central da matriz de teflon e exatamente na área dentinária demarcada pela fita adesiva.

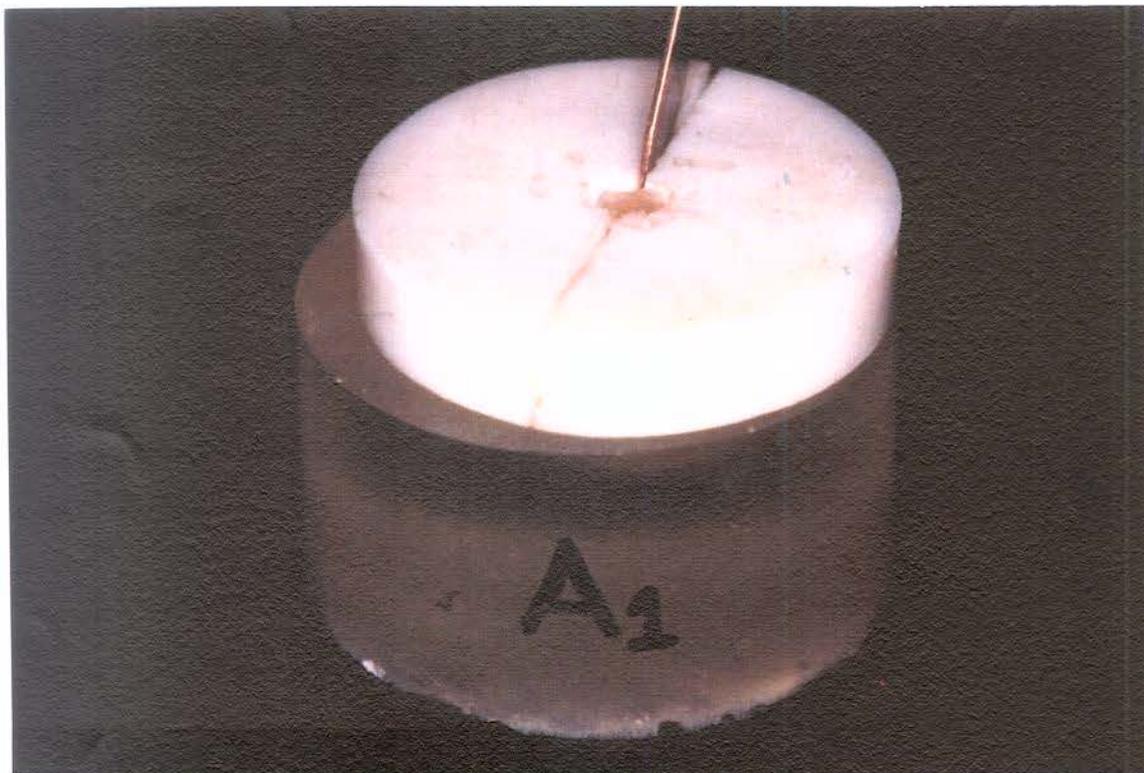


Figura 3. Conjunto de cilindro de poliestireno, cilindro de compósito, dente e matriz de teflon. Abertura da matriz de teflon com auxílio de lâmina de bisturi.

de carga número 2. A carga foi aplicada através de uma ponta com formato de cinzel^{4,5,37,39,107} na base do cilindro de compósito (figura 5), o mais próximo possível da junção compósito-dentina. Os resultados obtidos pela leitura direta do “display” da máquina foram anotados e convertidos em MPa.

3.6- Avaliação dos padrões de fraturas:

Após o teste de cisalhamento, as superfícies fraturadas foram submetidas à avaliação em lupa estereoscópica³⁷ com 10 vezes de aumento, para observação do tipo de fratura, podendo ser adesiva (junção dentina/resina); coesiva em dentina (rompimento da dentina); coesiva em compósito (rompimento do compósito) e combinada ou mista (associação das fraturas adesivas e coesivas de acordo com o percentual da área envolvida).

3.7- Análise estatística:

Os valores de resistência às forças de cisalhamento foram analisados estatisticamente pelo método paramétrico de Análise de Variância (ANOVA) e t-Student, para avaliação do efeito do fator resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos. Foi realizado também o Teste de Homogeneidade de Levene para evidenciar estatisticamente a variação dos níveis de tratamento. O teste de Contraste foi realizado para comparação entre adesivos contidos em um único frasco e adesivos de múltiplos frascos. Os padrões de fraturas também foram analisados pelo método de ANOVA. O teste t-Student foi realizado para analisar a ocorrência e quantidade de cada tipo de fratura. O teste de Contraste comparou as fraturas obtidas para os adesivos contidos em um único frasco e de múltiplos frascos.

♦ Meiji EMZ-TR



Figura 4. Corpo de prova preparado, após remoção do dispositivo, mostrando a região demarcada da fita adesiva preenchida por cilindro de compósito.

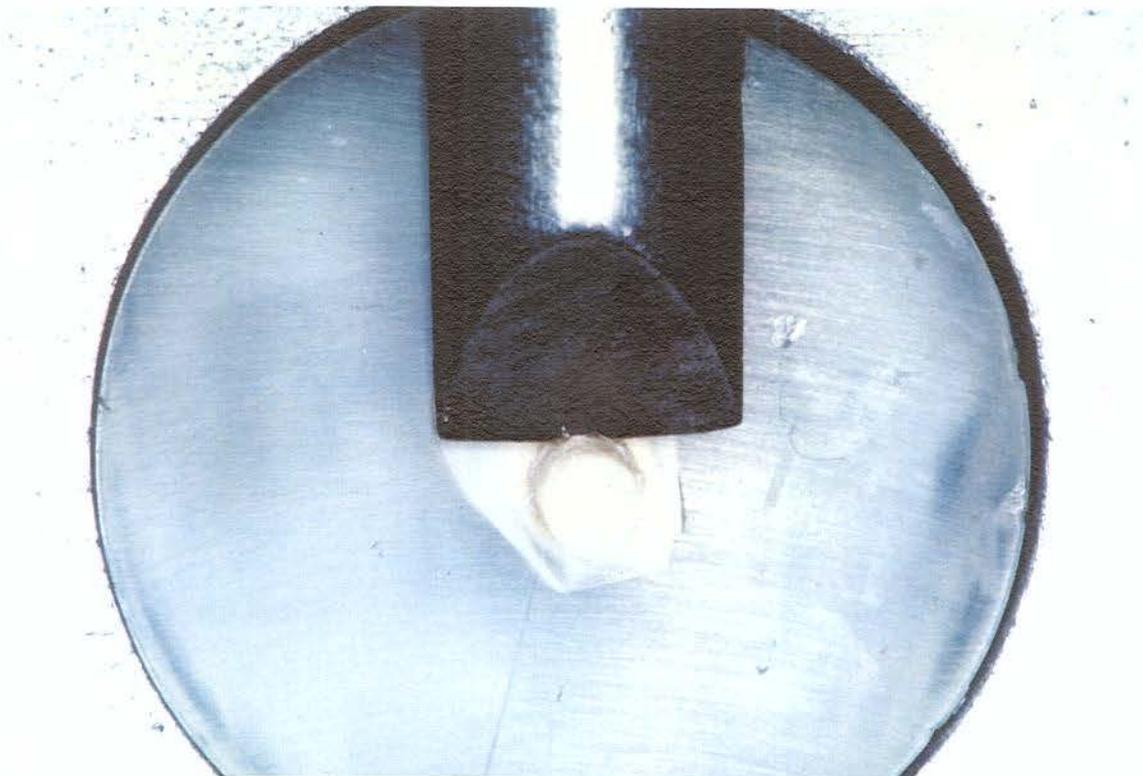


Figura 5. Procedimento do teste de cisalhamento, sendo a força aplicada exatamente na interface dentina-compósito, utilizando ponta com formato de cinzel.

4.RESULTADOS:

Os valores obtidos através do teste de resistência às forças de cisalhamento, para cada corpo de prova, de cada um dos sistemas adesivos avaliados, estão presentes no Anexo IV. A Análise de Variância desses dados (tabela 2) e o teste comparativo t-Student (Anexo VI - tabela 4) não mostraram efeitos significativos entre os tratamentos. Foi realizado o Teste de Homogeneidade de Levene (Anexo VI - gráfico 3), e este detectou uma fraca evidência estatística de que a variação de resistência ao cisalhamento difere para os níveis de tratamento. Como o coeficiente de variação (C.V.) apresentava-se em 24,96%, o programa estatístico SAS* sugeriu que elevasse os resultados, ou seja, a força necessária para a fratura, à potência de 0,3 (força^{0,3}). Com isso, o coeficiente de variação caiu para 7,59% (Anexo VI - tabela 5), e mesmo assim os resultados permaneceram invariáveis, demonstrando que a metodologia empregada estava adequada, mantendo-se então os valores originais.

Foi efetuado um Teste de Comparação por Contraste (Anexo VI - tabela 6), dos valores médios de resistência ao cisalhamento, entre os adesivos de frasco único (Prime & Bond 2.0 e One Step) e de múltiplos frascos (SBMP-Plus e All Bond 2), o qual não detectou diferenças significativas.

* Sistema estatístico (Statistical Analysis Systems).

Tabela 2. Análise de Variância dos valores originais de resistência ao cisalhamento.

FONTE DA VARIACÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.	VALOR F	Pr.>F
Adesivos	3	104,942963	34,980988	0,54	0,6561
Resíduo	104	6739,406667	64,801987		
Total	107	6844,349630			

Média geral: 32,2481 Kgf (22,57 MPa)

Coefficiente de variação: 24,96257%

As médias e desvios padrões para os adesivos dentinários estudados estão apresentados na tabela 3 e ilustrados no gráficos 1 e 2. Os valores variaram de 21,62 MPa para o adesivo One Step, até 23,43 MPa para o adesivo Prime & Bond 2.0, não apresentando diferenças estatisticamente significativas entre os quatro grupos investigados.

Tabela 3- Média dos valores de resistência ao cisalhamento

Adesivo	Média (MPa)	Desvio padrão	ANOVA
<i>SBMP-Plus</i>	22,99	9,39	a
<i>Prime & Bond 2.0</i>	23,43	9,05	a
<i>All Bond 2</i>	22,26	7,23	a
<i>One-Step</i>	21,62	6,04	a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade.

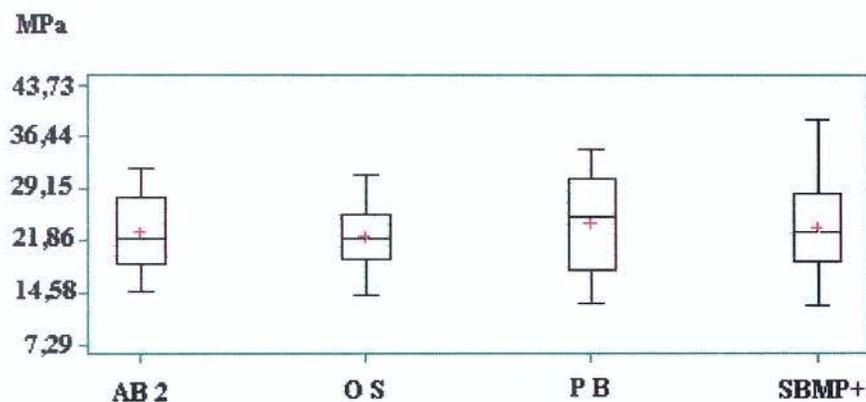


Gráfico 1- “Box-Plot” - ilustração da amplitude dos valores de resistência ao cisalhamento, localização dos pontos em maior concentração (caixa) e localização das médias (+).

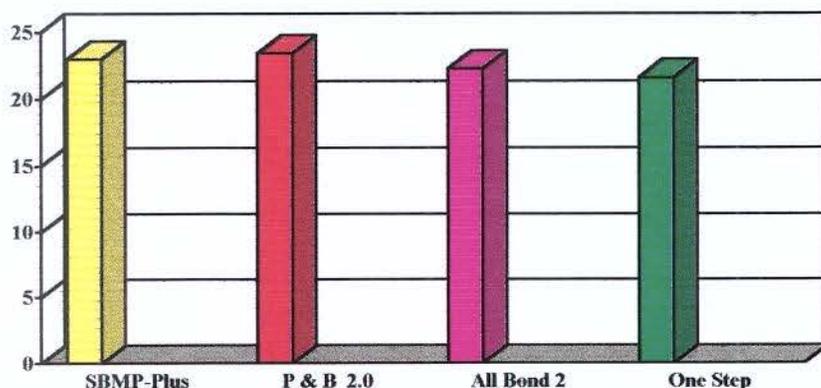


Gráfico 2- Representação por diagrama de barras das médias de resistência ao cisalhamento.

Os tipos de fraturas, decorrentes da aplicação da força na interface de união dentina/compósito, estão presentes nos Anexos V (quadros 1, 2, 3 e 4). A Análise de Variância (Anexo VI - tabela 8) e o Teste t-Student (Anexo VI - tabela 9) não detectaram diferenças significativas na distribuição dos padrões de fraturas entre os quatro tratamentos. Entretanto foram observadas diferenças significativas na ocorrência de cada tipo de fratura

(tabela 7 e Anexo VI - tabela 10). Em 51 (47,22%), de um total de 108 corpos de prova, houve fraturas do tipo coesiva em dentina, distribuídas em todos os grupos. Fraturas adesivas também foram observadas em grande quantidade, apresentando um total de 41 falhas (37,96%). Fraturas mistas representaram 12,04%, enquanto que falhas coesivas em compósito ocorreram em 2,78% das amostras. O Teste de contraste (Anexo VI - tabela 11) não detectou diferenças significativas na distribuição dos padrões de fraturas entre adesivos de múltiplos frascos (SBMP-Plus e All Bond 2) e de adesivos de frasco único (Prime & Bond 2.0 e One Step).

Tabela 7. Número de ocorrências e porcentagens dos tipos de fraturas, segundo os adesivos.

TIPO DE FRATURA	ADESIVOS				TOTAL	%	t-STUDENT
	SBMP-PLUS	PRIME & BOND 2.0	ALL BOND 2	ONE STEP			
Adesiva	9	7	13	12	41	37,96	a
Coesiva em dentina	13	18	7	13	51	47,22	a
Mista	4	1	6	2	13	12,04	b
Coesiva em compósito	1	1	1	-	3	2,78	c

Tipos de fraturas seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste t-Student ao nível de 0,05 de probabilidade.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS:

A necessidade de se pesquisar novos materiais odontológicos foi relatada por VAN NOORT¹⁰⁸, com o objetivo de atingir as melhores qualidades desses produtos recém-lançados no mercado. Na atualidade é grande a quantidade de materiais, de diferentes empresas, que surgem no mercado odontológico, não sendo apenas lançamento, mas também novas versões e atualizações desses produtos. Os sistemas adesivos são responsáveis por grande parte dessas novidades, apresentando a cada dia uma nova versão ou diferente técnica de aplicação. Os adesivos contidos em um único frasco são exemplos desses novos produtos, e até o momento existem poucos trabalhos que relatam a sua efetividade^{41,43,52,104,112}. Vários testes podem ser realizados com esses novos materiais. Entre eles pode-se citar o ensaio de resistência de união, que estuda a força com que eles aderem à estrutura dental.

Para verificar a força de união desses sistemas, pode-se empregar basicamente os testes de tração e o de cisalhamento, ou outro método menos utilizado denominado de push-out¹¹⁰. Grande discordância entre autores é observada quanto à escolha do tipo de teste mecânico. Muitos pesquisadores têm utilizado o teste de tração^{8,10,25,72,73,77,81,88,101,112}, o qual necessita de um aparato especial e apresenta grande dificuldade de se aplicar a força perpendicularmente à superfície dental¹¹⁰. Já o ensaio de cisalhamento, preferido também por vários autores^{3,6,15,18,20,21,29,30,33,39,40,45,47,48,50,56,63,75,83,84,87,89,94,99,101,103,107,111}, possui aparato e metodologia mais simples e com menor influência de variações^{40,110}. Discordando dessas vantagens, VAN NOORT¹⁰⁸ relata que ambos os testes são altamente dependentes da

geometria dos aparatos e materiais envolvidos e que a distribuição não uniforme e a sensibilidade dos detalhes, particularmente no teste de cisalhamento, são tais que não é possível fazer nenhuma correlação entre os resultados obtidos dos dois ensaios. Apesar disso, como a grande maioria dos estudos de resistência de união utiliza o ensaio de cisalhamento, a escolha deste teste mecânico se fez para melhor comparar os resultados obtidos, além do que o teste de tração pode medir a força coesiva do compósito, pois altos valores de união têm sido obtidos para essa corrente geração de adesivos dentinários hidrófilos.

Devido às grandes variações na metodologia de ambos os testes, muitos autores têm discutido a necessidade de padronização dos mesmos, pois constituem grande empecilho na comparação dos resultados^{32,94,109,110}. As variações começam na armazenagem dos dentes após a extração, no grupo de dentes utilizados, se humanos ou bovinos, na dimensão e no tipo do compósito inserido, além do tempo e das condições de armazenamento, da termociclagem ou da velocidade do equipamento empregada para se realizar o teste propriamente dito.

Diversas soluções para armazenagem dos dentes, como a solução tamponada de formalina, cloramina 1%, etanol 70%, solução salina fisiológica e a solução de timol 0,05%, podem ser empregadas no armazenamento dos dentes pós extração, porém dentes imersos em solução de timol 0,05% e etanol 70% podem apresentar valores de resistência ao cisalhamento inferiores⁹⁶. Quanto ao tempo de armazenamento, qualquer uma dessas soluções pode ser empregada nos períodos entre dois dias e seis meses, não interferindo nos valores força de união⁹⁶. MITCHEN & GRONAS⁷¹ também não notaram diferenças entre dentes extraídos e armazenados após uma hora e vinte e seis dias. Para realização deste estudo, a solução de formalina em que os dentes foram imersos também foi utilizada por outros autores^{2,69,111}, apresentando a vantagem de fixação de tecidos¹¹¹.

Uma alternativa muito utilizada, devido à dificuldade de obtenção de dentes humanos, é a utilização de dentes bovinos^{4,40,62,72,74,77,105}, os quais apresentam condições e composição semelhantes aos humanos¹¹⁰. Embora valores maiores de resistência ao cisalhamento possam ser obtidos com o uso de dentes bovinos⁴⁰, BARKMEIER & ERIKSON⁴ e NAKABAYASHI et al.⁷⁶ não encontraram diferenças nos valores de resistência de união entre dentes humanos e bovinos. A opção pela utilização de dentes humanos, neste estudo, se fez pela relativa facilidade de obtenção dos mesmos e para se obter resultados mais próximos da realidade clínica.

Tentando simular condições "in vivo", alguns autores têm estudado características dentinárias correlacionando com as variações nos valores de força de união. Concentração de cálcio e fósforo, dureza e profundidade cavitária parecem não provocar variações na resistência ao cisalhamento^{1,78}, embora outros autores tenham relatado redução de 32,5 a 44% com o uso de adesivos em dentina profunda^{71,78,101}. Neste estudo empregaram-se faces vestibulares e linguais ou palatinas de pré-molares humanos⁴³, procurando atingir uma profundidade dentinária superficial ou média, utilizada na maioria dos estudos de adesão^{2,3,5,48,65,107,111}.

Valores inferiores de resistência ao cisalhamento são obtidos quando é estudado a permeabilidade dentinária sob pressão pulpar fisiológica^{86,87} e em dentina desmineralizada⁸³. A importância desses estudos laboratoriais se referem principalmente à simulação clínica^{32,108,110}, reforçada pela investigação de MASON et al.⁶⁶, em que não foram encontrados diferenças na força de união ao estudar aplicação "in vivo" e "in vitro" de adesivos hidrófilos, o que também pode predizer que os dados desse estudo podem apresentar relevância clínica.

O compósito utilizado pode ser da mesma marca comercial do adesivo^{1,4,8,12,22,27,65,78,79,91,100,105} ou diferente^{27,31,37,68,73,74,78,81,82,84,98,106}, pois há compatibilidade entre eles. O cilindro do material restaurador, inserido sobre a aplicação do adesivo, pode apresentar diferentes dimensões, dependendo da matriz aplicada. Cinco milímetros de altura e três e meio milímetros de diâmetro são as medidas mais utilizadas nos testes de adesão^{20,47,56,89,93,96}.

A imersão por 24 horas a 37°C em água^{8,15,31,58,68,71,76,77,80,90,105}, em água destilada^{2,3,4,5,7,19,39,70,96,106,107} ou em solução salina^{47,48,56,65,79,89,91,92,93,94,95,99} são os meios mais utilizados para o armazenamento dos corpos de prova. Também é utilizado o armazenamento em água deionizada^{15,43,111} ou em umidade relativa^{2,30,63,78,84}. O tempo de armazenamento pode interferir na resistência ao cisalhamento⁵¹, produzindo diminuição na força de união ao se realizar o ensaio mecânico imediatamente⁹⁷, 1 minuto^{20,48,93}, 15 minutos¹¹¹ ou até 1 hora¹¹² após a confecção dos corpos de prova. Redução na resistência ao cisalhamento também é verificada após duas ou quatro semanas de armazenamento^{89,94,100}. Entretanto outros estudos demonstram não haver alterações entre períodos de 24 horas e 4 semanas^{15,79,95}. Sendo o período de 24 horas de armazenamento o mais utilizado, como citado acima, e não apresentando diferenças estatísticas com o período de uma semana^{20,33,80,97}, este último foi empregado neste estudo.

A termociclagem é sempre empregada nos testes de microinfiltração, no entanto, tem-se utilizado também nos ensaios mecânicos de cisalhamento^{26,27,37,39,43,49,66,72,82,83,97,103,106}, com a finalidade de comprometer a estabilidade da união¹¹⁰. Apesar disso, muitos autores não têm realizado esta etapa^{3,5,12,18,23,42,48,50,59,61,70,71,74,80,86,90,93,96,98,105,107}, por não haver interferências na resistência ao cisalhamento^{15,19,51,62,79,89,94,95,100,111}. Outros autores demonstraram haver diminuição

significativa da força de união com a realização da termociclagem^{33,76,89} e aumento de fraturas coesivas em dentina, devido à degradação do colágeno, com altas temperaturas¹¹⁰.

Velocidade de 0,5mm/min é a mais utilizada nos ensaios de cisalhamento^{1,8,12,20,21,22,23,31,41,45,47,52,56,69,74,87,89,90,92,94,98,99,111}, embora velocidades superiores, como por exemplo, 5mm/min^{2,3,5,7,15,19,37,39,45,46,49,58,59,63,82,105,106,107}, também têm sido muito aplicadas. Essas altas velocidades são consideradas desproporcionais com relação à força de união dos sistemas adesivos, podendo produzir valores de adesão relativamente baixos^{30,39,82}, devido ao impacto inicial da ponta na base do cilindro do corpo de prova. A ponta utilizada para determinar a resistência de união pode ter formato de faca^{20,29,31,47,56,65,83,93,94,99,106}, cinzel^{4,5,7,37,39,107} ou “V”⁶⁶, aplicada o mais próximo possível da base do compósito^{65,93}, a fim de evitar fraturas coesivas no compósito ou valores resultantes da ação de alavanca, pois quanto maior a distância entre o local de aplicação da força e a base do cilindro, maior será a resultante, gerando menores valores de resistência ao cisalhamento.

MUNKSGAARD et al.⁷⁴ concluíram que a resistência ao cisalhamento, a partir de 17 MPa, evitaria a formação de fendas marginais decorrentes da contração de fotopolimerização dos compósitos. Já KOMATSU & FINGER⁶¹ demonstraram, através de uma relação linear entre o logaritmo da contração marginal e a resistência ao cisalhamento, que valores a partir de 20 MPa também podem prevenir a formação de fendas marginais. Os resultados obtidos neste estudo excederam o limiar requerido para inibir a formação de desadaptação marginal, segundo esses dois estudos. A partir desses postulados, vários autores têm procurado relacionar seus dados obtidos com a formação de fenda marginal^{95,107} e chegam a relatar que bons sistemas adesivos podem resultar na completa prevenção da contração marginal^{24,64}. Outros autores³⁹ concluíram que o tipo de compósito foi o maior fator responsável pela formação primária de “gaps” ao redor da restauração e que a força

de união não é um método adequado para se determinar a capacidade de selamento das restaurações. Nenhuma correlação clara foi encontrada nos estudos de CHIGIRA et al.²⁵ e JAKOB et al.⁵¹. Isso pode ser explicado pela diferença da interação entre a contração de polimerização do compósito e a eficácia do adesivo dentinário e também deve ser levado em consideração que o teste de resistência de união não reproduz a contração marginal ocorrida em cavidades a serem restauradas²⁵, as quais são tridimensionais.

Microinfiltração e força de união é outra correlação que tem gerado muitos trabalhos e discussões. Não se pode negar que, com a evolução dos adesivos dentinários, a microinfiltração ao redor das restaurações tem diminuído^{5,93,102}. RETIEF et al.⁹¹ sugeriram que valores de resistência ao cisalhamento de ± 21 MPa pode reduzir a microinfiltração próximo de zero. Altos valores de resistência de união com mínima microinfiltração também foram achados, relatando uma relação inversamente proporcional^{3,84,85}. Os resultados obtidos para os adesivos investigados, segundo esses autores, podem reduzir o grau de microinfiltração. Ao contrário desses, outros autores têm relatado que esta correlação ainda não está estabelecida² devido às grandes variações na metodologia dos testes empregados⁹⁵. MONTEIRO et al.⁷² afirmam que a força de união é um indicativo do potencial de retenção dos materiais e não de sua efetividade no selamento marginal. FORTIN et al.³⁹ também não encontraram uma relação clara, mas sugeriram uma tendência, podendo esta existir com aumento do número de amostras, diminuindo, desta forma, as variações do substrato dentinário e conseqüentemente indicando melhor esclarecimento da relação.

Grandes variações na metodologia, como relatado anteriormente, produzem também grandes variações de resultados para o mesmo adesivo dentinário. Essa variação também é dada pela evolução e aprimoramento das técnicas de utilização dos sistemas. O adesivo Scotchbond Multipurpose Plus apresentou valor médio de resistência às forças de

cisalhamento de 23,93 MPa muito semelhante aos valores obtidos por alguns trabalhos^{41,63,103,105,107}. Em contrapartida, valores muito distantes desses, talvez foram obtidos pelo uso de alta velocidade na aplicação da carga^{30,39} e pelo tempo excessivo de condicionamento ácido²⁶. Uma série de outros resultados em torno de 16 a 18 MPa também foram achados^{41,50,51,83,86,87,103}. Variações maiores foram encontradas para o adesivo All Bond 2, provocadas principalmente pela dificuldade de aplicação do mesmo, o qual exige, por exemplo, cinco camadas de “primer” para saturar a superfície dentinária. Apesar disso, valores de resistência ao cisalhamento similares foram encontrados por alguns autores^{15,78,107}, ao contrário de outros que obtiveram valores menores^{1,21,37,39,50,66}. Médias em torno de 16 MPa^{83,86,87} e até 30 MPa⁵¹ também foram achadas. Um dos problemas encontrados com o adesivo de frasco único, One-Step, foi a ausência de trabalhos científicos semelhantes, dificultando assim a comparação efetiva dos dados. Somente o estudo de JIA et al⁵² obteve valor médio de resistência ao cisalhamento semelhante ao deste estudo. Já outro trabalho desenvolvido por SWIFT JR et al.¹⁰⁴ obteve força de união de 7,7 MPa, o qual apresenta grande diferença com o obtido neste estudo, provavelmente provocada pela velocidade (5mm/min) empregada no teste mecânico. O outro adesivo contido em um único frasco, Prime & Bond 2.0, apresentou valores de resistência ao cisalhamento médios similares aos encontrados nos trabalhos de YUO & POWERS¹¹², FREYER et al.⁴¹ e de GARCIA-GODOY et al.⁴³. No entanto, resultados entre 13 e 19 MPa, também foram encontrados por outros autores^{52,104}.

Altos valores de força de união tem sido relatados para essa atual corrente de adesivos dentinários relacionada principalmente pela formação da camada híbrida^{87,102,107}. Os valores de resistência ao cisalhamento, encontrados neste estudo, também podem ser comparados aos obtidos com outros sistemas adesivos hidrófilos investigados, como o

Clearfil Liner Bond^{25,43,87}, Optibond^{15,49,107} e outros à base de 4-META como Amalgambond^{45,47,98,106} e Superbond^{21,23}, os quais também formam a camada híbrida.

O sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus apresenta o ácido fosfórico na concentração de 35% e um “primer” contendo solução aquosa de HEMA e copolímero de ácido polialcenoico, enquanto com o adesivo All Bond 2 foi aplicado o ácido fosfórico 10% e dois “primers” contendo NTG-GMA e BPDM. O adesivo, Prime & Bond 2.0, se apresenta com ácido fosfórico 36% e um único frasco contendo o monômero PENTA. O adesivo One Step é a versão de frasco único do sistema All Bond 2, contendo BPDM + Bis-GMA, aplicado após condicionamento com ácido fosfórico 32%. Apesar dos quatro adesivos estudados apresentarem variáveis concentrações de ácido fosfórico e diferentes monômeros hidrófilos, semelhantes valores de resistência ao cisalhamento foram obtidos, demonstrando a viabilidade de qualquer um desses sistemas adesivos, quanto a força de união.

Diferentemente do que ocorre com a microinfiltração e formação de fendas marginais, verifica-se de maneira clara a evolução do tipo de fratura ocorrida com o desenvolvimento e efetividade dos sistemas adesivos. A primeira geração de adesivos dentinários relata, apenas ocorrência de fraturas adesivas decorrente dos testes mecânicos^{10,14,17,88}. Uma exceção foi verificada no estudo de LEE et al.⁶², onde os autores observaram algumas fraturas coesivas de material restaurador, ao estudarem os efeitos da aplicação de resina à base de poliuretana.

Basicamente representada pelos adesivos que continham ésteres fosfonados, a segunda geração, com valores de adesão pouco superiores em relação à primeira, também apresentava predominância de falhas adesivas^{19,72,80}, embora pequena modificação no tipo de fratura tenha sido observada³³. Com o aumento significativo dos valores de resistência às forças de cisalhamento, na terceira geração de adesivos dentinários, observou-se um novo

padrão de fratura, denominada de coesiva em dentina^{56,58,106}. Falhas coesivas em dentina também foram relatadas em outros trabalhos^{5,45,65,94,98}, assim como fraturas adesivas, coesivas em compósito e mistas^{22,23,78}.

Grande número de trabalhos investigando sistemas adesivos hidrófilos, também tem registrado fraturas coesivas em dentina^{37,83,105}. Esse tipo de falha tem ocorrido em alta porcentagem^{50,52,86,103,107}, embora em algumas pesquisas haja uma predominância de fraturas de adesivas^{21,63,66}, atribuída à incompleta infiltração do monômero, resultado da aplicação do mesmo em dentina com pouca umidade⁶⁶. As porcentagens de falhas coesivas em dentina para os adesivos All Bond 2 e Scotchbond MP-Plus, encontrados neste trabalho, foram semelhantes aos estudos de NERY et al.⁷⁸; AMORY & YVON¹; BARKMEIER & ERICKSON⁴ e PRATI et al.⁸⁷. De maneira semelhante, os adesivos de frasco único também têm produzido este tipo de falha como relata as investigações de JIA et al.⁵² e GARCIA-GODOY et al.⁴³. Adesivos contendo 4-META, com valores de resistência ao cisalhamento próximos àqueles obtidos neste estudo, exibem também ocorrência de fraturas coesivas em dentina^{23,98}. Esse tipo de falha, verificada nesta geração de adesivos dentinários está relacionada com a formação da camada híbrida⁸⁶ e evidencia as excelentes características adesivas¹⁰⁷, indicando que a força de união tem superado a força coesiva da dentina, resultando na fratura da mesma¹, podendo ser considerados como características dessa atual geração de sistemas adesivos⁶⁶.

Apesar de haver poucos trabalhos a respeito dos adesivos de frasco único, este estudo revelou comportamentos semelhantes aos adesivos múltiplos frascos, quando investigado a resistência ao cisalhamento e o padrão de fratura. Portanto a utilização destes novos adesivos pode oferecer resultados similares aos sistemas adesivos normalmente usados.

6. CONCLUSÃO:

De acordo com as condições em que este estudo foi desenvolvido, podemos concluir que:

- Os sistemas adesivos hidrófilos testados apresentaram semelhantes valores de resistência ao cisalhamento;
- altos valores de resistência ao cisalhamento têm sido obtidos para a atual corrente de sistemas adesivos hidrófilos;
- a utilização dos novos adesivos de frasco único, em dentina, pode ser tão viável quanto a dos adesivos de múltiplos frascos;
- quando submetidas ao teste de cisalhamento, fraturas adesivas e coesivas em dentina são características desses sistemas adesivos.

ANEXO I

Quadro 1. Classificação dos materiais utilizados e números de lotes.

MATERIAL	CLASSIFICAÇÃO	LOTE
<i>SBMP- PLUS</i>	Sistema adesivo - ácido fosfórico 35% - "primer" - adesivo	Order No. Ref 75455 3M I. D. No. 70-2010-1232-8
<i>PRIME & BOND</i> 2.0	Adesivo de frasco único - ácido fosfórico 36% - Prime & Bond	ReOrder # 606.67.190 Lot/Ch.-B. 950518
<i>ONE - STEP</i>	Adesivo de frasco único - ácido fosfórico 32% - One - step adhesive	069035 - 121594
<i>ALL BOND 2</i>	Sistema adesivo - ácido fosfórico 10% - "primer" A - "primer" B - Dentin/Enamel Bonding Resin	ReOrder No. B-2600 AM 049275
<i>Z - 100</i>	Compósito microhíbrido	4 EC 5904 A2

ANEXO II

Quadro 1. Composição dos sistemas adesivos e do compósito utilizados.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO
<i>Scotchbond Multipurpose Plus</i>	<ul style="list-style-type: none"> - ácido fosfórico 35% (pH 0,6) - “primer”, solução aquosa de 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA) e copolímero do ácido polialcenóico (PAA) - adesivo, solução de Bis-GMA 62,5% e HEMA 37,5% e combinação de aminas
<i>Prime & Bond 2.0</i>	<ul style="list-style-type: none"> - ácido fosfórico 36% - resinas de dimetacrilato elastoméricas - monofosfato de dipentaeritritol pentacrilato (PENTA) - fotoiniciadores - estabilizantes - acetona
<i>All Bond 2</i>	<ul style="list-style-type: none"> - ácido fosfórico 10% + cloreto de benzalcônio (BAC) - “primer” A: NTG-GMA 2% e “primer” B: BPDM 16% - adesivo, Bis-GMA, UDMA e HEMA
<i>One Step</i>	<ul style="list-style-type: none"> - ácido fosfórico 32% + BAC - monômero hidrófilo (BPDM + Bis-GMA) - acetona
<i>Z-100</i>	<ul style="list-style-type: none"> - parte orgânica, Bis-GMA e TEGDMA - carga mineral sintética de zircônia/silica (100% homogênea) - 84,5% de carga e 66% em volume (sem silano) - tamanho médio das partículas de 0,6µm

ANEXO III

Quadro 1. Técnica para aplicação dos sistemas adesivos segundo instruções dos respectivos fabricantes.

TRATAMENTO	TÉCNICAS DE APLICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS
SBMP-PLUS	<ul style="list-style-type: none"> - ataque ácido (35%) por 15 segundos - lavar por 15 segundos e secar por 2 segundos - aplicar "primer" - secar por 5 segundos - aplicar adesivo - fotopolimerizar por 10 segundos
PRIME & BOND 2.0	<ul style="list-style-type: none"> - ataque ácido (36%) por 20 segundos - lavar por 15 segundos e secar - aplicar Prime & Bond por 30 segundos - remover solvente com jatos de ar - fotopolimerizar por 10 segundos - aplicar segunda camada - remover solvente com jatos de ar - fotopolimerizar por 10 segundos
ONE-STEP	<ul style="list-style-type: none"> - ataque ácido (32%) por 15 segundos - lavar removendo todo ácido - remover excessos de água, deixando a superfície ligeiramente úmida e brilhante - aplicar 2 camadas consecutivas de One-Step adhesive - secar por 10 segundos com jatos de ar (se a superfície não ficar brilhante aplicar outra camada) - fotopolimerizar por 10 segundos - com o mesmo pincel aplicar novamente, sem adicionar mais adesivo, secar levemente e não fotopolimerizar
ALL BOND 2	<ul style="list-style-type: none"> - ataque ácido (10%) por 15 segundos - lavar e remover excessos de água com jatos de ar, não dessecar o esmalte nem a dentina - misturar "primers" A e B e aplicar 5 camadas consecutivas no esmalte e dentina - secar por 5-6 segundos com jatos de ar - aplicar fina camada de Dentin / Enamel Bonding Resin sobre o esmalte e a dentina - fotopolimerizar por 20 segundos

ANEXO IV

Quadro 1. Resultados obtidos para cada corpo de prova dos sistemas adesivos, em Kgf.

	SBMP-PLUS	PRIME & BOND 2.0	ALL BOND 2	ONE STEP
01	38,20	40,50	35,10	30,80
02	26,00	45,00	26,70	34,80
03	17,50	44,50	37,30	38,00
04	44,50	33,80	42,80	31,20
05	30,50	38,70	42,20	42,60
06	36,40	33,60	38,80	23,20
07	26,40	46,30	21,80	19,70
08	32,50	35,20	34,60	31,70
09	21,00	22,00	31,40	28,60
10	23,90	20,10	27,40	29,20
11	32,70	34,80	30,80	26,40
12	21,20	28,20	21,90	28,70
13	29,90	47,80	38,20	26,50
14	53,50	24,70	23,00	31,50
15	46,20	42,10	44,00	34,90
16	45,80	42,20	28,10	41,80
17	37,20	27,80	24,90	31,80
18	31,80	24,00	36,70	39,00
19	25,50	35,50	33,40	35,20
20	46,50	31,70	24,80	25,20
21	20,40	43,20	40,70	27,20
22	39,10	22,90	20,40	26,30
23	26,10	37,20	25,70	25,20
24	43,50	26,20	28,40	42,50
25	29,20	19,50	29,20	26,50
26	27,80	18,20	27,90	24,90
27	33,30	37,90	42,50	30,50
Média	32,84	33,47	31,80	30,88

Transformação de Kgf para MPa: escala 2 - multiplicar por 0,5

$$\text{Kg/cm}^2 = (\text{carga Kgf} \times 0,5) \div \pi r^2 \quad \Rightarrow \quad \text{Kg/cm}^2 = (\text{carga Kgf} \times 0,5) \div 0,07$$

$$\Rightarrow \text{Kg/cm}^2 = \text{carga Kgf} \times 7,14$$

$$\text{Kg/cm}^2 = 10,20 \text{ MPa}$$

resumindo: **MPa = carga Kgf x 0,7**

ANEXO V

Padrão de fratura observada para cada corpo de prova

Quadro 1. Scotchbond Multipurpose Plus.

CORPO DE PROVA	ADESIVA	COESIVA-DENTINA	COESIVA-COMPÓSITO	MISTA OU COMBINADA
01		X		
02	X			
03	X			
04		X		
05	X			
06	X			
07	X			
08		X		
09	X			
10		X		
11		X		
12				CC+A
13				CC+CD
14		X		
15		X		
16		X		
17		X		
18	X			
19		X		
20				CC+CD
21				CD+A
22		X		
23		X		
24			X	
25		X		
26	X			
27	X			
Total	9	13	1	4

Fraturas mistas ou combinadas: CC+CD - Coesiva em compósito e coesiva em dentina

CC+A - Coesiva em compósito e adesiva

CD+A - Coesiva em dentina e adesiva

Quadro 2. Prime & Bond 2.0.

CORPO DE PROVA	ADESIVA	COESIVA-DENTINA	COESIVA-COMPÓSITO	MISTA OU COMBINADA
01				CD+CC
02		X		
03		X		
04		X		
05			X	
06		X		
07		X		
08		X		
09	X			
10		X		
11		X		
12	X			
13		X		
14	X			
15				
16		X		
17		X		
18		X		
19		X		
20		X		
21		X		
22	X			
23		X		
24		X		
25	X			
26	X			
27	X			
Total	7	18	1	1

Fraturas mistas ou combinadas: CC+CD - Coesiva em compósito e coesiva em dentina

CC+A - Coesiva em compósito e adesiva

CD+A - Coesiva em dentina e adesiva

Quadro 3. All Bond 2.

CORPO DE PROVA	ADESIVA	COESIVA-DENTINA	COESIVA-COMPÓSITO	MISTA OU COMBINADA
01		X		
02				CC+A
03				CC+A
04	X			
05				CD+CC
06	X			
07	X			
08				CC+CD
09		X		
10	X			
11	X			
12		X		
13			X	
14	X			
15				CC+CD
16	X			
17	X			
18	X			
19	X			
20		X		
21		X		
22	X			
23		X		
24	X			
25	X			
26		X		
27				CC+CD
Total	13	7	1	6

Fraturas mistas ou combinadas: CC+CD - Coesiva em compósito e coesiva em dentina

CC+A - Coesiva em compósito e adesiva

CD+A - Coesiva em dentina e adesiva

Quadro 4. One Step.

CORPO DE PROVA	ADESIVA	COESIVA-DENTINA	COESIVA-COMPÓSITO	MISTA OU COMBINADA
01	X			
02		X		
03		X		
04	X			
05		X		
06	X			
07	X			
08				CC+A
09		X		
10		X		
11		X		
12		X		
13	X			
14	X			
15		X		
16	X			
17	X			
18		X		
19	X			
20		X		
21	X			
22	X			
23		X		
24				CC+A
25		X		
26		X		
27	X			
Total	12	13	-	2

Fraturas mistas ou combinadas: CC+CD - Coesiva em compósito e coesiva em dentina

CC+A - Coesiva em compósito e adesiva

CD+A - Coesiva em dentina e adesiva

ANEXO VI

Tabela 4. Teste t-Student dos valores médios de resistência ao cisalhamento.

TRATAMENTO	VALORES	i / j	1	2	3	4
MÉDIOS						
All Bond 2	31,8037037	1	-	0,419238	-0,75902	-0,47164
				0,6759	0,4496	0,6382
One Step	30,8851852	2	-0,41924	-	-1,17826	-0,89088
			0,6759		0,2414	0,3750
Prime & Bond 2.0	33,4666667	3	0,759024	1,178262	-	0,3750
			0,4496	0,2414		0,287381
SBMP-Plus	32,8370370	4	0,471643	0,890881	-0,28738	-
			0,6382	0,3750	0,7744	

Tabela 5. Análise de Variância dos valores de resistência ao cisalhamento transformados à potência de 0,3.

CAUSAS DA VARIACÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.	VALOR F	PR.>F
Adesivos	3	0,04719229	0,01573076	0,34	0,7939
Resíduo	104	4,76225054	0,04579087		
Total	107	4,80944283			

Média geral: 2,81668

Coefficiente de variação: 7,597172%

Tabela 6. Teste de Contraste dos valores médios de resistência ao cisalhamento para comparação entre adesivos de múltiplos frascos e de frasco único.

CONTRASTE	G. L.	CONTRASTE SS	Q. M.	VALOR F	PR. > F
SBMP + AB 2 vs P&B + O S	1	0,56333333	0,56333333	0,01	0,9259

Tabela 8. Análise de variância dos padrões de fraturas, em porcentagem.

CAUSAS DA VARIACÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.	VALOR F	PR. > F
TRATAMENTO	3	0,32473960	0,10824653	0,39	0,7669
TIPO	3	13,80714633	4,60238211	16,37	0,0009
RESÍDUO	8	2,24925348			
TOTAL	14	16,91963101			

Média geral: -1,76047871

Coeficiente de variação: -30,11920%

Tabela 9. Teste t-Student da distribuição dos padrões de fraturas nos tratamentos, em porcentagem.

TRATAMENTO	%	i / j	1	2	3	4
All Bond 2	-1,72018212	1	-	0,341428	0,97772	0,102784
				0,7416	0,3568	0,9207
One Step	-1,86170717	2	-0,34143	-	0,542953	-0,24846
				0,7416		0,6020
Prime & Bond 2.0	-2,08676639	3	-0,97772	-0,54295	-	-0,87494
				0,3568	0,6020	
SBMP-Plus	-1,75871979	4	-0,10278	0,248456	0,874936	-
				0,9207	0,8100	0,4071

Tabela 10. Teste t-Student da ocorrência de cada tipo de fratura, em porcentagem.

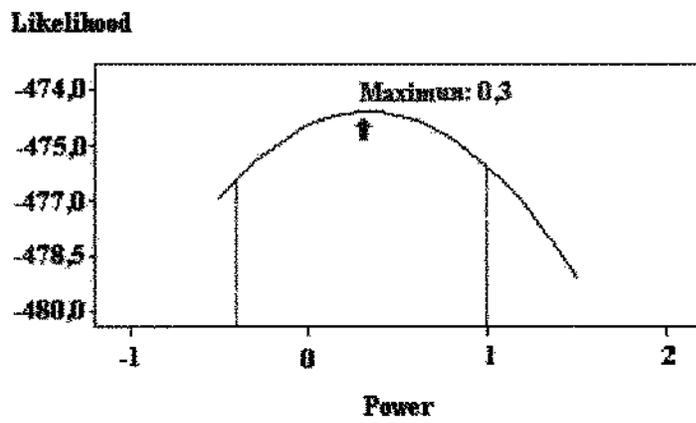
T for H0: LSMEAN (i) = LSMEAN (j) / Pr > |T|

TIPO	%	i / j	1	2	3	4
Adesiva	-0,99758919	1	-	5,548413	-0,51555	3,548449
				0,0005	0,6201	0,0075
Coesiva em	-3,29745797	2	-5,54841	-	-6,01474	-2,33872
compósito			0,0005		0,0003	0,0475
Coesiva em	-0,80429171	3	0,515545	6,014741	-	4,063994
dentina			0,6201	0,0003		0,0036
Mista	-2,32803661	4	-3,54845	2,33872	-4,06399	-
			0,0075	0,0475	0,0036	

Tabela 11. Teste de Contraste para comparação da distribuição dos padrões de fraturas, entre os adesivos de múltiplos frascos e de frasco único, em porcentagem.

CONTRASTE	G. L.	CONTRASTE S S	Q. M.	VALOR F	PR. > F
SBMP + AB 2 vs	1	0,19844778	0,19844778	0,71	0,4252
P&B + OS					

Gráfico 3- Teste de Homogeneidade de Variância de Levene, sugerindo a transformação à potência de 0,3.



SUMMARY:

The purpose of this study were to evaluate the shear bond strength (SBS) of four dentinal adhesive systems to dentin and to examine the failure at the dentin/restoration interface of fractured test specimens. From the lingual and facial surfaces of pre-molars, one hundred eighth samples were prepared and adhesives agents/composite were applied.

The samples were stored in relative humidity at 37°C for one week prior to be subjected to a shear load at a crosshead speed of 0,5mm/min. Before this test, the specimens were observed in stereo-binocular microscope, to evaluate failure pattern.

The mean \pm SD of the SBS in MPa were: Prime & Bond 2.0: 24,38 \pm 9,05; Scotchbond MP-Plus: 23,93 \pm 9,39; All Bond 2: 23,17 \pm 7,23 and One-Step: 22,51 \pm 6,04. There were no statistically significant difference among mean values. The fractured test specimens were examined in a microscope and great number of failed cohesive in dentin were observed in all groups investigated.

Similar values of shear bond strength were obtained for the hydrophilic dentine bonding systems investigated. Cohesive failures in dentin are considered as a property of current dentin adhesives.

Keywords:

Adhesive Systems, Dentin, Shear Test, Failure Pattern.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*:

- 01- AMORY, C. & YVON, J. Shear bond strength of a light-cured resin-composite vs. Dentin characteristics. **Dent. Mat.**, Washington, 10(3): 203-9, May 1994.
- 02- BARKMEIER, W.W. & COOLEY, R. L. Resin adhesive systems: in vitro evaluation of dentin bond strength and marginal microleakage. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, 1: 67-72, 1989.
- 03- _____ & _____. Shear bond strength, microleakage and SEM study of the XR Bond adhesive system. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 2: 111-15, S.I., July 1989.
- 04- _____ & ERICKSON, R.L. Shear bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond Multi-Purpose. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 7(3): 175-79, June 1994.
- 05- _____, et al. Bond strength, microleakage and scanning microscopy examination of the Prisma Universal Bond 2 adhesive systems. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, 2(5): 134-39, Sept/Oct 1990.
- 06- _____ & JEFFERIES, S. R. Dentin adhesion using acid conditioners with Prisma Universal Bond 2. **J. dent. Res.**, Washington, 71: 170, 1992. [abstract, 519].
- 07- _____; SUH, B. I.; COOLEY, R. L. Shear bond strength to dentin and Ni-Cr-Be alloy with the All Bond Universal Adhesive System. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, 3(4): 148-53, July/Aug 1991.

* De acordo com a NB-66 de 1978, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas dos periódicos de conformidade com o "World List of Scientific Periodicals".

- 08- BASSIOUNY, M. & YING, L. Adhesive compatibility of restorative resins with dentin bonding agents. **J. dent. Res.**, Washigton, 63: 232, 1984. [abstract, 554].
- 09- BERTOLOTTI, R.L. Total etch-the rational dentin bonding protocol. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, 3(1): 1-6, Jan/Feb 1991.
- 10- BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues III. Bonding to dentin improve by pretreatment and the use of surface-active comonomer. **J. dent. Res.**, Washington, 44(5): 903-905, Sep/Oct 1965.
- 11- BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues II. Bonding to dentin promoted by a surface octive comonomer. **J. dent. Res.**, Washington, 44(5): 895-902, Sept/Oct 1965.
- 12- BROOME, J.C.; DUKE, ; NORLING, B. K. Shear bond strenghts of composite resins with three dentin adhesives. **J. dent. Res.**, Washington, 64: 244, 1985. [abstract, 622].
- 13- BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. dent. Res.**, Washington, 34(6): 849-53, Dec. 1955.
- 14- _____; WILEMAN, W.; BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. **J. dent. Res.**, Washington 35(6): 846-51, Dec. 1956.
- 15- BURGESS, J. O.; ALVAREZ, A. N.; STATTMILLER, S. Shear bond strength of five dental bonding agents. **J. dent. Res.**, Washington, 72: 387, 1993. [abstract, 2268].
- 16- CAUSTON, B. E. Improved bonding of composite restorative to dentine. **Brit. dent. J.**, London, 156(11): 93-5, Feb. 1984.

- 17- CAUSTON, B. E. & JOHNSON, N.W. The influence of mineralizing solutions on the bonding of composite restorations to dentin. Cyanoacrylate pretreatment. **J. dent. Res.**, Washington, *60*(7): 1315-20, July 1981.
- 18- CHAN, D. C. N. et al. Shear bond strengths using 2,5% and 5% nitric acid etchants. **J. dent. Res.**, Washington, *72*: 387, 1993. [abstract, 2267].
- 19- _____; REINHARDT, J. W.; BOYER, D. B. Composite resin compatatibility and bond longevity of a dentin bonding agent. **J. dent. Res.**, Washington, *64*(12): 1402-04, Dec. 1985.
- 20- CHAIN, M.C. et al. Laboratory evaluation of the ART bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, *7*(4): 195-99, Aug. 1994.
- 21- CHAPPELL, R. P.; EICK, J. D.; MORGAN, R. Shear bond strength and SEM observation of the newest dentin adhesives. **J. dent. Res.**, Washington, *71*: 170, 1992. [abstract, 513].
- 22- _____, et al. Shear bond strenght and scanning electron observation of four dentinal adhesives. **Quintessence int.**, Berlin, *21*(4): 303-10, Apr 1990.
- 23- _____, et al. Shear bond strenght and scanning electron microscopic of current dentinal adhesives. **Quintessence int.**, Berlin, *22*(10): 831-39, Oct. 1991.
- 24- CHIGIRA, H.; ITOH, K.; WAKUMOTO, S. Marginal adaptation of nine commercial intermediate resins. **Dent. Mat.**, Washington, *7*(2): 103-06, Apr. 1991.
- 25- CHIGIRA, H. et al. Efficacy of various commercial dentin bonding systems. **Dent. Mat.**, Washington, *10*: 363-68, Sept. 1994.
- 26- CHO, Y. G. & SWIFT JR, E. J. Effects of etching time on shear bond strengths to dentin. **J. dent. Res.**, Washington, *75*: 386, 1996. [abstract, 2950].

-
- 27- CONN, L. J.; DUKE, E. S.; BARGHI, N. In vitro bond strength and microleakage evaluation of a dentin adhesive. **J. dent. Res.**, Washington, 68: 344, 1989. [abstract, 1301].
- 28- COX, C. F. & SUZUKI, S. Re-evaluating pulp protection: calcium hydroxide liners vs. cohesive hybridization. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, 125: 823-31, July 1994.
- 29- DAVIS, E. L. et al. Adhesion of dentin bonding agents after smear layer treatments. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 5(2): 29-32, Feb. 1992.
- 30- DE GOES, M. F. et al. Efeito dos tipos de espessantes usados nos géis condicionadores sobre a resistência de união e morfologia da superfície do esmalte e dentina. **Revta. ABO nac.**, São Paulo, 3(3): 180-4, Jun/July 1995.
- 31- DICKINSON, G.L. et al. Comparison of shear bond strengths of some third-generation dentin bonding agents. **Operative Dent.**, Seattle, 16(6): 223-30, Nov./Dec. 1991.
- 32- ELIADES, G. C. Clinical relevance of the formulation and testing of dentin bonding systems. **J. Dent.**, Oxford, 22(2): 73-81, Apr. 1994.
- 33- _____; CAPUTO, A. A.; VOUGIOUKLAKIS, G. J. Comparison, wetting properties and bond strength with dentin of six new dentin adhesives. **Dent. Mat.**, Washington, 1(5): 170-76, Oct. 1985.
- 34- _____ & VOUGIOUKLAKIS, G. J. P-NMP study of P-based dental adhesives and electron probe microanalysis of simulated interfaces with dentin. **Dent. Mat.**, Washington, 5: 101-08, Mar. 1989.
- 35- ERICKSON, R. L. Mechanism and clinical implications of bond formation for two dentin bonding agents. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 2: 117-23, July 1989.
- 36- FAN, P. L.; COBB, E. N. Dentin bonding systems: an update. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, 114: 91-5, Jan. 1987.

- 37- FANNING, D.E. et al. Effect of a filled adhesive on bond strenght in three dentinal bonding system. **Gen. Dent.**, Chicago, 43(3): 256-62, May/June 1995.
- 38- FLYNN, M. Six-year evaluation of in vivo performance of cervical restorative materials. **J. dent. Res.**, Washington, 61: 214, 1982. [abstract, 322].
- 39- FORTIN, D. et al. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. **Dent. Mat.**, Washington, 10(4): 253-58, July 1994.
- 40- FOWLER, C. S.; SWARTZ, M. L.; MOORE, B. K. In vitro adhesion tests: Influences of selected variables. **J. dent. Res.**, Washington, 71: 170, 1992. [abstract, 515].
- 41- FREYER, P. et al. Dentin adhesives: shear bond strength testing and characterization. **J. dent. Res.**, Washington, 75: 386, 1996. [abstract, 2951].
- 42- FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J. dent. Res.**, Washington, 58(4): 1364-70, Apr. 1979.
- 43- GARCIA-GODOY, F. et al. Dentin bond strength of new bonding systems. **J. dent. Res.**, Washington, 75: 387, 1996. [abstract, 2953].
- 44- GORACCI, G. et al. In vivo and in vitro analysis of a bonding agent. **Quintessence int.**, Berlin, 25(9): 627-35, Sept. 1994.
- 45- GWINNETT, A. J. Moist versus dry dentin: Its effect on shear bond strength. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 5(3): 127-9, June 1992.
- 46- _____ & KANCA III, J. A. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 5(2): 73-77, Apr. 1992.
- 47- HASEGAWA, T.; RETIEF, D.H. Laboratory evaluation of experimental restorative systems containing 4-Meta. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 7(4): 212-16, Aug 1994.

- 48- HASEGAWA, T. et al. A laboratory study of the Amalgambond Adhesive System. **Am J. Dent.**, San Antonio, 5(4): 181-86, Aug. 1992.
- 49- HAWS, S. M.; VARGAS, M. A.; DENEHY, G. E. Ultrastructure and bond strenght to dentin using different primer applications. **J. dent. Res.**, Washington, 75: 386, 1996. [abstract, 2949].
- 50- HOLTAN, J. R. et al. Bond strength of six dentinal adhesives. **J. Dent.**, Oxford, 22(2):92-96, Apr. 1994
- 51- JACOB, M. et al. Long-term extrusion shear bond strength of eighth dentin adhesives. **J. dent. Res.**, Washington, 75: 387, 1996. [abstract, 2954].
- 52 JIA, W. et al. Dentin bonding strength with one part adhesive systems. **J. dent. Res.**, Washington, 75: 258, 1996. [abstract, 1923].
- 53- JENDRESEN, M.D. Clinical performance of a new composite resin for class V erosion. **J. dent. Res.**, Washington, 57: 339, 1978. [abstract, 1057].
- 54- JOHNSON, G. H.; POWELL, L. V.; GORDON, G. E. Dentin bonding systems: a review of current products and techniques. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, 122: 34-41, July 1991.
- 55- JOYNT, R. B. et al. Dentin bonding agents and the smear layer. **Oper. Dent.**, Seattle, 16(5): 186-91, Sept/Oct 1991.
- 56- KAMEL, F. M. et al. A laboratory study of the Herculite XR System. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 3(6): 271-7, Dec. 1990.
- 57- KANCA III, J. Bonding to tooth structure: A rational rationale for a clinical protocol. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, 1(4): 135-38, July/Oct. 1989.

- 58- KANCA III, J. Dental adhesion and the All Bond systems. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, 3(4): 129-32, July/Aug. 1991.
- 59- _____. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. **Quintessence int.**, Berlin, 23(1): 39-41, Jan. 1992.
- 60- KELSEY, W. P. et al. Bond strength of two-step and one-step adhesive systems. **J. dent. Res.**, Washington, 75: 258, 1996. [abstract, 1992].
- 61- KOMATSU, M. & FINGER, W. Dentin bonding agents: correlation of early bond strength with margin gap. **Dent. Mat.**, Washington, 2(6): 257-62, Dec. 1986.
- 62- LEE, H. L. et al. An adhesive dental restorative material. **J. dent. Res.**, Washington, 50(1): 125-32, Jan.Feb. 1971.
- 63- _____. & GREENER, E. H. Effect of excitation energy on dentine bond strength and composite properties. **J. dent. Res.**, Washington, 22(3): 175-81, Jun. 1994.
- 64- MANABE, A.; ITOH, K.; WAKUMOTO, S. The optimum combination of dentin bonding systems. **Dent. Mat.**, Washington, 7(3): 145-47, July 1991.
- 65- MANDRAS, R. S.; RETIEF, D.H.; RUSSELL, C. M. Shear bond strenghts of a ten dentinal bonding restorative systems. **Gen. Dent.**, Chicago, 41(1): 133-37, Mar./Apr. 1993.
- 66- MASON, P. N. et al. Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. **J. Dent.**, Oxford, 24(3): 217-22, 1996.
- 67- MAURO, S. J. **Estudo da resistência de união ao cisalhamento, de diferentes sistemas adesivos à dentina. Efeito do condicionamento dentinário e concentrações ácidas.** Araraquara, 1995. 171p. [Tese de doutorado - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista].

- 68- McCABE, J. F. & RUSBY, S. Dentine bonding - the effect of pre-curing the bonding resin. **Brit. dent. J.**, London, 176(9): 333-36, May 1994.
- 69- MCGUCKIN, R. S.; POWERS, J. M.; LI, L. Bond strength of dentinal bonding systems to enamel and dentin. **Quintessence int.**, Berlin, 25(11): 791-96, Nov. 1994.
- 70- MILLER, B. H. et al. Bond strengths of various materials to dentin using Amalgambond. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 5(5): 272-6, Oct. 1992.
- 71- MITCHEM, J. C. & GRONAS, D. G. Effects of time after extraction and depth of dentin on resin dentin adhesives. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, 113: 285-87, Aug. 1986.
- 72- MONTEIRO JR, S. et al. Evaluation of material and techniques for restoration of erosion areas. **J. Prost. Dent.**, Saint Louis, 55(4): 434-42, Apr. 1986.
- 73- MUNKSGAARD, E.C. & ASMUSSEN, E. Dentin-polymer bond mediated by glutaraldehyde/ HEMA. **Scand. J. dent. Res.**, Copenhagen, 93: 463-6, 1985.
- 74- _____; IRIE, M.; ASMUSSEN, E. Dentin-Polymer bond promoted by Gluma and various resins. **J. dental. Res.**, Washington, 64(7): 1409-11, Dec. 1985.
- 75- NATHANSON, D.; AMIN, F.; ASHAYERI, N. Dentin etching vs. Priming: Effect on bond strength in vitro. **J. dent. Res.**, Washington , 71: 255, 1992. [abstract, 1192].
- 76- NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers tooth substrates. **J. Biomed. mat. Res.**, New York, 16: 265-73, 1982.
- 77- _____ & TAKARADA, K. Effect of HEMA on bonding to dentin. **Dent. Mat.**, Washington, 8: 125-30, Mar. 1992.

- 78- NERY, S.; McCABE, J. F.; WASSELL, R.W. A comparative study of three dental adhesives. **J. Dent.**, Oxford, 23(1): 55-61, Feb. 1995.
- 79- O'BRIEN III, J.A. et al. Shear bond strenght of a new dentin bonding restorative systems. **Dent. Mater.**, Washington, 4(4): 179-83, Aug. 1988.
- 80- ODEN, A. & OILO, G. Tensile bond strength of dentin adhesives. **Dent. Mat.**, Washington, 2: 207-13, 1986.
- 81- OLMEZ, A. & ULUSU, T. Bond strength and clinical evaluation of a new dentinal bonding agent to amalgam and resin composite. **Quintessence int.**, Berlin, 26(11): 785-93, Nov. 1995.
- 82- PERDIGÃO, J. & SWIFT JR, E. J. Adhesion of a total-etch phosphate ester bonding agent. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 7(3): 149-52, June 1994.
- 83- _____ et al. In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. **J. dent. Res.**, Washington, 73(1): 44-55, Jan. 1994.
- 84- PRATI, C.; NUCCI, C.; MONTANARI, G. Shear bond strenght and microleakage of dentin bonding systems. **J. prost. Dent.**, Saint Louis, 65: 401-7, 1991.
- 85- _____ et al. Relationship between bond strength and microleakage measured in the same class I restorations. **Dent. Mat.**, Washington, 8(1): 37-41, Jan. 1992.
- 86- _____ et al. Correlation between bond strength of bonding agents and dentin conditions. **J. dent. Res.**, Washington, 72: 386, 1993. [abstract, 2266].
- 87- _____ et al. Dentine permeability and bond quality as affecter by new bonding systems. **J. Dent.**, Oxford, 23(4): 217-26, Aug. 1995.
- 88- RETIEF, D.H. Laboratory evaluation of tensile adhesive bond strength of a composite dental restorative systems containing a surface-active comonomer to enamel and dentin. **J. S. Afr. dent. Assoc.**, Johannesburg, 30: 595-601, July 1975.

- 89- RETIEF, D.H. Adhesion to dentin. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, 3(3): 106-13, May/June 1991.
- 90- _____ et al. Tensile bond strengths of dentin bonding agents to dentin. **Dent. Mat.**, Washington, 2(2) : 72-77, 1986.
- 91- _____.; MANDRAS, R. S.; RUSSELL, C. M. Relationship between shear bond strength and quantitative microleakage. **J. dent. Res.**, Washington, 71: 615, 1992. [abstract, 799].
- 92- _____ et al. Phosphoric acid as a dentin etchant. **Am J. Dent.**, San Antonio, 5(1): 24-8, Feb. 1992.
- 93- _____ et al. Evaluation of the Syntac bonding system. **Am J. Dent.**, San Antonio, 6(1): 17-21, Feb. 1993.
- 94- _____ et al. Shear bond strength of the Tenure dentin bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 3(4): 138-42, Aug. 1990.
- 95- _____ et al. In vitro investigation and evaluation of dentin bonding agents. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 1: 176-83, Sept. 1988.
- 96- _____ et al. The effect of storage media and duration of storage of extracted teeth on the shear bond strength of Scotchbond 2/Silux to dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 2(5): 269-73, Oct. 1989.
- 97- SCOTT, J. A. & STRANG, R. The shear bond strength of a new dentin bonding agent. **J. dent. Res.**, Washington, 72: 387, 1993. [abstract, 2269].
- 98- SHABKA, A. A. & MOHSEN, M. M.A. An investigations on the shear bond strenght of three dentine adhesives. **Egyptian dent. J.**, Cairo, 39(1): 351-54, Jan. 1993.
- 99- SILVA E SOUZA JR, M. H. S. et al. Shear bond strength and microleakage of All-Bond. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 6(3): 148-54, June 1993.

- 100- SMITH, L. A.; RETIEF, D. H.; BRADLEY, E. L. Shear bond strength of Tenure/Perfection restorative system to dentine. **J. dent. Res.**, Washington, 68: 344, 1989. [abstract, 1300].
- 101- STANFORD, J. W.; SABRI, Z.; JOSE, S. A comparison of the effectiveness of dentin bonding agents. **Int. dent. J.**, London, 35(2): 139-44, Apr. 1985.
- 102- SWIFT JR, E.J.; PERDIGÃO, J.; HEYMANN, H. O. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. **Quintessence int.**, Berlin, 26(2): 95-110, Feb. 1995.
- 103- _____ & TRIOLO JR, P. T. Bond strenghts of SBMP to moist dentin and enamel. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 5(6): 318-20, Dec. 1992.
- 104- _____ et al. Effects of multiple primer applications on dentin bond strenghts. **J. dent. Res.**, Washington, 75: 386, abst 2952, 1996. [abstract, 2952].
- 105- TITLEY, K. et al. Penetration of a dentin bonding agent into dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 7(4): 190-99, Aug. 1994.
- 106- TRIOLO JR, P. T.; SWIFT JR, E. J. Shear bond strenghts of ten dentin adhesive systems. **Dent. Mat.**, Washington, 8: 370-74, Nov. 1992.
- 107- _____; SWIFT JR, E.J.; BARKMEIER, W.W. Shear bond strenghts of composite to dentin using six dental adhesives systems. **Oper. Dent.**, Seattle, 20(2): 46-50, Mar/Apr. 1995.
- 108- VAN NOORT, R. Clinical relevance of laboratory studies on dental materials strength determination - a personal view. **J. Dent.**, Oxford, 22(1): 4-8, Aug. 1994. [Suppl. 1].

- 109- VAN NOORT, R. et al. A critique of bond strength measurements. **J. Dent.**, Oxford, 17(2): 61-67, 1989.
- 110- WATANABE, I. & NAKABAYASHI, N. Measurement methods for adhesion to dentine: the current status in Japan. **J. Dent.**, Oxford, 22(2): 67-72, Apr. 1994.
- 111- WENDT JR., S. L.; JEBELES, C. A.; LEINFELDER, K. F. The effect to two smear layer cleanser on shear bond strength to dentin. **Dent. Mat.**, Washington, 6: 1-4, Jan. 1990.
- 112- YOU, C. & POWERS, J. M. Moisture affects bonding of dentin bonding agents to dentin. **J. dent. Res.**, Washington, 75: 385, 1996. [abstract, 2944].

OBRAS CONSULTADAS:

ANUSAVISE, K. J. **Phillips' Science of Dental Materials**. 10ª ed., W.B. Saunders Company, 1996.

ALIANDRO, H. **Dicionário Inglês-Português**, Pocket Books, 1974.

BUENO, F. S. **Dicionário de Língua Portuguesa**, Edições Fortaleza, 1972.

CEGALA, D. P. **Novíssima Gramática de Língua Portuguesa**, 37ª ed., Ed. Nacional, 1994.

DENTSPLAY. **Prime & Bond 2.0 - Sistema monocomponente de adesão**, Boletim de treinamento nº 05, 1995.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**, 2ª ed, 1986

NOVO MICHAELIS. **Dicionário Ilustrado**, 40ª ed., 2 v., Melhoramentos. 1986.

MOSANER DENTAL SUPPLY. **One Step - Guia Passo a Passo**.

MOSANER DENTAL SUPPLY. **All Bond 2 - Guia Passo a Passo**.

RETIEF, D. H. **Are adhesive techniques sufficient to prevent microleakage**. Oper. Dent. 12:140-45, 1987.

SERPA, O. **Dicionário Escolar Inglês-Português e Português-Inglês**, 7ª edição, FENAME, 1975.

SOLIANI, S. D. O. & SILVA, L. F. **Como escrever uma dissertação ou tese**, 3ª ed., FOP-UNICAMP, 1995.

_____ & _____. **Abreviaturas dos periódicos da Biblioteca da FOP-UNICAMP e locais de publicação conforme o "World List of Scientific"**. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1996.

_____. & _____. Referências bibliográficas NB-66 da ABNT de 1978, 3ª ed., Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1995.

3M PRODUTOS DENTÁRIOS. **Restaurador 3M Z 100**, Perfil técnico do produto.

3M PRODUTOS DENTÁRIOS. **Scotchbond Multi-Usó Plus-Sistema Adesivo Dental**, Perfil técnico do produto.

VIEIRA, S.; WADA, R. **Estatística-Introdução Ilustrada**, Ed. Atlas, 1985.