

THAÍS CACHUTÉ PARADELLA

**RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE DIFERENTES
SISTEMAS ADESIVOS NO ESMALTE DENTAL**



Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, Especialidade em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fava de Moraes

São José dos Campos

2004

TD 15
P211n
*1630

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

BELLINI, A.B.; SILVA, E.A. **Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico.** São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2002. 82p.

PARADELLA, T.C. **Resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos no esmalte dental.** 2004. 107f. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora, Especialidade em Dentística) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2004.

AGRADECIMENTOS

À **Faculdade de Odontologia de São José dos Campos da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” (FOSJC-UNESP)** pela oportunidade da realização do curso de Mestrado. Espero contribuir cada dia mais para o engrandecimento desta instituição como centro de excelência em ensino e pesquisa.

À **Coordenação e Aperfeiçoamento em Ensino Superior (CAPES)** pela bolsa de mestrado concedida durante todo o curso.

Aos **professores e funcionários da pós-graduação e do departamento de Odontologia Restauradora**, onde tive a oportunidade de aprender e conviver com pessoas que muito me ensinaram e incentivaram.

À **Profa. Dra. Tit. Maria Amélia Máximo de Araújo**, pela amizade, por toda colaboração e conhecimentos transmitidos.

Ao **Prof. Dr. Carlos Rocha Torres**, pela amizade e auxílio durante os ensaios de cisalhamento.

À **Profa. Dra. Adj. Márcia Carneiro Valera**, pelo incentivo constante.

Ao Prof. Dr. **Clóvis Pagani**, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, pelo dinamismo e atenção constante.

À Profa. Dra. **Rebeca di Nicoló**, pela amizade e por toda colaboração.

Ao Prof. Dr. **Silvio Issao Myaki**, pelo auxílio durante a dissertação.

À Srta. **Daniela F. Granato**, consultora técnica da Dentsply Indústria e Comércio Ltda., pelo fornecimento de materiais odontológicos utilizados nesta dissertação.

Ao Sr. **Carlos Paes Oliveira**, representante comercial da Kota Import's, pelo fornecimento de materiais odontológicos utilizados nesta dissertação.

Ao Sr. **Marcelo Selles**, representante comercial da 3M ESPE, pelo fornecimento de materiais odontológicos utilizados nesta dissertação.

Ao Prof. MSc. **Ivan Balducci**, pela análise estatística e pela disposição em ajudar.

À Srta. **Ângela de Brito Bellini**, pela revisão bibliográfica e normalização deste trabalho e pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos da Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" (FOSJC-UNESP).

Às professoras doutoras **Maria Ucha Jardim, Ana Cristina Solis, Andréa de Oliveira Marques, Denise Pontes Raldi e Adriana de Carvalho**, que me incentivam na carreira acadêmica desde a graduação e com as quais tive a oportunidade de aprender.

À minha amiga Dra. **Ana Patrícia Espaladori Eskenazi**, pelo apoio incondicional durante este período de minha vida.

A todos vocês, muito obrigada por tudo!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos meus pais, Prof. Dr. **Waldir Renato Paradella** e Profa. MSc. **Marlene de Oliveira Cachuté Paradella**, não só pelo exemplo de pessoas maravilhosas que são, mas também por todo apoio e paciência durante esta etapa tão importante de minha vida.

Ao meu colega de profissão e mestrando em Biopatologia Bucal, Dr. **Fernando Augusto Cervantes Garcia de Sousa**, não só por todo auxílio e carinho, mas também pelo apoio incondicional durante toda esta etapa de minha vida.

À minha amiga, Profa. Dra. **Priscila Liporoni**, por todo apoio que me dá desde a época de Iniciação Científica.

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Marcelo Fava de Moraes**, por fazer parte deste trabalho.

E a todos os amigos, colegas e professores que sempre me incentivaram na vida acadêmica, obrigada por tudo!

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Prof. Dr. **Waldir Renato Paradella** e Profa. MSc. **Marlene de Oliveira Cachuté Paradella**, não há palavras suficientes para agradecer-lhes por tudo de bom que ambos fizeram e ainda fazem por mim.

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Marcelo Fava de Moraes**, pelo profissionalismo e apoio – cumprimos mais uma etapa de nossas vidas.

“Houston... We have a problem.”

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE TABELAS E QUADROS.....	13
RESUMO.....	14
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Sistemas adesivos.....	19
2.2 Cisalhamento.....	32
3 PROPOSIÇÃO.....	54
4 MATERIAL E MÉTODO.....	55
4.1 Realização do projeto piloto.....	55
4.2 Seleção e armazenamento das amostras.....	55
4.3 Corte, embutimento e preparo dos corpos-de-prova.....	56
4.4 Procedimentos adesivos e restauradores.....	57
4.4.1 Procedimentos adesivos do GI (PB).....	61
4.4.2 Procedimentos adesivos do GII (CSB).....	63
4.4.3 Procedimentos adesivos do GIII (OU).....	63
4.5 Procedimentos restauradores.....	64
4.6 Termociclagem dos corpos-de-prova.....	67
4.7 Ensaios de cisalhamento.....	68
4.8 Análise do tipo de fratura.....	68
4.9 Análise estatística.....	71
4.10 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	71

5 RESULTADOS.....	73
5.1 Resultados dos ensaios de cisalhamento.....	73
5.2 Resultados da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	80
6 DISCUSSÃO.....	82
7 CONCLUSÃO.....	94
8 REFERÊNCIAS.....	95
Anexo Parecer do comitê de ética em pesquisa.....	106
<i>ABSTRACT</i>	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSB = adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray)

cp = corpos-de-prova

CV = coeficiente de variação (desvio padrão dividido pela média)

DP = desvio padrão

ISO = International Organization for Standardization

HEMA = 2-hydroxyethyl-methacrylate

MDP = 10-methacryloyloxydihydrogen-phosphate

MEV = Microscopia Eletrônica de Varredura

OU = adesivo One Up Bond F (Tokuyama)

PB = adesivo Prime & Bond 2.1 (Dentsply)

PENTA = dipentaeritrol pentacrilate monophosphate

pH = percentual de hidrogênio

Phenyl-P = 2-methacryloyloxyethyl phenyl hydrogen phosphate

rc = resina composta

% = por cento

" = segundos

+ = mais

MPa = Mega Pascal

mm = milímetro

mm² = milímetro quadrado

mm/min = milímetro por minuto

± = com variação de

μm = micrometro

h = hora

°C = grau Celsius

mW/cm² = miliWatt por centímetro quadrado

n = número de amostras por grupo

x = vezes

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 = Sistema adesivo Prime & Bond 2.1 GI (PB).....	60
FIGURA 2 = Sistema adesivo Clearfil SE Bond GII (CSB).....	60
FIGURA 3 = Sistema adesivo One-Up Bond F GIII (OU).....	61
FIGURA 4 = Delimitação da área adesiva.....	62
FIGURA 5 = Base de aço contendo matriz de Teflon bi-partida.....	65
FIGURA 6 = Resina composta Z-250 (3MESPE, Minnessota, USA).....	65
FIGURA 7 = Aspecto do corpo-de-prova após confecção do cilindro de resina composta – vista vertical.....	66
FIGURA 8 = Aspecto do corpo-de-prova após confecção do cilindro de resina composta – vista horizontal.....	66
FIGURA 9 = Máquina de termociclagem.....	67
FIGURA 10 = Desenho esquemático do ensaio de cisalhamento Adaptado de Yamada <i>et al.</i> ⁷³ , 2002.....	69
FIGURA 11 = Resumo da metodologia aplicada no estudo.....	70
FIGURA 12 = Distribuição das porcentagens representativas dos tipos de fratura obtidos em cada grupo.....	78
FIGURA 13 = Média e desvio padrão dos dados de resistência ao cisalhamento, segundo o sistema adesivo.....	80
FIGURA 14 = Fotomicrografia representativa de fratura adesiva do GII (CSB) – aumento de 700x.....	81

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 = Descrição dos grupos.....	58
Quadro 2 = Descrição da composição dos sistemas adesivos.....	59
Quadro 3 = Descrição da classificação das fraturas.....	71
Tabela 1 = Resultados dos ensaios de cisalhamento do Grupo I.....	73
Tabela 2 = Resultados dos ensaios de cisalhamento do Grupo II.....	75
Tabela 3 = Resultados dos ensaios de cisalhamento do Grupo III.....	76
Tabela 4 = Análise estatística.....	79
Tabela 5 = Resultado do teste de comparação múltipla de Tukey.....	79

PARADELLA, T.C. **Resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos no esmalte dental**. 2004. 107f. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora, Especialidade em Dentística) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2004.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* três sistemas adesivos: um monocomponente com condicionamento ácido prévio (GI Prime & Bond 2.1), um *primer* autocondicionante (GII Clearfil SE Bond) e um adesivo autocondicionante (GIII One Up Bond F), através da resistência ao cisalhamento no esmalte de dentes humanos, avaliando-se o tipo de fratura por estereomicroscopia. Trinta pré-molares armazenados em solução de cloramina a 0,5% receberam cortes em sentido méso-distal e tiveram suas superfícies de esmalte planificadas. Os espécimes foram aleatoriamente divididos nos três grupos experimentais (n=20). A área de atuação dos adesivos foi delimitada e os procedimentos adesivos realizados conforme recomendações dos fabricantes. Cilindros de resina composta Z-250 de 3mm de diâmetro foram confeccionados. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h, termociclados por 500 ciclos (5°C-55°C) e cisalhados com velocidade de 0,5mm/min. As médias de resistência adesiva foram GI $18,13 \pm 6,49$ MPa, com 55% de fraturas coesivas em resina composta; GII $17,12 \pm 5,80$ MPa com 90% de fraturas adesivas e GIII $10,47 \pm 3,14$ MPa com 85% de fraturas adesivas. Os dados foram submetidos à análise estatística ANOVA e comparação múltipla de Tukey (5%), não havendo diferenças significantes entre o GI e o GII, tendo o GIII diferença significativa em relação aos outros grupos. O tipo de fratura mais predominante (adesiva do GII) foi submetido à MEV e observou-se a ruptura na interface resina-dente. Concluiu-se que o adesivo do GI promoveu resistência de valor semelhante ao GII, porém com tipo de fratura diferente.

PALAVRAS-CHAVE: Esmalte dentário, adesão, cisalhamento

1 INTRODUÇÃO

O tratamento odontológico atualmente sedimenta-se em conceitos de promoção de saúde e menor desgaste dental possível, graças ao advento das técnicas adesivas e materiais restauradores. O aprimoramento dos materiais é incessante: cada fabricante procura adicionar algum elemento que melhore o comportamento do material e conquiste cada vez mais cirurgiões-dentistas e pacientes. A comunidade científica procura acompanhar estas mudanças, realizando árduas pesquisas para análise de técnicas e materiais.

Em 1955, Buonocore¹¹ chamou a atenção da comunidade científica com o surgimento do condicionamento ácido e os conceitos de adesão à estrutura dentária. Estes conceitos foram se aperfeiçoando no decorrer dos anos, com a descoberta dos padrões de condicionamento ácido em esmalte (GWINNET & MATSUI²⁷, 1967; SILVERSTONE et al.⁶⁰, 1975). Desde então, diferentes sistemas adesivos foram lançados no mercado odontológico (SWIFT JUNIOR et al.⁶⁴, 1995; VAN MEERBEEK et al.⁷⁰, 1998; PERDIGÃO et al.⁵², 2000; AGUILAR et al.¹, 2002; CARPENA LOPES et al.¹⁴, 2002; SWIFT JUNIOR⁶⁶, 2002).

O principal mecanismo pelo qual a adesão da resina composta ao esmalte condicionado com ácido fosfórico acontece é a formação dos *tags* resinosos. O condicionamento ácido remove aproximadamente 10µm da superfície do esmalte e cria uma camada porosa que varia de 5 a 50µm de profundidade. Esta superfície irregular é o resultado da dissolução dos

cristais de hidroxiapatita. Quando uma resina de baixa viscosidade é aplicada, ela penetra nestas microporosidades e polimeriza para formar uma ligação micromecânica com o esmalte (SWIFT JUNIOR et al.⁶⁴, 1995; SHINTOME et al.⁵⁹, 2001; CARPENA LOPES et al.¹⁴, 2002). Durante muitos anos, tem se pesquisado o efeito de diversos ácidos nas mais variadas concentrações na superfície do esmalte e da dentina. Sabe-se que o ácido fosfórico nas concentrações de 30-40% promove um eficiente padrão de condicionamento no esmalte e na dentina resulta na remoção da *smear layer* e abertura dos túbulos dentinários (SINHORETI et al.⁶¹, 2000; DUKE¹⁹, 2002).

No esmalte, o ácido fosfórico de 30-40% transforma a superfície suave do esmalte em uma superfície acentuadamente irregular, favorecendo a ligação micromecânica (CARPENA LOPES et al.¹⁴, 2002). Ácidos alternativos, conforme relatado por Swift Junior et al.⁶⁴ (1995), como o ácido maleico a 10% e o nítrico a 2,5%, também apresentam eficientes resultados em esmalte. Alguns estudos, entretanto, sugerem que ácidos mais fracos não formam uma adesão tão eficiente quanto o tradicional ácido fosfórico a 30-40% (SINHORETI et al.⁶¹, 2000; CARPENA LOPES et al.¹⁴, 2002; SCHULZE et al.⁵⁷, 2004).

O esmalte apresenta uma série de características que favorecem e facilitam a aplicação de sistemas adesivos: alto conteúdo inorgânico, homogeneidade estrutural, baixa umidade e, sobretudo, estabilidade. Desta forma, quando condicionado, pode ser seco com jato de ar, o que proporciona a visualização do efeito desse condicionamento ácido e aumento da energia de superfície, que facilita a permeação dos componentes do sistema adesivo (RODRIGUES FILHO & LODOVICI⁵⁴, 2003).

Em restaurações de resina composta, uma adesão estável à estrutura dentária é essencial para obtenção do sucesso clínico. A adesão ao esmalte é um dos fatores mais importantes no que se refere à longevidade das

restaurações, pois a falha no selamento nas margens em esmalte de uma restauração leva à infiltração de fluidos orais e invasão bacteriana, resultando em hipersensibilidade e lesões de cárie secundárias (TORII et al.⁶⁸, 2002).

Uma outra questão levantada pela comunidade científica é a praticidade que um sistema adesivo deve ter. Os sistemas adesivos convencionais constituem-se de um *primer*, que é uma estrutura bifuncional com uma parte hidrofílica, que se liga ao substrato dentário, e outra parte hidrofóbica, responsável pela ligação da estrutura dental à resina. Os sistemas convencionais também possuem uma resina fluida, convencionalmente chamada de adesivo ou *bond*. Alguns sistemas adesivos mais modernos, chamados de monocomponentes, incluíram no mesmo frasco o *primer* e o adesivo, porém o condicionamento ácido ainda deve ser realizado à parte.

Recentemente, foram lançados no mercado os chamados "sistemas autocondicionantes", que são sistemas adesivos formados por *primers* autocondicionantes, os quais não necessitam de condicionamento ácido prévio, ou por adesivos autocondicionantes, que incluem condicionamento ácido, *primer* e adesivo em um único produto. Nestes sistemas autocondicionantes, resinas adesivas acídicas misturadas com solventes hidrofílicos condicionam a estrutura dentária enquanto simultaneamente promovem a infiltração dos monômeros resinosos. A técnica com estes adesivos é menos crítica, pois não há necessidade do condicionamento prévio do substrato dentário (RODRIGUES FILHO & LODOVICI⁵⁴, 2003; GRUBISA et al.²⁶, 2004; SCHULZE et al.⁵⁷, 2004). Além disso, diminui-se o risco de contaminação cruzada (CARPENA LOPES et al.¹⁴, 2002) e de reações de hipersensibilidade após a confecção de restaurações adesivas (MILLER⁴⁰, 2001; CHRISTENSEN¹⁶, 2002).

No desenvolvimento dos sistemas autocondicionantes, a intenção dos fabricantes foi simplificar e eliminar alguns passos em sua aplicação clínica (MIYAZAKI et al.⁴², 2001). No entanto, é importante que estas simplificações não afetem a adesão em esmalte (HARA et al.³⁰, 1999).

A resistência adesiva proporcionada por um sistema adesivo é a força por unidade de área necessária para quebrar a ligação com o esmalte ou dentina, com a falha ocorrendo próximo à interface aderida ao tecido dentário ou próximo ao material restaurador. O objetivo de um teste de resistência adesiva, seja ele um teste de cisalhamento, tração ou microtração, é estabelecer um valor numérico para determinar quão forte era aquela adesão (ØILO⁴⁹, 1993). O teste de cisalhamento é muito utilizado para avaliarmos materiais odontológicos, pois é um teste simples de se realizar e quando bem executado, ou seja, quando a força incidente é paralela à superfície dental, seus resultados são confiáveis. Além disso, o estresse de cisalhamento é mais representativo na situação clínica (CARDOSO et al.¹³, 1998).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi comparar três sistemas adesivos, sendo um sistema monocomponente com condicionamento ácido prévio, um sistema com *primer* autocondicionante e um sistema adesivo autocondicionante, no que se refere à resistência adesiva no esmalte proporcionada por eles.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para melhor compreensão, a revisão de literatura foi dividida em dois itens: **sistemas adesivos**, no qual será descrita a evolução dos agentes adesivos e **cisalhamento**, no qual são descritos os estudos sobre este teste de resistência adesiva.

2.1 Sistemas adesivos

Buonocore¹¹ (1955) foi o primeiro pesquisador a utilizar o ácido fosfórico na superfície de esmalte. Neste estudo, ao comparar o esmalte dentário após a aplicação do ácido fosfórico a 85% durante 30 segundos, foi notado que a superfície apresentava-se opaca. A adesão conseguida com a aplicação do ácido fosfórico foi superior ao grupo no qual não houve esta aplicação e o autor concluiu que o ácido fosfórico alterou quimicamente a superfície do esmalte.

Gwinnet & Matsui²⁷ (1967) realizaram um estudo dos adesivos dentários e suas relações físicas com o esmalte. Os autores utilizaram 32 dentes anteriores humanos superiores e condicionaram a superfície do esmalte com a aplicação de uma gota do líquido do cimento de fosfato de zinco por 2 minutos. Nesta superfície condicionada, foram aplicados diferentes adesivos experimentais baseados em monômeros de cianoacrilato, metacrilato e dimetacrilato e as amostras foram submetidas à Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Os resultados demonstraram

que extensões em forma de *tags* foram percebidas na interface esmalte/adesivos. A origem destes *tags* foi atribuída aos monômeros dos adesivos que penetraram no esmalte condicionado e polimerizaram nesta região, encapsulando os cristais de esmalte, promovendo uma efetiva e permanente ligação mecânica e protegendo o esmalte da dissolução.

Silverstone et al.⁶⁰ (1975) realizaram um trabalho com MEV, no qual analisou pré-molares extraídos por razões ortodônticas após aplicação de ácido fosfórico nas concentrações de 20% a 70%. Após a análise das fotomicrografias, descreveu-se os padrões de condicionamento ácido tipo I e tipo II. No padrão tipo I, há descalcificação do centro do prisma de esmalte, deixando sua periferia intacta. No padrão tipo II, há descalcificação da periferia do prisma de esmalte, não alterando visualmente seu centro. No entanto, ambos os padrões não são específicos para uma determinada região do esmalte, havendo uma mistura dos padrões em um mesmo elemento dental.

Bastioli et al.⁶ (1990) estudaram diversas propriedades mecânicas de diferentes compósitos dentais através de MEV e calcularam o coeficiente de difusão de água e a energia de ativação necessária para estes processos de difusão. Os autores concluíram que todos os compósitos estudados apresentavam uma boa relação carga/matriz.

Rueggeberg⁵⁶ (1991) realizou uma revisão de literatura sobre as diferenças existentes entre dentes bovinos e dentes humanos em relação à testes de adesão. O autor afirmou que os dentes humanos são mais limitados em relação à disponibilidade e somado ao risco de infecção, a busca por um substituto adequado a estes dentes intensificou-se. Os dentes bovinos, pela sua disponibilidade e seu maior tamanho, têm sido muito

utilizados em testes de adesão. Concluiu-se que a necessidade de padronização dos métodos de análise, bem como a interpretação dos dados obtidos em testes de adesão, são de extrema urgência.

Stanley⁶³ (1993) estudou os diferentes fatores envolvidos em testes de adesão, realizando um apelo para testes de adesão padronizados. Em seu estudo, o autor afirmou que testes *in vitro* são mais rápidos e mais baratos que testes *in vivo*. No entanto, há necessidade de padronização dos resultados *in vitro*, para que haja uma correta correlação *in vivo*.

Fox et al.²³ (1994) analisaram diversos trabalhos de adesão em ortodontia e afirmaram que pouca atenção é dada aos detalhes nos testes de adesão. Os autores avaliaram os diversos aspectos envolvidos em trabalhos de adesão, desde o substrato dentário até os diferentes testes realizados e os resultados obtidos, concluindo que a padronização dos testes oferece resultados confiáveis para o clínico.

Swift Junior et al.⁶⁴ (1995) realizaram uma revisão de literatura sobre adesão ao esmalte e à dentina, afirmando que o condicionamento ácido remove aproximadamente 10 μ m de superfície de esmalte e cria uma camada porosa que varia de 5 a 50 μ m de profundidade. Quando há aplicação de ácido fosfórico a 50% na superfície dentária, forma-se um precipitado (monofosfato de cálcio monohidratado) que pode ser removido. No entanto, concentrações deste ácido inferiores a 27% formam um precipitado (difosfato de cálcio dihidratado) que não pode ser facilmente removido. Entretanto, alguns estudos mostraram que menores concentrações de ácido também apresentam resistência adesiva similares às obtidas com concentrações de 30% e 40%. A resistência ao cisalhamento de uma resina composta ao

esmalte condicionado por ácido é de aproximadamente 20 MPa. Este valor permite sucesso na retenção das resinas compostas para as mais variadas aplicações clínicas. Alguns estudos indicam ácidos como fosfórico a 10%, maleico a 10% e nítrico a 2,5%, porém todas as conseqüências clínicas da utilização destes ácidos ainda não são conhecidas.

DeWald¹⁸ (1997) estudou os diferentes meios de desinfecção e armazenamento de dentes extraídos para testes de adesão. Dentre os meios de desinfecção em seu estudo encontram-se as soluções de cloramina, formalina, a utilização de óxido de etileno e autoclave. Foi concluído que a autoclave e a cloramina são bons meios de desinfecção, pois os resultados com amostras submetidas a estes métodos em testes *in vitro* foram semelhantes aos resultados obtidos com dentes recém-extraídos que não foram submetidos a nenhum método de desinfecção.

Hayakawa et al.³² (1998) investigaram a eficácia de dois *primers* autocondicionantes experimentais na adesão de uma resina composta ao esmalte e à dentina. Um *primer* autocondicionante experimental foi uma solução aquosa de PhenyI-P e HEMA e o outro foi uma mistura aquosa de MDP e HEMA. A influência da concentração de PhenyI-P e de MDP na mistura, juntamente com o tempo de aplicação foi examinada através da medida de resistência à tração da resina composta Clearfil AP-X (Kuraray) ao esmalte e à dentina. Também foi medida a resistência à tração de um sistema adesivo comercial – MAC-BOND (Tokuyama) em associação à resina composta Palfique Estelite (Tokuyama) para comparação com os valores obtidos com os *primers* experimentais. Os resultados mostraram que em esmalte, a resistência à adesão com os *primers* compostos por 5%, 10% ou 20% de PhenyI-P, com tempo de aplicação de 15 segundos foi maior do que os *primers* compostos por 5% de PhenyI-P com tempo de aplicação de

60 segundos ou com 30% de Phenyl-P e tempo de aplicação de 15 segundos. O *primer* composto por 30% de MDP e 60 segundos de aplicação resultou em maior resistência adesiva do que com tempo de aplicação de 15 segundos. Em dentina, observou-se que a *smear layer* foi parcialmente dissolvida pelos *primers* autocondicionantes e uma camada híbrida de 1 a 1,5 μ m de espessura foi formada. Os autores concluíram que os *primers* contendo Phenyl-P ou MDP demonstraram boa adesão tanto ao esmalte quanto à dentina.

Van Meerbeek et al.⁷⁰ (1998) realizaram uma revisão de literatura sobre a *performance* clínica dos adesivos. Uma das classificações utilizadas para os sistemas adesivos é em relação à *smear layer*. Um grupo de sistemas adesivos remove completamente a *smear layer* e são subdivididos em um ou dois frascos, dependendo respectivamente na combinação ou na separada aplicação do *primer* e da resina adesiva. Um outro grupo de sistemas adesivos modifica a *smear layer*, ao invés de removê-la. Recentemente criados, os chamados “sistemas autocondicionantes” contêm um monômero ácido Phenyl-P e HEMA para simultaneamente condicionar e tratar tanto o esmalte quanto a dentina. Além da simplicidade, estes sistemas, segundo os autores, promovem a desmineralização superficial da dentina e a penetração simultânea de monômeros, que podem ser polimerizados *in situ*.

Kanemura et al.³⁷ (1999) estudaram a resistência à tração de diferentes sistemas adesivos – One-Step (Bisco), Single Bond (3M), Clearfil Liner Bond II (Kuraray) e Tokuso Mac Bond II (Tokuso) – em esmalte preparado e esmalte intacto. As amostras também foram submetidas à MEV e os resultados demonstraram que os sistemas monocomponentes que

apresentam condicionamento com ácido fosfórico produzem boa adesão de resina composta ao esmalte preparado e intacto. Os sistemas com *primers* autocondicionantes, no entanto, apresentam boa adesão ao esmalte preparado, porém apresentaram menores valores de resistência à tração no esmalte intacto.

Perdigão et al.⁵² (2000) realizaram uma revisão sobre as novas tendências na adesão em esmalte e dentina. Os autores afirmaram que a técnica de condicionamento ácido total resulta em uma superfície ideal para adesão ao esmalte. No entanto, com o objetivo de simplificar os procedimentos clínicos, foram criados novos sistemas adesivos denominados autocondicionantes, nos quais não há necessidade da realização do condicionamento ácido prévio. Dentre estes adesivos, o Prompt L-Pop (3M) tem demonstrado bons resultados quando utilizado em esmalte. Porém, existem poucos estudos clínicos que demonstram a longevidade das adesões realizadas com estes materiais.

Miller⁴⁰ (2001) avaliou o comportamento *in vivo* de dois sistemas adesivos (Transbond Plus *Self-etching primer* – 3M, que apresenta um *primer* autocondicionante, e Prompt L-Pop – 3M, que é um adesivo autocondicionante). Durante um período de seis meses, *brackets* ortodônticos foram aderidos à superfície de esmalte utilizando um dos dois sistemas adesivos e o grau de falha foi anotado. Os resultados demonstraram que os sistemas autocondicionantes foram capazes de manter os *brackets* em posição, com baixo grau de falha.

Pashley & Tay⁵⁰ (2001) realizaram um estudo sobre a agressividade de sistemas autocondicionantes em esmalte. Para isso, cúspides de molares humanos foram tratadas com Clearfil Mega Bond (Kuraray) ou NRC + Prime

& Bond NT (Dentsply) ou Prompt L-Pop (3M). O grupo controle foi condicionado com ácido fosfórico a 32% por 15 segundos e aplicado o adesivo monocomponente All-Bond 2 (Bisco). As amostras foram completamente desmineralizadas e analisadas para a verificação da extensão da infiltração resinosa. Um segundo grupo de amostras, tratadas com os mesmos sistemas adesivos, recebeu uma restauração com a resina composta Z-100 (3M) e foi submetido aos testes de microtração. Os resultados demonstraram que os sistemas autocondicionantes produziram baixa resistência à microtração ao esmalte quando comparados ao grupo controle e que não existiu correlação entre o grau de agressividade do agente condicionante e a resistência adesiva dos sistemas testados.

Shintome et al.⁵⁹ (2001) estudaram ao microscópio eletrônico de varredura, a micromorfologia do esmalte de dentes decíduos após condicionamento com ácido fosfórico a 35%, com tempos de aplicação de 15, 30 ou 45 segundos, sobre a superfície vestibular ou oclusal de 24 molares decíduos íntegros, armazenados em solução fisiológica em temperatura ambiente. As amostras foram divididas aleatoriamente em 6 grupos experimentais, com quatro dentes cada. Os grupos 1 a 3 receberam condicionamento ácido na superfície vestibular e os grupos 4 a 6, na superfície oclusal. Os resultados demonstraram que em todos os grupos experimentais, o agente condicionador foi capaz de promover irregularidades na superfície do esmalte. No grupo I (condicionamento por 15" na vestibular), II (30" na vestibular), V (30" na oclusal) e VI (45" na oclusal), observou-se a predominância do padrão tipo I de condicionamento, o que significa dissolução preferencial do centro dos prismas do esmalte. Já nos grupos III (45" na vestibular) e IV (15" na oclusal), houve predominância do padrão tipo II de condicionamento, que significa dissolução preferencial da periferia dos prismas do esmalte. Concluiu-se também que em todos os grupos, quanto

maior o tempo de aplicação do agente condicionador, mais profundos são os padrões de condicionamento. Vale ressaltar que neste trabalho, os autores avaliaram somente os aspectos morfológicos do condicionamento ácido sobre a superfície do esmalte, não sendo realizados testes sobre a resistência adesiva das amostras, para determinar o tempo de condicionamento mais efetivo para adesão na interface esmalte/composito.

Aguilar et al.¹ (2002) analisaram a resistência à tração dos sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose (3M), OptiBond FL (Kerr), Amalgambond Plus e OptiBond dual (Kerr) e os efeitos da aplicação do *primer* e da termociclagem no esmalte. Para isso, 96 pré-molares hígidos foram armazenados por 15 dias em solução de formalina a 10%. As amostras foram divididas aleatoriamente em 16 grupos (com seis dentes cada), abrangendo todas as combinações dos fatores de estudo: sistema adesivo, *primer* e estresse térmico. Os sistemas adesivos foram aplicados conforme as recomendações do fabricante na superfície vestibular não-preparada, com o objetivo de simular as condições bucais. Resina composta Z-100 (3M) foi aplicada à superfície através de um cone de metal vazado, previamente preso à superfície do esmalte. Metade das amostras foi submetida à termociclagem (3.000 ciclos) e a outra metade armazenada em água destilada a 37°C. Os resultados estatísticos demonstraram que a resistência à tração não é afetada pela aplicação do *primer*, nem pela termociclagem ou pela utilização dos diferentes sistemas adesivos estudados.

Asgari et al.³ (2002) avaliaram clinicamente o grau de falhas de adesão utilizando o sistema adesivo com *primer* autocondicionante Transbond Plus Self Etching Primer (3M), utilizando-o para a colagem de *brackets* ortodônticos. Cento e setenta e quatro dentes receberam *brackets* com este sistema e outros cento e setenta e quatro dentes receberam

brackets utilizando um sistema adesivo monocomponente, composto por *primer* e adesivo em um único frasco, porém com prévio condicionamento ácido. Todos estes casos foram acompanhados durante seis meses e os resultados demonstraram que houve 8 falhas (4,60%) utilizando o sistema monocomponente e apenas uma falha (0,57%) com o *primer* autocondicionante, portanto os autores concluíram que este sistema adesivo apresentou bom desempenho clínico.

X Carpena Lopes et al.¹⁴ (2002) realizaram uma revisão de literatura sobre adesão dentária no que se refere ao estado presente e perspectivas futuras. Os autores afirmaram que no presente momento, duas técnicas adesivas distintas são as mais proeminentes: condicionamento total e os sistemas autocondicionantes. Enquanto os adesivos com condicionamento total já demonstraram sua eficácia tanto *in vitro* como em situações clínicas, os sistemas autocondicionantes ainda necessitam provar sua eficácia. Os sistemas autocondicionantes estão evoluindo rapidamente, porém seus resultados ainda não são suficientemente previsíveis, mas alguns sistemas, como o Prompt L-Pop (3M), que é um adesivo autocondicionante, e o Clearfil SE Bond (Kuraray), que é um sistema com um *primer* autocondicionante, alcançaram resultados positivos nas estruturas dentárias. No entanto, mais estudos são necessários para confirmar a eficiência destes sistemas.

Christensen¹⁶ (2002) realizou uma revisão de literatura sobre a prevenção à sensibilidade pós-operatória em restaurações de Classe I, II e V, afirmando que a utilização correta dos sistemas adesivos pode impedir o surgimento da sensibilidade pós-operatória. O autor descreve a técnica adesiva utilizando sistemas que utilizam condicionamento ácido prévio e sistemas autocondicionantes, bem como apresenta alternativas para a solução do problema.

Duke¹⁹ (2002) realizou uma crítica aos sistemas autocondicionantes, afirmando que sistemas autocondicionantes experimentais testados por sua equipe não tiveram bom desempenho clínico. As restaurações que utilizaram tais adesivos apresentaram sinais precoces de manchamento marginal. O autor concluiu que até a comunidade científica fornecer dados adequados que substanciem os sistemas autocondicionantes, o condicionamento tradicional com ácido fosfórico fornece uma solução simples para restaurações duradouras e técnicas restauradoras estéticas.

Ferrari & García-Godoy²¹ (2002) estudaram os diferentes aspectos relacionados aos testes *in vitro* de sistemas adesivos. Os autores revisaram os principais aspectos relacionados à microinfiltração, testes de adesão e morfologia em testes *in vitro*, concluindo que estes testes são fundamentais antes de serem realizados testes *in vivo*.

Hannig et al.²⁹ (2002) realizaram uma análise morfológica na superfície de esmalte após a aplicação dos sistemas adesivos com *primers* autocondicionantes Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray), Clearfil SE Bond (Kuraray), Etch & Prime 3.0 (Degussa) e Resulcin Acqua Prime (Merz Dental) comparado ao sistema adesivo monocomponente com condicionamento ácido prévio Heliobond (Kerr), através da microscopia eletrônica de transmissão. Para isso, trinta molares humanos recém-extraídos foram preparados com lixas 1200 e 4000 granulações e divididos nos grupos conforme os sistemas adesivos. As amostras foram submetidas à MEV e depois as interfaces de esmalte foram submetidas à microscopia eletrônica de transmissão. As micrografias indicaram que o caminho de interdifusão dos monômeros ácidos é primariamente entre os cristais e ao longo dos espaços intercristalinos. O *primer* ácido dissolve a área de superfície de

cristais de esmalte individuais e alarga os espaços intercristalinos. Um padrão de condicionamento em três dimensões inter e intra-cristalino nanorretentivo é então criado, segundo os autores, promovendo simultaneamente a infiltração do monômero.

Nikaido et al.⁴⁷ (2002) avaliaram o efeito da termociclagem e da ciclagem mecânica na resistência à adesão de um *primer* autocondicionante à dentina. Vinte e quatro molares humanos foram divididos em diferentes grupos, conforme o tratamento da superfície dentinária (planificação ou não, termociclagem ou não, ciclagem mecânica ou não). Em todas as amostras o sistema adesivo Clearfil Linerbond 2V (Kuraray) foi aplicado. Os resultados demonstraram que a fadiga cíclica, resultado de testes de ciclagem, pode diminuir a resistência adesiva entre resina e dentina.

Shimada et al.⁵⁸ (2002) estudaram o comportamento dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond (Kuraray) e Single Bond (3M) no esmalte decíduo, comparando-o com o esmalte permanente no teste de micro-cisalhamento. As amostras também foram submetidas à MEV e os resultados demonstraram não haver diferenças estatísticas significantes entre os esmaltes decíduo e permanente no que se refere ao micro-cisalhamento, além de não haver diferenças significantes entre os sistemas adesivos testados. A MEV demonstrou que ambos os sistemas adesivos testados condicionaram o esmalte decíduo mais profundamente do que o esmalte permanente, sugerindo que a ação de condicionamento é mais intensa no esmalte decíduo do que no permanente.

Swift Junior⁶⁶ (2002) realizou uma revisão de literatura sobre os adesivos em esmalte e dentina, descrevendo o desenvolvimento da adesão dentinária e as técnicas de condicionamento ácido total e dos sistemas

autocondicionantes, tendo cada técnica suas vantagens e desvantagens. Atualmente, o autor afirma que o mercado está se dirigindo aos materiais autocondicionantes, porém o autor concluiu que grande parte destes adesivos ainda não teve seu desempenho clínico aprovado.

Torii et al.⁶⁸ (2002) estimaram o efeito de três tipos diferentes de sistemas adesivos, tradicional com condicionamento ácido, sistemas de adesão úmida e *primers* autocondicionantes, na adesão de resinas compostas ao esmalte. Para isso, dentes bovinos congelados receberam um dos seguintes sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose (3M); Single Bond (3M); Unifil Bond (GC) e Clearfil SE Bond (Kuraray) e foram submetidos aos ensaios de tração e à MEV. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística entre os quatro sistemas adesivos testados no que se refere aos ensaios de tração, porém a MEV revelou grande diferença morfológica entre os sistemas com condicionamento ácido prévio e os *primers* autocondicionantes.

Perdigão & Geraldini⁵³ (2003) testaram a hipótese de que o preparo da superfície de esmalte não afetaria a resistência à microtração de sistemas autocondicionantes ao esmalte. Para isso, dez incisivos bovinos foram utilizados para obtenção de blocos de 8mm x 8mm. Os blocos foram aleatoriamente divididos em cinco grupos: a) ABF, um adesivo autocondicionante experimental (Kuraray); b) Clearfil SE Bond (Kuraray); c) One-Up Bond F (Tokuyama); d) Prompt L-Pop (3M); e) Single Bond (3M). Todos os blocos foram divididos em metades: uma metade foi preparada com uma ponta diamantada por 5 segundos sob refrigeração de ar e água e a outra metade não foi preparada. Uma resina composta híbrida, Z-250 (3M) foi inserida em incrementos de 1,5mm e fotopolimerizada. Os corpos-de-prova foram cortados em palitos de 0,2mm² e submetidos ao ensaio de

microtração. Outros dez incisivos bovinos preparados de forma idêntica à descrita anteriormente foram submetidos à MEV. Os resultados demonstraram que o Single Bond (3M) apresentou maiores valores de resistência à microtração, independente do preparo ou não da superfície de esmalte. Todos os sistemas autocondicionantes apresentaram maiores valores de resistência à microtração quando o esmalte foi preparado. No entanto, para o ABF (Kuraray) e para o Clearfil SE Bond (Kuraray), esta diferença não foi estatisticamente significativa. Os autores concluíram que os sistemas autocondicionantes comerciais se comportaram melhor quando houve preparo do esmalte do que quando o esmalte não foi preparado. Em termos de MEV, os adesivos com condicionamento total revelaram um condicionamento profundo e interprismático, enquanto que os sistemas autocondicionantes resultaram em um padrão de condicionamento variando do ausente ao moderado.

Rodrigues Filho & Lodovici⁵⁴ (2003) realizaram uma revisão de literatura sobre a utilização de um sistema adesivo com *primer* autocondicionante. Os autores afirmaram que os problemas técnicos relacionados à utilização de sistemas adesivos que preconizam o condicionamento ácido às estruturas dentárias estão relacionados principalmente às características morfológicas e de composição dos substratos aderentes, sobretudo no que se refere à complexidade da dentina. A fim de se minimizarem os problemas relacionados à técnica, surgiram sistemas de aplicação simplificada, chamados autocondicionantes. Estes sistemas preconizam a infiltração dos monômeros concomitantemente ao condicionamento, portanto sem a fase de lavagem. Desta forma, acredita-se que toda a estrutura desmineralizada seja hibridizada. Os autores concluíram que os novos sistemas são promissores e constituem uma boa alternativa para casos específicos, sobretudo porque facilitam a técnica adesiva e

garantem uma menor influência de variáveis inerentes ao processo. Entretanto, requerem mais estudos clínicos para que, segundo os autores, seja possível afirmar se esses sistemas adesivos podem ou não ser considerados substitutos dos adesivos com condicionamento ácido prévio.

Torii et al.⁶⁹ (2003) estudaram a formulação de um *primer* autocondicionante experimental contendo o ácido aspártico N-acryloyl, incorporado ao ácido fosfórico. Amostras receberam cilindros de resina composta aderidos à superfície dental com este sistema experimental e foram submetidas aos ensaios de tração. Os resultados demonstraram que a adesão com o adesivo experimental demonstrou ser equivalente à adesão obtida com um sistema adesivo monocomponente.

Schulze et al.⁵⁷ (2004) estudaram o sistema adesivo com *primer* autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray) em comparação ao adesivo monocomponente com condicionamento ácido prévio Single Bond (3M), no que se refere à umidade da superfície dentária. Para isso, utilizaram 18 espécimes com diferentes características de substrato (extremamente molhado, úmido, seco, ressecado e normal) e submeteu-os à MEV. Os resultados demonstraram que o Clearfil SE Bond (Kuraray) não demonstrou alterações entre os grupos, enquanto que o Single Bond (3M) apresentou diferenças significantes entre os grupos, especialmente após a secagem da superfície.

2.2 Cisalhamento

Van Noort et al.⁷¹ (1989) realizaram uma crítica sobre os testes de adesão, afirmando que há necessidade da padronização destes testes,

sobretudo testes de cisalhamento e tração. Os autores afirmaram que as variações nos testes de adesão são geralmente consideradas como resultados de diferentes procedimentos de adesão. No entanto, pouca atenção é dada ao detalhamento destes testes. Neste estudo, os autores realizaram uma análise matemática de todos os fatores que podem influenciar os resultados dos testes de adesão. Foram analisados os efeitos de diferentes propriedades dos materiais submetidos aos testes, das mudanças na geometria das amostras e das cargas aplicadas. Nestes dois últimos itens, os autores afirmaram que para o teste de cisalhamento, é de extrema importância que a altura do bloco de compósito seja de 4 a 5mm, para assegurar a distribuição por igual da carga aplicada. Além disso, as amostras deverão estar adequadamente fixadas em uma base para que a carga seja sempre aplicada no mesmo ponto e assim não haja diferentes locais de aplicação da carga. Os autores concluíram que há necessidade da padronização dos testes de adesão para que haja uma comparação válida entre seus resultados.

Carracho et al.¹⁵ (1991) analisaram o efeito do armazenamento e da termociclagem na resistência ao cisalhamento de três adesivos dentinários. Comparando os adesivos Scotchbond 2 (3M), Mirage Bond (Chamaleon Dental Products) e Scotchbond Dual Cure (3M), em diferentes grupos com ou sem termociclagem e com diferentes tempos de armazenamento das amostras. Os autores concluíram de maneira geral que as amostras não-termocicladas apresentaram uma maior resistência à adesão ($10,2 \pm 4,3$ MPa) do que as amostras termocicladas ($8,7 \pm 6,4$ MPa). A termociclagem reduziu significativamente a resistência ao cisalhamento do Scotchbond 2 (3M) e do Scotchbond Dual Cure (3M), porém não alterou significativamente a resistência do Mirage Bond (Chamaleon Dental Products). O tempo de

X 1630



armazenamento não afetou significativamente os dois adesivos da 3M, porém aumentou a resistência ao cisalhamento do Mirage Bond (Chamaleon Dental Products).

Barkmeier & Cooley⁴ (1992) realizaram um estudo sobre a avaliação laboratorial de sistemas adesivos, no qual afirmam que testes *in vitro* de resistência ao cisalhamento em esmalte envolvem o preparo da superfície do esmalte, resultando em uma superfície plana de esmalte. Nesta superfície são aplicados os sistemas adesivos em conjunto com uma resina composta, formando um cilindro de compósito. Todo este conjunto é submetido ao teste de cisalhamento, no qual a carga necessária para romper a estrutura é gravada e a resistência ao cisalhamento é então calculada em unidades megapascal (MPa), utilizando a área dos cilindros de compósito. Os espécimes também devem ser examinados para se avaliar onde ocorreram as fraturas: se na superfície do esmalte, se na interface esmalte/adesivo ou se na superfície da resina composta. Apesar de estudos clínicos de agentes adesivos serem considerados os mais confiáveis testes de materiais dentários, os testes laboratoriais possuem grande valor. Os estudos clínicos demandam grande tempo e os fabricantes dos sistemas adesivos mudam suas composições antes que os estudos clínicos possam ser completados. Por estas razões, os autores afirmaram que os testes laboratoriais de sistemas adesivos experimentais e comerciais são necessários para a avaliação destes novos materiais.

Fowler et al.²² (1992) realizaram um estudo sobre a influência de variáveis nos testes de adesão. Neste estudo, os autores afirmaram que as variáveis associadas com os testes de adesão são várias, dentre elas o tipo de teste (cisalhamento ou tração), o desenho do aparelho de teste e o substrato dentário. O autores selecionaram terceiros molares hígidos e os

prepararam para os diversos testes utilizando Scotchbond 2 (3M), Silux (3M), Ketac-Fil (ESPE) e Vitrebond (3M). As amostras foram aleatoriamente divididas em diferentes grupos, conforme os testes realizados (cisalhamento ou tração) e conforme os diferentes aparelhos mecânicos utilizados para os testes. Os resultados demonstraram que o teste de cisalhamento apresentou maior número de falhas adesivas reais, portanto segundo os autores, ele deve ser preferido para testes de adesão. Os autores também afirmaram que diferentes aparelhos de teste podem demonstrar diferentes resultados, pois o desenho dos aparelhos parece afetar significativamente os resultados e que existe uma tendência de maiores valores de resistência com dentes bovinos do que com dentes humanos.

Øilo (1993)⁴⁹ realizou uma revisão de literatura sobre testes de adesão e seus significados. A resistência adesiva é a força por unidade de área necessária para romper uma ligação. Os testes de resistência adesiva também poderiam ser chamados "testes de des-ligação". O propósito de se romper esta ligação é tentar estabelecer um valor numérico que represente o quão forte era aquela adesão. Os testes utilizados para este propósito são os testes de tensão e o teste de cisalhamento. Nos teste de tensão, a adesão é rompida por uma força incidindo em um ângulo de 90° (perpendicular) à superfície do dente. O maior problema é manter o alinhamento tanto do dente quanto da força durante o teste, evitando que haja concentração de estresse devido à geometria interfacial incorreta. No teste de cisalhamento, a adesão é rompida por uma força incidindo paralelamente à superfície do dente. Um documento da ISO (ISO CD TR 11405) afirma que o aparato necessário para um teste de cisalhamento é um bloco sólido para fixação da amostra e uma lâmina conectada a uma máquina na qual pode-se determinar a velocidade de incidência da força. Neste documento da ISO,

também se afirma que a utilização de dentes humanos para pesquisas de adesão, deve-se limitar a dentes armazenados entre 1 a no máximo 6 meses após a extração. Os testes de adesão, segundo o autor, fornecem uma boa indicação de como uma determinada combinação de adesivo e compósito irá funcionar.

Woronko et al.⁷² (1996) avaliaram a resistência ao cisalhamento de amostras que receberam o *primer* dentinário em esmalte, comparando-as com amostras sem *primer*. Cinco sistemas adesivos de quarta geração foram avaliados: Stochbond Multi-Purpose (3M), ProBond (LD Caulk), All Bond 2 (Bisco) e Syntac (Vivadent). Noventa e seis molares armazenados em solução de azida sódica a 0,2% tiveram o esmalte preparado com lixa 500 granulações e foram divididos em grupos, conforme a aplicação ou não do *primer* de cada sistema adesivo. Os espécimes receberam um cilindro da resina composta Tetric (Vivadent), foram termocicladas por 1.000 ciclos (5°C-55°C) e cisalhados. Os resultados demonstraram que a resistência adesiva das amostras ficou na faixa de $17,3 \pm 3,0$ a $22,4 \pm 3,2$ MPa. Estatisticamente, houve uma tendência de maiores valores de resistência adesiva quando o *primer* não foi aplicado ao esmalte.

El-Kalla & García-Godoy²⁰ (1997) realizaram um estudo sobre a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos monocomponente com condicionamento ácido prévio – Prime & Bond 2.1 (Dentsply), One Step (Bisco), Tenure Quick (Dent-Mat) e Syntac Single Component (Vivadent) ao esmalte e à dentina contaminados por saliva. Noventa e seis molares humanos foram subdivididos em grupos conforme o sistema adesivo utilizado, substrato dentário e se houve ou não contaminação do substrato com saliva artificial por 20 segundos. Todas as amostras foram termocicladas

por 1.000 ciclos e os resultados demonstraram que a contaminação pela saliva não alterou a resistência ao cisalhamento dos adesivos, com exceção do Syntac Single Component (Vivadent). De todos os adesivos testados, o Prime & Bond 2.1 (Dentsply) foi o que apresentou maior resistência adesiva em esmalte.

Perdigão et al.⁵¹ (1997) estudou a resistência ao cisalhamento do sistema Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray), quando aplicado conforme as recomendações do fabricante ou quando realizado o prévio condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15" ou ácido fosfórico a 10% por 15", ácido maleico a 10% por 15" ou ácido nítrico a 2,5% por 60". Para isso, cinquenta molares foram armazenados em solução de cloramina 0,5%, receberam um corte em sentido vestibulo-lingual e o esmalte proximal foi preparado com lixas 320 e 600 granulações. Foi utilizada a resina composta Clearfil Photo Anterior (Kuraray). As amostras foram termocicladas por 500 ciclos (5°C-55°C), cisalhadas e submetidas à MEV. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística entre os grupos. A MEV demonstrou na grande maioria das amostras padrão tipo II de condicionamento ácido.

Cardoso et al.¹³ (1998) realizaram microtração, cisalhamento e testes de tração determinando a resistência adesiva de três sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose (3M), Single Bond (3M) e Etch & Prime 3.0 (Degussa). Trinta molares humanos foram preparados para um dos testes: nas amostras para teste de microtração, um cilindro de resina composta Z-100 (3M) de aproximadamente 5mm de altura foi posicionado sobre a área de dentina exposta e "palitos" de 0,25mm² foram cortados e submetidos ao teste. No caso do teste de tração e cisalhamento, após a aplicação do adesivo, um cilindro de 3mm de altura e 3mm de diâmetro foi construído com

resina composta. Os resultados demonstraram que para os testes de cisalhamento e tração, o adesivo Single Bond (3M) demonstrou maiores valores de adesão do que o Etch & Prime 3.0 (Degussa) e Scotchbond Multi-Purpose (3M). Concluiu-se que o sistema adesivo monocomponente apresentou maiores valores de adesão do que o adesivo com *primer* autocondicionante nos testes de cisalhamento e tração.

Gordan et al.²⁵ (1998) estudaram a resistência ao cisalhamento em dentina e esmalte de dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (Fuji Bond L.C.- GC America e Vitrebond – 3M) e dois sistemas adesivos (Prime & Bond 2.1 – Dentsply e Scotchbond MP – 3M). Para isso, 120 amostras em esmalte (n=60) e dentina (n=60) em molares humanos foram preparadas. Cada substrato dentário foi dividido em quatro grupos, conforme o material utilizado. Um cilindro de resina composta foi aderido na superfície e todas as amostras foram termocicladas por 500 ciclos (5°C-55°C) e então submetidas ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram que há diferenças significantes entre esmalte e dentina. Em esmalte, os adesivos resinosos tiveram valores mais altos de resistência ao cisalhamento, porém em dentina o Vitrebond (3M) obteve o melhor desempenho, concluindo-se que os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina testados apresentaram melhor adesão em dentina do que em esmalte e os sistemas adesivos testados apresentaram melhor desempenho em esmalte.

Iwami et al.³⁴ (1998) realizaram um estudo sobre o efeito da umidade do esmalte e da dentina na resistência ao cisalhamento de compósitos. Os autores utilizaram 210 molares humanos hígidos. Sete sistemas adesivos foram utilizados: Clearfil Liner Bond II (Kuraray), Imperva Fluoro Bond

(Shofu), Scotchbond Multi-Purpose (3M), All Bond 2 (Bisco), ProBond (Dentsply), One-Step (Bisco) e Super Bond D-Liner II (Sun Medical). Três métodos de preparo do esmalte e da dentina foram utilizados antes da aplicação do *primer* ou do sistema adesivo: amostras úmidas (não houve secagem da água utilizada para lavagem da superfície de esmalte ou dentina); amostras semi-úmidas (*spray* de ar por 3 segundos) e amostras secas (*spray* de ar por 15 segundos). As amostras receberam aplicações das resinas compostas Clearfil AP-X (Kuraray), LiteFil II (Shofu), Z-100 (3M), Elite Fil (Bisco) e Prisma TPH (Dentsply) e foram submetidas ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram que em esmalte não houve diferença significativa entre os adesivos testados. Em dentina, os valores de resistência ao cisalhamento das amostras secas foram mais altos do que das amostras úmidas e semi-secas. No entanto, nas amostras em dentina, os sistemas adesivos que tinham acetona como solvente apresentaram valores de resistência maiores em amostras úmidas ou semi-secas. Os autores concluíram que uma pequena quantidade de água pode ser necessária em superfície dentinárias para que os adesivos atinjam altos valores de resistência, porém em esmalte os métodos de secagem não alteraram a resistência dos adesivos testados.

Mussolino et al.⁴⁵ (1998) estudaram a resistência ao cisalhamento de um selante (Fluroshield – Dentsply) associado a componentes de um sistema dental (Probond – Dentsply). Cilindros de selante, padronizados, foram unidos ao esmalte das superfícies vestibulares de incisivos bovinos. As coroas dos dentes foram hemisseccionadas no terço médio, no sentido médio-distal, de modo a obter-se duas secções, uma cervical e outra incisal. Estas secções foram desgastadas para se ter uma superfície de esmalte plana. As amostras foram divididas em grupos. No Grupo I, após o condicionamento ácido, aplicou-se o selante; no Grupo II, antes da aplicação

do selante, uma camada do *primer* do Probond (Dentsply) foi aplicada; no Grupo III, após o *primer*, aplicou-se o adesivo do Probond (Dentsply) e no Grupo IV, somente o adesivo foi aplicado antes do selante. A análise estatística, após os testes de cisalhamento, revelou significativa diminuição da resistência ao cisalhamento quando o *primer* foi aplicado previamente ao selante, enquanto a resistência ao cisalhamento do selante foi semelhante quando o adesivo foi aplicado, com ou sem *primer*. A resistência ao cisalhamento do selante ao esmalte foi maior no terço incisal do que no terço cervical da coroa.

Swift Junior et al.⁶⁵ (1998) realizaram um estudo sobre a resistência à adesão em esmalte dos seguintes adesivos: Scotchbond Multi-Purpose (3M), One-Step (Bisco), OptiBond Solo (Kerr), Prime & Bond 2.1 (Dentsply), Syntac Single-Component (Vivadent) e Tenure Quick (Den-Mat). Incisivos bovinos foram armazenados em solução de cloramida a 0,5% e preparados com lixas de 120 a 600 granulações. Os espécimes receberam cilindros resina composta Z-100 (3M) e foram submetidos ao teste de cisalhamento sob velocidade de 5mm/min. Os resultados demonstraram que os valores de resistência ao cisalhamento variaram de 14,2 MPa a 27,8 MPa. O sistema adesivo com menor resistência ao cisalhamento foi o Syntac Single-Component (Vivadent). Todos os demais adesivos não tiveram valores estatisticamente diferentes entre eles. Os valores mais altos foram obtidos pelos adesivos Prime & Bond 2.1 (Dentsply) e Single Bond (3M).

Amendola² (1999) teve como objetivo investigar a resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos, Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M) e Etch & Prime 3.0 (Degussa) à dentina bovina, antes e após ciclagem térmica. Incisivos bovinos foram preparados e subdivididos em dois grupos: subgrupo A e B. No subgrupo A, os ensaios de cisalhamento foram feitos

após 24h da restauração com resina composta Z-100 (3M) e no subgrupo B, as restaurações foram submetidas a 500 ciclos térmicos antes dos ensaios de cisalhamento. A estatística demonstrou não haver diferenças significativas entre os dois subgrupos. Portanto, a ciclagem térmica não influenciou significativamente a resistência testada dos dois materiais. O Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M) demonstrou um número considerável de falhas adesivas, enquanto que o Etch & Prime 3.0 (Degussa) apresentou predominância de falhas mistas, seguidas das falhas adesivas.

Barkmeier et al.⁵ (1999) avaliaram a resistência ao cisalhamento do sistema adesivo Prime & Bond 2.1 (Dentsply) tanto em dentina quanto em esmalte, porém com variadas formas de aplicação, no que se refere ao número de camadas do adesivo. Para isso, noventa molares humanos foram utilizados (sessenta para análise de dentina e trinta para esmalte). Os dentes foram preparados utilizando a lixa 600 granulações. As amostras foram divididas nos grupos conforme a superfície (esmalte ou dentina) e a número de camadas do adesivo (uma ou duas), foram termocicladas por 640 ciclos (5°C-55°C) e cisalhadas. Os resultados demonstraram que as diferentes técnicas não apresentaram variações estatísticas significantes. A resistência adesiva em esmalte variou de $29,2 \pm 5,4$ a $29,8 \pm 5,0$ MPa.

Benderli et al.⁷ (1999) realizaram um estudo sobre a resistência ao cisalhamento de esmalte normal e esmalte fluoretado (aplicação de fluorofosfato acidulado a 1,23% por 4 minutos) sob diferentes condições de contaminação. Para isso, os autores utilizaram cem terceiros molares e os separaram em dois grupos básicos (esmalte normal ou esmalte fluoretado) e então os separaram em cinco subgrupos: amostras não-contaminadas e amostras contaminadas com saliva artificial, as quais foram lavadas ou

apenas secas após a contaminação. Foram utilizados para o condicionamento os ácidos maleico a 10% ou fosfórico a 37% por 15 segundos. O sistema adesivo utilizado foi o Scotchbond Multi-Purpose (3M) com a resina Z-100 (3M). Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento e os resultados revelaram que no grupo do esmalte fluoretado não houve diferença entre amostras contaminadas ou não-contaminadas. No grupo do esmalte normal, não houve redução dos valores de resistência ao cisalhamento quando as amostras foram lavadas e secas. Os autores concluíram que a contaminação por saliva pode não ser um fator de risco ao sucesso da adesão em esmalte fluoretado e em esmalte normal, se a superfície for lavada e seca imediatamente após a contaminação. Além disso, o condicionamento do esmalte normal com ácido fosfórico na presença de contaminação pode resultar em maiores valores de resistência do que o condicionamento com ácido maleico.

★ Devaney et al.¹⁷ (1999) compararam os adesivos com carga e sem carga no que se refere à resistência ao cisalhamento, pois de acordo com os autores algumas evidências mostram que os adesivos com carga não conseguem penetrar tão bem o esmalte quanto os adesivos sem carga. Neste estudo, os adesivos Optibond FL (com carga), Optibond Solo (com carga), Permaquick PQ1 (com carga), Prime & Bond NT (com carga) e Prime & Bond 2.1 (sem carga) foram aplicados em 100 incisivos bovinos e divididos em dois subgrupos: esmalte seco e esmalte úmido. Todas as amostras foram termocicladas por 500 ciclos (5°C-55°C) e submetidas ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram que o adesivo Prime & Bond 2.1 (sem carga) apresentou maior resistência ao cisalhamento do que os demais adesivos com carga, concluindo-se que os adesivos com carga podem não

apresentar uma resistência adesiva tão alta em esmalte quanto os adesivos sem carga.

Hannig et al.²⁸ (1999) investigaram a resistência adesiva de compósitos ao esmalte e a adaptação marginal de restaurações Classe II em resina composta utilizando três *primers* autocondicionantes, comparando-os à técnica convencional com ácido fosfórico mais aplicação de adesivo. Na primeira parte do estudo, 24 dentes bovinos recém-extraídos receberam aplicações dos adesivos e as respectivas resinas: Clearfil Liner Bond 2 + Clearfil AP-X (Kuraray); Etch & Prime 3.0 + Degufill (Degussa), Resulcin AquaPrime + MonoBond + Ecusit (Merz) e Ecusit (Merz) + condicionamento com ácido fosfórico a 37%. Todas as amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento. Na segunda parte do estudo, cavidades Classe II foram feitas com os mesmos materiais descritos acima e submetidas à termociclagem e ciclagem mecânica e então analisadas sob microscópio eletrônico de varredura. Os resultados demonstraram não haver diferenças significantes entre os grupos testados e os autores concluíram que os *primers* autocondicionantes podem ser uma alternativa à técnica com condicionamento total.

Hara et al.³⁰ (1999) analisaram a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos hidrofílicos ao esmalte dental. Para isso, 120 incisivos bovinos foram preparados utilizando lixas d'água 320, 400 e 600 granulações e aleatoriamente divididos em quatro grupos (n=30), conforme o adesivo utilizado. Os sistemas adesivos testados foram: Scotchbond MP (3M), Stae (SDI), Single Bond (3M) e Etch & Prime (Kerr). Foram utilizados cilindros da resina composta Z-100 (3M) e as amostras foram submetidas aos ensaios de cisalhamento. Os resultados demonstraram que o sistema adesivo com *primer* autocondicionante Etch & Prime (Kerr) apresentou valores inferiores a

todos os demais sistemas adesivos testados, não promovendo boa adesão em esmalte.

Latta & Barkmeier³⁸ (1999) avaliaram a resistência ao cisalhamento de um compósito ao esmalte utilizando o condicionamento ácido ou sistemas com *primers* autocondicionantes. Cem molares humanos foram preparados e divididos em cinco grupos. Grupo A: condicionamento com ácido fosfórico a 40% + adesivo Photobond. Grupo B: Clearfil Liner Bond I sem condicionamento; Grupo C: Clearfil Liner Bond II sem condicionamento; Grupo D: condicionamento com ácido fosfórico a 40% + Clearfil Liner Bond II; Grupo E: Clearfil Liner Bond 2V sem condicionamento. Em todas as amostras foi utilizada a resina composta Clearfil AP-X (Kuraray). Metade das amostras foi armazenada por 24 h a 37°C em água e a outra metade foi armazenada por 90 dias. Todas as amostras foram termocicladas por 650 ciclos (5°C-55°C) e submetidas aos ensaios de cisalhamento. Os resultados mostraram que os grupos B e E, nos quais foram utilizados os *primers* autocondicionantes sem o prévio condicionamento ácido, exibiram resistência adesiva semelhante aos grupos A e D, nos quais foi realizado o condicionamento ácido prévio das amostras. Entre os sistemas com *primers* autocondicionantes testados, o que apresentou menor resistência adesiva foi o Clearfil Liner Bond II.

Miyazaki et al.⁴¹ (1999) avaliaram a influência do tempo de secagem de *primers* autocondicionantes na resistência ao cisalhamento ao esmalte. Três *primers* autocondicionantes foram utilizados: Fluoro Bond (Shofu), Liner Bond II (Kuraray) e Mac bond 2 (Tokuyama). Incisivos mandibulares bovinos tiveram a superfície do esmalte preparada com lixas de 600 granulações e esta superfície foi seca com ar comprimido por 0, 2, 5, 10, 20 e 30 segundos antes da aplicação dos agentes adesivos. Os adesivos foram aplicados

conforme as recomendações dos fabricantes. As amostras receberam blocos de resina composta (4mm x 2mm) e foram submetidas ao teste de cisalhamento. Os resultados demonstraram que os valores de resistência adesiva no esmalte variaram de 8,2 MPa (Liner Bond II – Kuraray) a 19,4 MPa (Mac Bond 2). O *primer* autocondicionante Liner Bond II foi o mais afetado pelo tempo de secagem e os autores concluíram que a resistência ao cisalhamento destes materiais pode ser afetada pelo tempo de secagem da superfície antes da aplicação do agente adesivo.

Jain & Stewart³⁵ (2000) investigaram o efeito do *primer* dentinário na resistência ao cisalhamento dos adesivos Scotchbond Multi-Purpose (3M), Optibond FL (Kerr) e Single Bond (3M) ao esmalte úmido ou seco. Para isso, 100 molares humanos armazenados em solução de azida sódica 0,2% foram preparados utilizando lixas 320, 400 e 600 granulações. Foram aplicados os adesivos em associação à resina composta Z-100 (3M) e metade das amostras foi seca com ar da seringa triplice, conforme recomendação do fabricante e a outra metade foi deixada úmida após a aplicação do ácido fosfórico. Todas as amostras foram termocicladas por 300 ciclos (5°C-55°C) e cisalhadas. A análise da fratura foi feita por microscopia óptica (20x) e amostras foram preparadas para MEV. Os resultados demonstraram que a umidade em esmalte não afetou significativamente a resistência adesiva somente para o Single Bond (3M). A maior parte das amostras teve fratura coesiva. A análise por MEV corroborou os resultados obtidos nos ensaios da resistência adesiva, pois as amostras úmidas tiveram pouca penetração do adesivo no esmalte previamente condicionado.

Rosa & Perdigão⁵⁵ (2000) determinaram a resistência adesiva de diferentes sistemas adesivos ao esmalte e à dentina. Foram utilizados 240

dentes bovinos, que foram divididos em dois grandes grupos (esmalte ou dentina) e então subdivididos em 6 grupos, conforme o sistema adesivo utilizado: Prompt L-Pop (3M), Prime & Bond NT + NRC (Dentsply), condicionamento com ácido fosfórico + Prime & Bond NT (Dentsply), Prime & Bond 2.1 (Dentsply) sem condicionamento ácido e Prime & Bond 2.1 (Dentsply) com condicionamento com ácido fosfórico. As amostras receberam a resina composta TPH (Dentsply) ou o compômero Dyract AP (Dentsply). Todas as amostras foram termocicladas por 500 ciclos (5°C-55°C) e cisalhadas. Os resultados demonstraram que em esmalte os valores de resistência ao cisalhamento variaram de 6,4 a 24,2 MPa. O grupo com valores mais altos foi o Prime & Bond 2.1 (Dentsply) com condicionamento ácido prévio em esmalte. Os autores concluíram que o condicionamento com ácido fosfórico permanece como o condicionador ideal em superfícies de esmalte.

Sinhoreti et al.⁶¹ (2000) avaliaram os aspectos morfológicos e resistência ao cisalhamento em função dos condicionantes de esmalte e dentina. Foram desgastados cinquenta dentes, sendo vinte e cinco em esmalte e vinte e cinco em dentina. Cada grupo foi subdividido conforme o tratamento aplicado: a) condicionamento com ácido fosfórico a 35% por 15"; b) condicionamento com ácido maleico a 10% por 15"; c) aplicação do *primer* autocondicionante Etch & Prime 3.0 (Degussa); d) aplicação do *primer* autocondicionante Solist (DMG); e) esmalte e dentina foram mantidos hígidos (grupo controle). Sob MEV, observou-se que o ácido fosfórico apresentou maior dissolução de esmalte e remoção de *smear layer* em dentina, seguido pelo ácido maleico e pelos sistemas com *primers* autocondicionantes.

Fritz et al.²⁴ (2001) realizaram um estudo sobre a resistência ao cisalhamento de três sistemas com *primers* autocondicionantes (Clearfil SE Bond, Clearfil Liner Bond 2V e Novabond) e dois adesivos com condicionamento ácido prévio (Gluma Comfort Bond e Kurasper F) ao esmalte. Para isso, sessenta incisivos superiores, armazenados em solução de cloramina a 1%, foram incluídos em resina epóxi de presa lenta em moldes cilíndricos de borracha. Superfícies de esmalte planas grandes o suficiente para um cilindro de compósito (3,5mm de diâmetro) foram obtidas através de lixas 240, 320, 400 e 600 granulações. Os adesivos foram aplicados e foram utilizadas resinas compostas recomendadas pelos fabricantes. As amostras foram armazenadas em água destilada 37°C por 24h e foram cisalhadas. O tipo de falha foi analisado por um microscópio óptico (40x) e MEV foi realizada para estudo da morfologia do esmalte após a aplicação dos *primers* autocondicionantes. A estatística não revelou diferença entre os grupos. A média foi de 23,7 MPa e 60% das amostras demonstraram fraturas coesivas do esmalte. Os autores concluíram que a capacidade adesiva dos sistemas com *primers* autocondicionantes é tão boa quanto dos adesivos tradicionais.

Hara et al.³¹ (2001) avaliaram a influencia da velocidade aplicada em ensaios de cisalhamento na resistência adesiva de resina-dentina. Incisivos bovinos foram cortados e uma área circular de 4mm de diâmetro em dentina exposta através de lixas de 320, 400 e 600 granulações. Todas as amostras receberam condicionamento ácido com ácido fosfórico a 35% e aplicação de duas camadas consecutivas de Single Bond (3M). As amostras foram aleatoriamente divididas em grupos com trinta dentes cada e diferentes velocidades foram estabelecidas para os testes de cisalhamento: 0,50; 0,75; 1,00 e 5,00mm/min. As velocidades de 0,50 e 0,75mm/min resultaram em um maior número de falhas adesivas, e os autores concluíram que

preferencialmente uma destas velocidades deveriam ser utilizadas nos ensaios de cisalhamento.

Miyazaki et al.⁴² (2001) estudaram a resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos autocondicionantes (Imperva Fluoro Bond – Shofu e One Up Bond F – Tokuyama) em comparação a um sistema monocomponente com condicionamento ácido prévio (Single Bond – 3M). Dentes bovinos receberam cilindros de resina composta (Z-100 – 3M ou Palfique Estelite – Tokuyama) ou de compômero (F2000 – 3M). Os resultados demonstraram que os sistemas autocondicionantes apresentaram menor resistência adesiva do que o sistema monocomponente.

Oberländer et al.⁴⁸ (2001) avaliaram a resistência ao cisalhamento de resinas modificadas por poliácidos utilizando novos sistemas adesivos. Foram avaliadas as resinas Dyract P (Dentsply), Compoglass F (Vivadent), F2000 (3M) e Hytac (ESPE) com os sistemas adesivos Prime & Bond 2.1 (Dentsply), Syntac Single (Vivadent), F2000 Primer/Adhesive (3M) e Prompt L-Pop (ESPE), respectivamente. Os resultados demonstraram que a maioria das falhas em dentina foi adesiva e no esmalte foram uma mistura de falhas adesivas e coesivas.

Toledano et al.⁶⁷ (2001) avaliaram a resistência ao cisalhamento dos compósitos resinosos Clearfil AP-X (Kuraray), Degufill mineral (Degussa) e Z-100 (3M) à dentina e ao esmalte utilizando três sistemas adesivos: Clearfil SE Bond (Kuraray), Etch & Prime (Degussa) e Scotchbond Multi-Purpose (3M), respectivamente. A medida do ângulo de contato na dentina superficial e profunda também foi avaliada. Trinta terceiros molares hígidos foram preparados utilizando lixa de 600 granulações até a exposição da dentina superficial ou profunda, proporcionando superfícies uniformes. Para análise

da adesão ao esmalte, 30 incisivos bovinos foram preparados com lixa de 800 granulações. Os materiais adesivos e resinosos foram manipulados conforme as recomendações dos fabricantes e as amostras restauradas foram termocicladas por 500 ciclos (6°C-60°C). Os testes estatísticos mostraram não haver diferenças nos ângulos de contato entre dentina superficial e profunda. Em esmalte, o sistema com *primer* autocondicionante Etch & Prime (Degussa) apresentou os menores valores de adesão, porém não existiram diferenças significantes entre os demais grupos.

Bishara et al.⁶ (2002) compararam a resistência ao cisalhamento dos sistemas adesivos autocondicionantes: One Up Bond F (Tokuyama) e Prompt L-Pop (3M) e de dois sistemas experimentais com o sistema monocomponente Transbond XT (3M), o qual necessita de condicionamento ácido prévio. Para isso, oitenta molares humanos recém-extraídos foram utilizados, recebendo um dos sistemas adesivos e um *bracket* ortodôntico. As amostras foram cisalhadas e os resultados demonstraram diferenças significativas entre os adesivos autocondicionantes One Up Bond F (Tokuyama) e Prompt L-Pop (3M) e o sistema monocomponente, que apresentou maior resistência ao cisalhamento do que os autocondicionantes comerciais, porém semelhante aos sistemas experimentais.

Miyazaki et al.⁴³ (2002) avaliaram o efeito do método de aplicação de *primers* autocondicionantes bem como a termociclagem na resistência ao cisalhamento ao esmalte. Quatrocentos e cinquenta incisivos mandibulares foram utilizados e divididos em vários grupos conforme os sistemas adesivos utilizados (Imperva Fluoro Bond, Mac Bond II, Clearfil Liner Bond II ou Clearfil SE Bond) e conforme as amostras foram termocicladas ou não, variando o número de ciclos térmicos de 3.000 a 10.000. Os resultados demonstraram

que a aplicação ativa resultou em maior resistência adesiva, porém houve uma diminuição dos valores de resistência ao cisalhamento com o número de ciclos térmicos.

Yamada et al.⁷³ (2002) avaliaram a resistência ao cisalhamento de *brackets* ortodônticos aderidos à superfície dentária utilizando sistemas adesivos monocomponentes com condicionamento ácido prévio, sistemas com *primers* autocondicionantes e cimentos de ionômero de vidro modificados por resina *in vitro*. Para isso, 72 incisivos bovinos foram utilizados, sendo 18 em cada grupo. O adesivo monocomponente utilizado foi o F Bond (Kuraray). O sistema com *primer* autocondicionante foi o Megabond *self-etching primer* (Kuraray) e o cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado foi o Fuji Ortho LC (Fuji). As amostras foram cisalhadas e submetidas à MEV. Os resultados demonstraram que a extensão da dissolução do esmalte com o *primer* autocondicionante foi menor do que com o sistema monocomponente, portanto menor perda de esmalte é alcançada com o *primer* autocondicionante. Os autores concluíram que o sistema com *primer* autocondicionante pode ser utilizado para adesão de *brackets* ortodônticos à superfície dentária em associação ao cimento de ionômero de vidro para minimizar a perda de esmalte.

Borges¹⁰ (2003) determinou o efeito de três agentes clareadores, Crest Professional Whitestrips (Procter & Gamble), Opalescence Quick (Ultradent) e Opalescence Xtra (Ultradent), na resistência ao cisalhamento do esmalte, após armazenamento em saliva artificial por tempos variados (um dia, uma, duas ou três semanas). Setenta e oito pré-molares humanos foram cortados em sentido méso-distal para obtenção de duas metades. As superfícies vestibular e lingual foram preparadas para obtenção de superfícies de esmalte planas. Após os procedimentos clareadores, a adesão foi estabelecida com o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M) e

resina composta Z-100 (3M). Os resultados demonstraram não haver diferenças estatísticas entre os três materiais clareadores testados e que houve redução significativa na resistência ao cisalhamento do esmalte após um dia, uma e duas semanas, porém os valores foram mais altos após três semanas.

Buyukyilmaz et al.¹² (2003) realizaram um estudo questionando o efeito dos *primers* autocondicionantes na resistência adesiva. O objetivo deste estudo foi determinar a resistência ao cisalhamento de *brackets* ortodônticos no esmalte de dentes extraídos humanos. Para isso, oitenta pré-molares humanos recém-extraídos foram divididos em quatro grupos: a) grupo controle - condicionamento com ácido fosfórico a 37%; b) aplicação do sistema com *primer* autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray); c) aplicação do sistema com *primer* autocondicionante Etch & Prime 3.0 (Degussa); d) aplicação do sistema com *primer* autocondicionante ortodôntico Transbond Plus (3M). Os *brackets* foram aderidos na superfície com a resina composta Transbond XT (3M). As amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento a uma velocidade de 0,5mm/min e à MEV. Os resultados mostraram que os valores mais altos de resistência adesiva foram fornecidos pelo grupo Transbond Plus ($16 \pm 4,5$ MPa), seguido do grupo controle ($13,1 \pm 3,1$ MPa), grupo Clearfil SE Bond ($11,5 \pm 3,3$ MPa) e grupo Etch & Prime 3.0 ($9,9 \pm 4$ MPa). A análise das fraturas através da MEV mostrou que o grupo do Clearfil SE Bond apresentou fraturas predominantemente coesivas na resina. Nos demais grupos, as fraturas foram em sua maioria adesivas.

Lopes et al.³⁹ (2003) compararam a resistência ao cisalhamento obtida em dentina e esmalte humanos com dentina e esmalte bovinos. Para isso,

utilizaram quarenta coroas de dentes humanos e 40 coroas de dentes bovinos. As amostras foram cortadas e preparadas, recebendo um dos seguintes adesivos: Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) ou Scotchbond Multi-Purpose (3M), em associação à resina Z-100 (3M). As amostras foram cisalhadas e os resultados demonstraram que para o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) não houve diferença estatística nem em esmalte nem em dentina. Mas o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M) apresentou diferença estatística em dentina, sendo a resistência ao cisalhamento em dentina bovina maior do que em dentina humana.

Murray & Hobson⁴⁴ (2003) realizaram uma comparação dos resultados obtidos com estudo *in vitro* com *in vivo*. Para isso, vinte voluntários foram recrutados para usar aparelhos ortodônticos removíveis que continham blocos de esmalte com três *brackets* aderidos com o sistema Transbond (3M) e três *brackets* aderidos com o sistema Heliosit (Ivoclar-Vivadent) durante quatro, oito e doze semanas. Concomitantemente, amostras *in vitro* foram realizadas da mesma forma e mantidas em solução estéril a 37°C durante o mesmo período. Os resultados indicaram que ambos os adesivos apresentaram menores valores de resistência adesiva das amostras *in vivo* do que as *in vitro* após quatro semanas. O sistema Heliosit (Ivoclar-Vivadent) também apresentou menor resistência ao cisalhamento das amostras *in vivo* após oito semanas. Não houve diferença estatística significativa após doze semanas com ambos os sistemas adesivos.

Bishara et al.⁹ (2004) compararam a resistência ao cisalhamento de dois sistemas com *primers* autocondicionantes: Transbond Plus (3M) e Ideal 1 (GAG International) associados à *brackets* ortodônticos em esmalte. Foram utilizados quarenta molares humanos, que receberam um dos sistemas

adesivos em associação a um *bracket*. Os resultados não demonstraram diferenças estatísticas significantes entre os dois adesivos.

Grubisa et al.²⁶ (2004) estudaram a resistência ao cisalhamento de *brackets* ortodônticos a dentes extraídos e em dentes *in vivo*, comparando os resultados. Para isto, utilizaram o sistema com *primer* autocondicionante Transbond Plus (3M) em comparação ao sistema monocomponente com condicionamento ácido prévio Enlight (Ormco). Os resultados demonstraram que o sistema com *primer* autocondicionante não apresentou diferença estatística significativa no teste *in vitro*, demonstrando bom desempenho *in vivo*.

Jesus et al.³⁶ (2004) realizaram um estudo sobre os diferentes meios de armazenamento de dentes para testes de adesão. Os autores utilizaram soluções de cloramina a 0,5%, azida sódica a 0,4%, formalina a 10% e solução de timol a 0,5% em várias amostras e submeteram-nas ao teste de cisalhamento. Houve diferenças estatísticas significantes entre os grupos, sendo que o grupo de formalina a 10% apresentou maiores valores de adesão. Concluiu-se que a superfície dental pode ser afetada, tomando-se mais friável, dependendo do meio de armazenamento utilizado, o que pode comprometer os resultados da pesquisa que avalia a adesão à estrutura dental.

Siviero et al.⁶² (2004) analisaram a resistência ao cisalhamento em esmalte dental de diferentes sistemas adesivos, com aplicação ativa ou passiva. Os adesivos Clearfil SE Bond (Kuraray) e One Up Bond F (Tokuyama) estavam entre os adesivos testados e os resultados

demonstraram que a aplicação ativa dos adesivos aumentou a resistência adesiva.

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar *in vitro* três sistemas adesivos, sendo um sistema monocomponente com condicionamento ácido prévio, um sistema com *primer* autocondicionante e um sistema adesivo autocondicionante, no que se refere à resistência ao cisalhamento no esmalte de dentes humanos, avaliando-se o tipo de fratura por estereomicroscopia.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Realização do projeto piloto

Antes da realização da parte experimental da dissertação de mestrado, foi realizado um projeto piloto, com a mesma metodologia, porém utilizando dez amostras.

A metodologia aplicada neste estudo obteve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (Anexo).

4.2 Seleção e armazenamento das amostras

Foram utilizados trinta pré-molares hígidos, extraídos por razões ortodônticas, de pacientes de ambos os sexos, na faixa etária de 14-16 anos de idade.

Os dentes tiveram suas coroas examinadas em lupa estereoscópica para eliminação de eventuais amostras que apresentassem trincas visíveis em esmalte.

As amostras foram lavadas em água corrente e tiveram suas raízes limpas com curetas periodontais 5/6, 9/10 e 11/12 (Millenium) antes do armazenamento. Durante todo este procedimento, o equipamento de proteção individual composto por lupa, máscara, gorro e óculos de proteção, foi utilizado.

As amostras foram armazenadas em solução de cloramina a 0,5% por seis dias. A cloramina é um solução desinfetante que contém clorina inorgânica, sendo ativa contra bactérias, vírus, esporos e fungos (DeWald¹⁸, 1997). Após este período, as amostras foram armazenadas em água destilada a 4°C por não mais que seis meses, com troca semanal da água, conforme recomendado pela norma ISO³³, 1994

4.3 Corte, embutimento e preparo dos corpos-de-prova

As amostras tiveram suas coroas limpas com taças de borracha profiláticas (S.S.White, Brasil Ltda.) e pasta pedra-pomes por 10 segundos (SHINTOME et al.⁵⁹, 2001; BISHARA et al.^{8,9}, 2002 e 2004).

As amostras receberam um corte em sentido méso-distal, separando-as em dois corpos-de-prova (EL-KALLA & GARCÍA-GODOY²⁰, 1997), utilizando discos diamantados dupla-face (KG Sorensen Ind. e Com. Ltda. - Referência 7020), montados em um tomo de alta rotação (Nevoni Ind. Bras. S.A.).

Cada corpo-de-prova recebeu uma pequena porção de cera utilidade (Epoxiglass Ind. e Com., Brasil) na região contrária à superfície de trabalho (HANNIG et al.²⁸, 1999; AMENDOLA², 1999), para que o corpo-de-prova pudesse ser facilmente manipulado durante a inclusão. Os corpos-de-prova foram incluídos em resina acrílica ativada quimicamente (Clássico Artigos Odontológicos, Brasil Ltda.) (CARDOSO et al.¹³, 1998; GORDAN et al.²⁵, 1998; SWIFT JUNIOR et al.⁶⁵, 1998; SINHORETI et al.⁶¹, 2000) utilizando um molde de silicone com configuração de 4mm x 2mm x 1mm.

Os corpos-de-prova incluídos foram colocados em um recipiente com água destilada fria para reduzir o aumento de temperatura resultante da polimerização da resina acrílica (MIYAZAKI et al.⁴³, 2002).

Os corpos-de-prova foram então preparados utilizando lixas d'água de 400 e 600 granulações (GORDAN et al.²⁵, 1998; MUSSOLINO et al.⁴⁵, 1998; HARA et al.³⁰, 1999; LATTA & BARKMEIER³⁸, 1999; SINHORETI et al.⁶¹, 2000; OBERLÄNDER et al.⁴⁸, 2001; TOLEDANO et al.⁶⁷, 2001), em uma politriz a 600 rotações por minuto.

Este preparo da superfície do esmalte foi realizado para que se obtivesse uma superfície plana de esmalte de no mínimo 5mm de diâmetro, suficiente para receber o cilindro de compósito (FRITZ et al.²⁴, 2001). Todos os corpos-de-prova foram mantidos em água destilada a 25°C.

4.4 Procedimentos adesivos e restauradores

Os corpos de prova foram numerados e aleatoriamente divididos em três grupos, conforme o sistema adesivo que fossem receber. O Quadro 1 mostra a descrição dos grupos, com a abreviação utilizada, a descrição do sistema adesivo em cada grupo, fabricante, lote, validade e número de corpos-de-prova. No Quadro 2, encontramos a descrição da composição dos sistemas adesivos utilizados, que encontram-se representados na Figura 1, Figura 2 e Figura 3.

Quadro 1 – Descrição dos grupos

Grupo	Abreviação	Descrição do sistema adesivo utilizado	Fabricante	Lote e validade	Número de cp (n)
I	I (PB)	Prime & Bond 2.1 (adesivo monocomponente)*	Dentsply Ind. e Com. Ltda., Brasil	45401 06/2005	20
II	II (CSB)	Clearfil SE Bond (adesivo com <i>primer</i> autocondicionante) ⁺	Kuraray Medical Inc., Japan	00405A 08/2005	20
III	III (OU)	One-Up Bond F (adesivo autocondicionante) [†]	Tokuyama Dental Corp., Japan	096M 01/2007	20

*adesivo monocomponente= condicionamento com ácido fosfórico realizado como um passo separado

+adesivo com *primer* autocondicionante= composto por um *primer* ácido e adesivo em frascos separados

†adesivo autocondicionante= composto por dois frascos, mistura-se uma gota de cada e aplica-se.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Realização do projeto piloto

Antes da realização da parte experimental da dissertação de mestrado, foi realizado um projeto piloto, com a mesma metodologia, porém utilizando dez amostras.

A metodologia aplicada neste estudo obteve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (Anexo).

4.2 Seleção e armazenamento das amostras

Foram utilizados trinta pré-molares hígidos, extraídos por razões ortodônticas, de pacientes de ambos os sexos, na faixa etária de 14-16 anos de idade.

Os dentes tiveram suas coroas examinadas em lupa estereoscópica para eliminação de eventuais amostras que apresentassem trincas visíveis em esmalte.

As amostras foram lavadas em água corrente e tiveram suas raízes limpas com curetas periodontais 5/6, 9/10 e 11/12 (Millenium) antes do armazenamento. Durante todo este procedimento, o equipamento de proteção individual composto por lupa, máscara, gorro e óculos de proteção, foi utilizado.

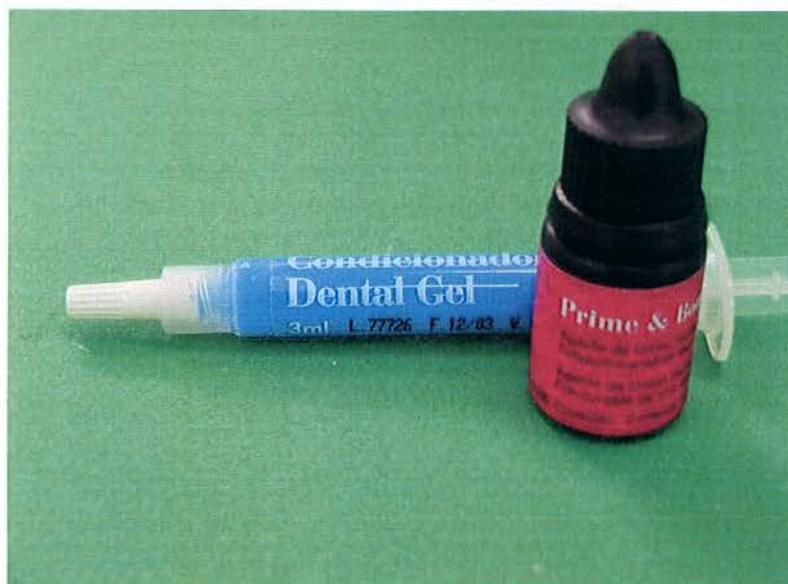


FIGURA 1 - Sistema adesivo Prime & Bond 2.1 GI (PB).



FIGURA 2 - Sistema adesivo Clearfil SE Bond GII (CSB).

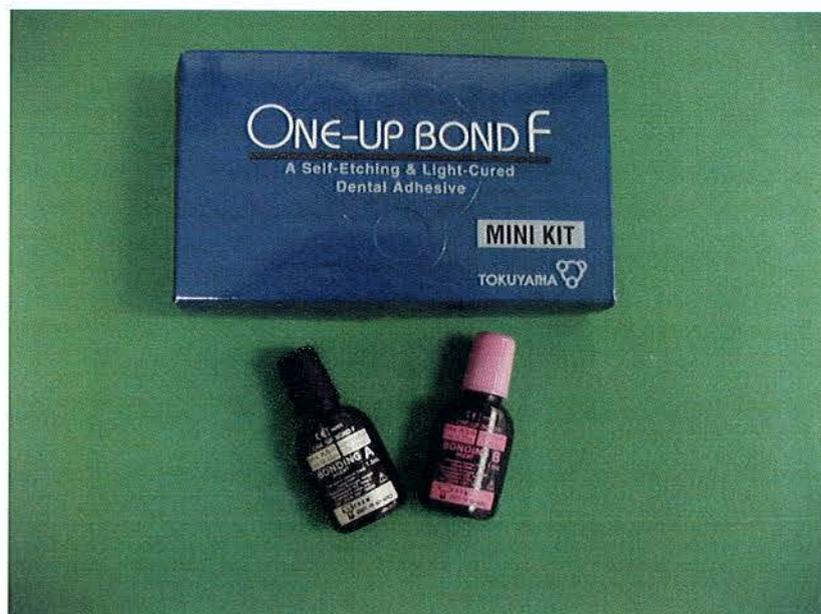


FIGURA 3 - Sistema adesivo One-Up Bond F GIII (OU).

4.4.1 Procedimentos adesivos do GI (PB)

Os corpos-de-prova receberam aplicação do ácido fosfórico a 37% por 15 segundos. O ácido foi removido com um vigoroso *spray* de água por 15 segundos. Em seguida, os corpos-de-prova foram secos com o ar da seringa tríplice por 15 segundos, conforme recomendações do fabricante.

A área do corpo-de-prova que iria receber a atuação do adesivo foi delimitada, conforme preconizado por Iwami et al.³⁴, 1998; Mussolino et al.⁴⁵, 1998; Benderli et al.⁷, 1999; Sinhoreti et al.⁶¹, 2000; Hara et al.³¹, 2001; Miyazaki et al.⁴³, 2002 e Lopes et al.³⁹, 2003, utilizando-se para isso uma fita adesiva com um orifício circular de 4mm de diâmetro, conforme mostrado na Figura 4.

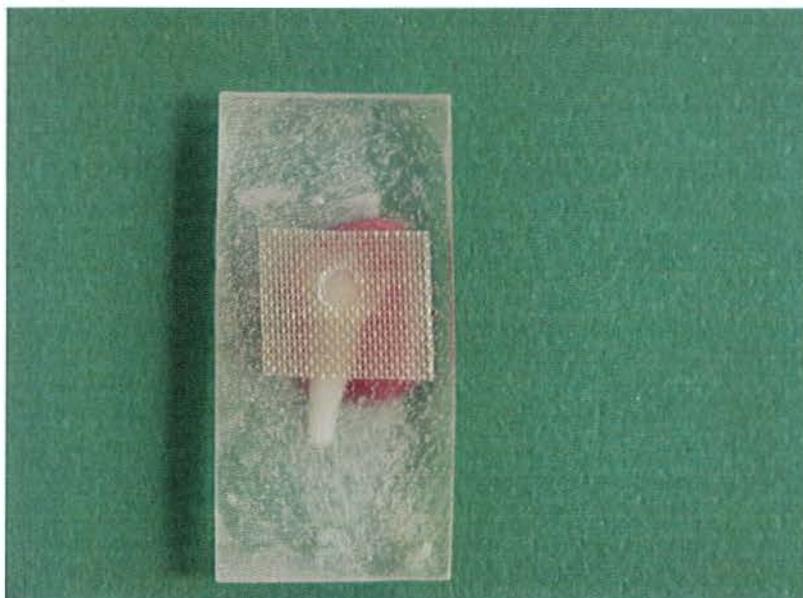


FIGURA 4 - Delimitação da área adesiva.

Um pincel tipo *microbrush* (*Microbrush Applicator Tips*, Dentsply De Trey, Germany) foi utilizado para aplicação do adesivo na superfície do corpo-de-prova (BENDERLI et al.⁷, 1999). A superfície foi deixada intacta durante 20 segundos, conforme recomendado pelo fabricante e então foi aplicado um breve jato de ar de 5 segundos na superfície do corpo-de-prova. Conforme descrito pelo fabricante, a superfície apresentou-se brilhante.

O adesivo foi então fotoativado durante 10 segundos, conforme recomendações do fabricante, utilizando-se um fotopolimerizador XL3000 (3M, St. Paul, Minnessota, USA), previamente calibrado em $400\text{mW}/\text{cm}^2$.

Uma segunda camada do adesivo foi aplicada de maneira semelhante à primeira e fotoativada por 10 segundos, conforme recomendado pelo fabricante.

4.4.2 Procedimentos adesivos do GII (CSB)

Os corpos-de-prova tiveram a delimitação da área adesiva de maneira semelhante ao GI (PB).

Um pincel tipo *microbrush* (*Microbrush Applicator Tips*, Dentsply De Trey, Germany) foi utilizado para aplicação do *primer* do sistema Clearfil SE Bond. Conforme recomendações do fabricante, aguardou-se 20 segundos para aplicação de um leve jato de ar.

Utilizando-se outro pincel *microbrush* (*Microbrush Applicator Tips*, Dentsply De Trey, Germany) aplicou-se o *bond* do sistema Clearfil SE Bond. Conforme recomendado pelo fabricante, aplicou-se um leve jato de ar e o sistema adesivo foi fotoativado por 10 segundos, utilizando-se o mesmo fotopolimerizador do GI (PB).

4.4.3 Procedimentos adesivos do GIII (OU)

Utilizando-se do próprio recipiente fornecido pelo fabricante e com o auxílio de um pincel *microbrush* (*Microbrush Applicator Tips*, Dentsply De Trey, Germany), misturou-se uma gota do *bonding* A (*primer*) com uma gota do *bonding* B (*bond*). Aplicou-se com um novo *microbrush* uma gota desta mistura na estrutura dentária e aguardou-se 20 segundos, conforme recomendado pelo fabricante. O sistema adesivo foi então fotoativado por 10 segundos, conforme recomendações do fabricante, utilizando-se o mesmo fotopolimerizador do GI (PB).

4.5 Procedimentos restauradores

Todos os corpos-de-prova foram colocados em uma base de aço (VAN NOORT et al.⁷¹, 1989) mostrada na Figura 5. Esta base contém uma matriz de Teflon bi-partida de 4mm de altura que apresenta um orifício central também de 4mm. Posicionando o corpo-de-prova adequadamente na matriz, possibilita-se a construção de um cilindro de resina composta na área adesiva, que se localiza a 4mm da superfície dentária, o que garante a aplicação uniforme da carga de cisalhamento (VAN NOORT et al.⁷¹, 1989; BORGES¹⁰, 2003).

Foi utilizada a resina composta Z-250 (3MESPE, Minnessota, USA), na cor A3,5, mostrada na Figura 6. A resina composta foi inserida na cavidade com uma espátula de inserção Thompson número 4 (Moyco Union Broach, USA) em dois incrementos (PERDIGÃO et al.⁵¹, 1997) sendo cada incremento fotoativado por 20 segundos, conforme recomendações do fabricante.

Após a inserção dos incrementos de resina composta, a matriz de Teflon foi aberta e o cilindro de resina composta foi fotoativada por mais 40 segundos em cada lado do cilindro e por oclusal (HARA et al.³¹, 2001; PERDIGÃO et al.⁵¹, 1997).

A fita adesiva foi removida utilizando-se uma lâmina de bisturi (Embramac Maersk Medical Ltd., UK).

A Figura 7 e a Figura 8 mostram o aspecto dos corpos-de-prova após a confecção do cilindro de resina composta.

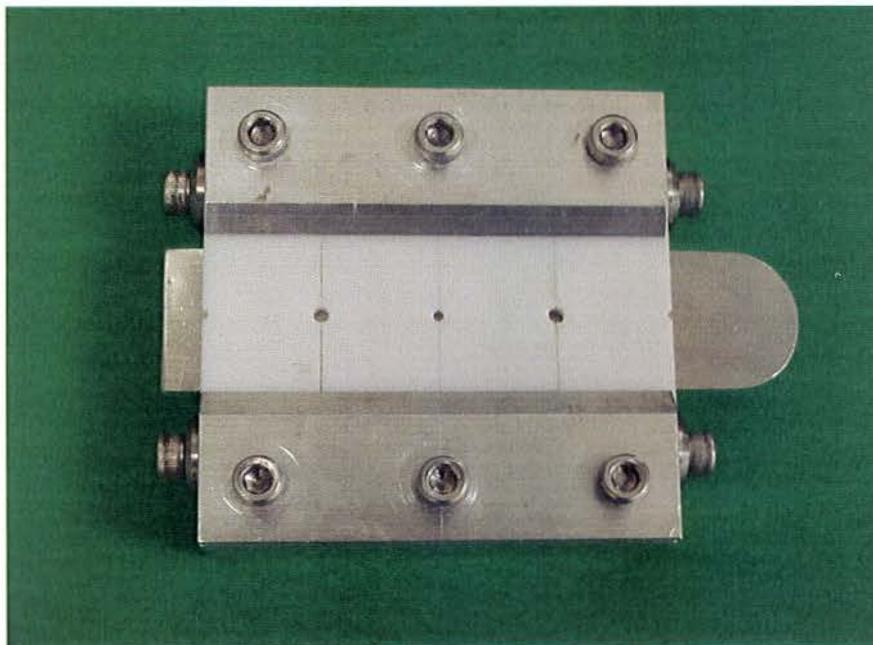


FIGURA 5 - Base de aço contendo matriz de Teflon bi-partida.

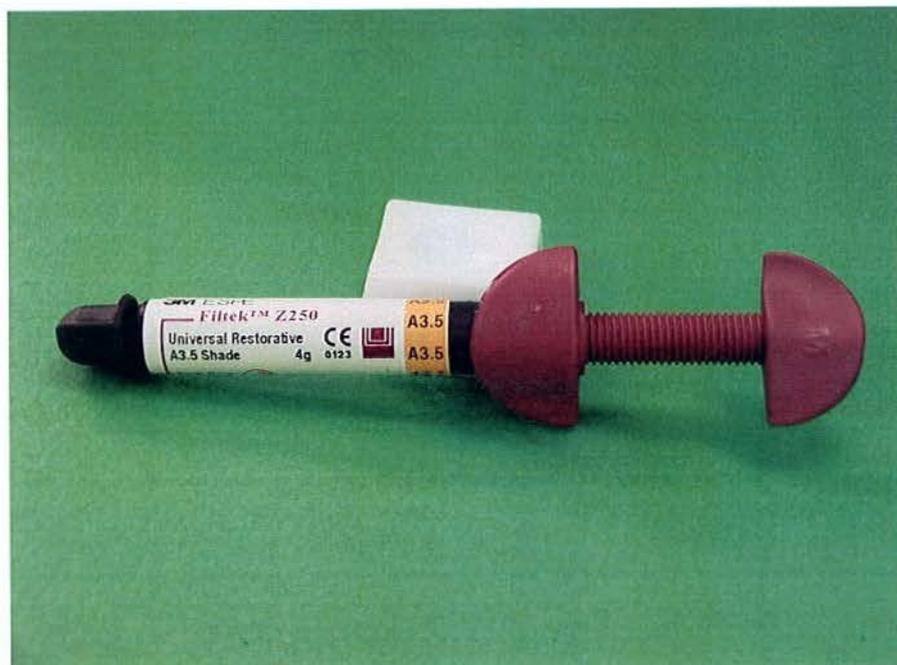


FIGURA 6 - Resina composta Z-250 (3MESPE, Minnessota, USA).

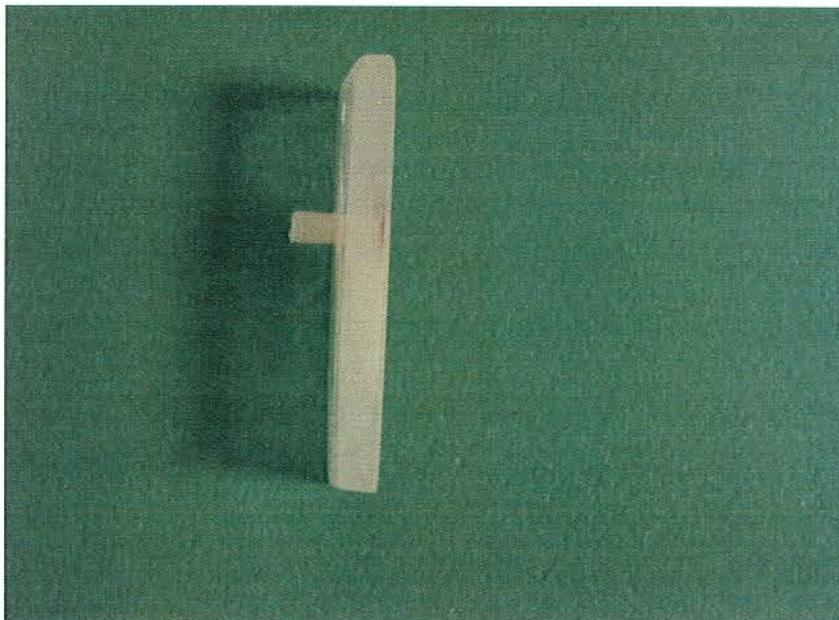


FIGURA 7 - Aspecto do corpo-de-prova após confecção do cilindro de resina composta – vista vertical.

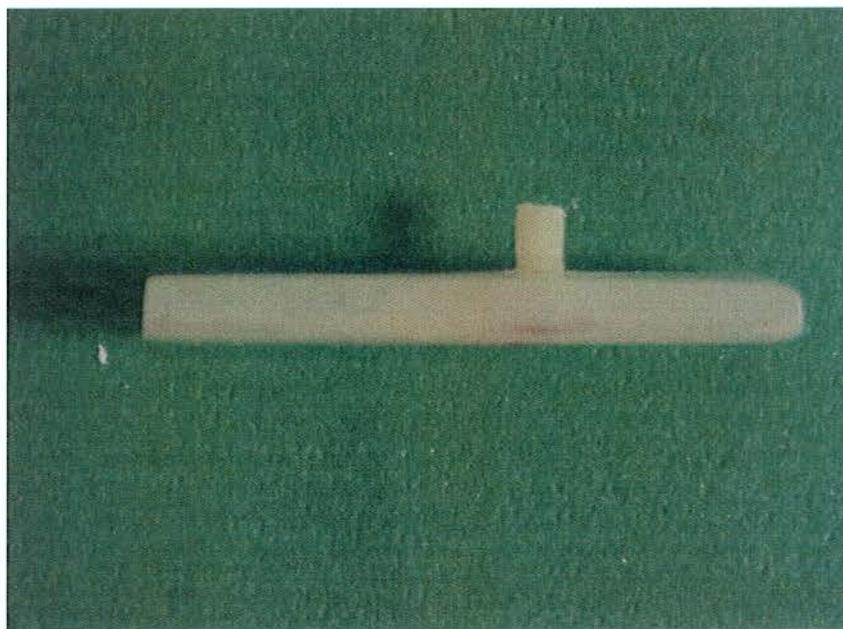


FIGURA 8 - Aspecto do corpo-de-prova após confecção do cilindro de resina composta – vista horizontal.

4.6 Termociclagem dos corpos-de-prova

Após os procedimentos restauradores, os corpos-de-prova foram armazenados por 24 horas a 37°C para então serem termociclados utilizando-se uma máquina de termociclagem Ética (Instrumental, Brasil), mostrada na Figura 9, regulada a 5°C±2°C para o banho frio e 55°C±2°C para o banho quente.

Foram realizados 500 ciclos, conforme preconizado pela norma ISO³³, 1994, com 30 segundos para o banho frio e 30 segundos para o banho quente, com tempo de 5 segundos entre os banhos.

Os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C por 24 horas antes dos ensaios de cisalhamento, conforme preconizado pela norma ISO³³, 1994 e por Barkmeier & Cooley⁴, 1992; Iwami et al.³⁴, 1998; Swift Junior et al.⁶⁵, 1998; Benderli et al.⁷, 1999; Kanemura et al.³⁷, 1999; Miyazaki et al.⁴¹, 1999; Fritz et al.²⁴, 2001 e Oberländer et al.⁴⁸, 2001.



FIGURA 9 - Máquina de termociclagem.

4.7 Ensaio de cisalhamento

Os corpos-de-prova foram fixados em uma base de aço para que o cilindro de resina composta ficasse a 90° em relação à lâmina na qual a carga é submetida (BENDERLI et al.⁷, 1999), como mostrado na Figura 10.

Os ensaios de cisalhamento foram realizados utilizando-se uma máquina de ensaio universal Instron com velocidade constante de 0,5mm/min, até a ruptura da adesão conforme preconizado por Carracho et al.¹⁵, 1991; Mussolino et al.⁴⁵, 1998; Hara et al.³⁰, 1999; Sinhoreti et al.⁶¹, 2000; Hara et al.³¹, 2001 e Buyukyilmaz et al.¹², 2003.

Como a área do cilindro de resina composta era igual a todos os corpos de prova, a força necessária para romper a adesão era registrada e dividida pela área, resultando na resistência adesiva expressa em megapascal (MPa).

A Figura 11 mostra um resumo da metodologia aplicada neste estudo.

4.8 Análise do tipo de fratura

Após os ensaios de cisalhamento, os corpos-de-prova tiveram suas fraturas analisadas em estereomicroscópio Zeiss/Stemi 2000C-MC-80-DX (HARA et al.³⁰, 1999, BORGES¹⁰, 2003). As fraturas foram classificadas em adesivas, coesivas em resina, coesivas em esmalte ou mistas (FOWLER et al.²², 1992; WORONKO et al.⁷², 1996; EL-KALLA & GARCÍA-GODOY²⁰, 1997; HARA et al.³⁰, 1999; JAIN & STEWART³⁵, 2000) conforme a descrição no Quadro 3.

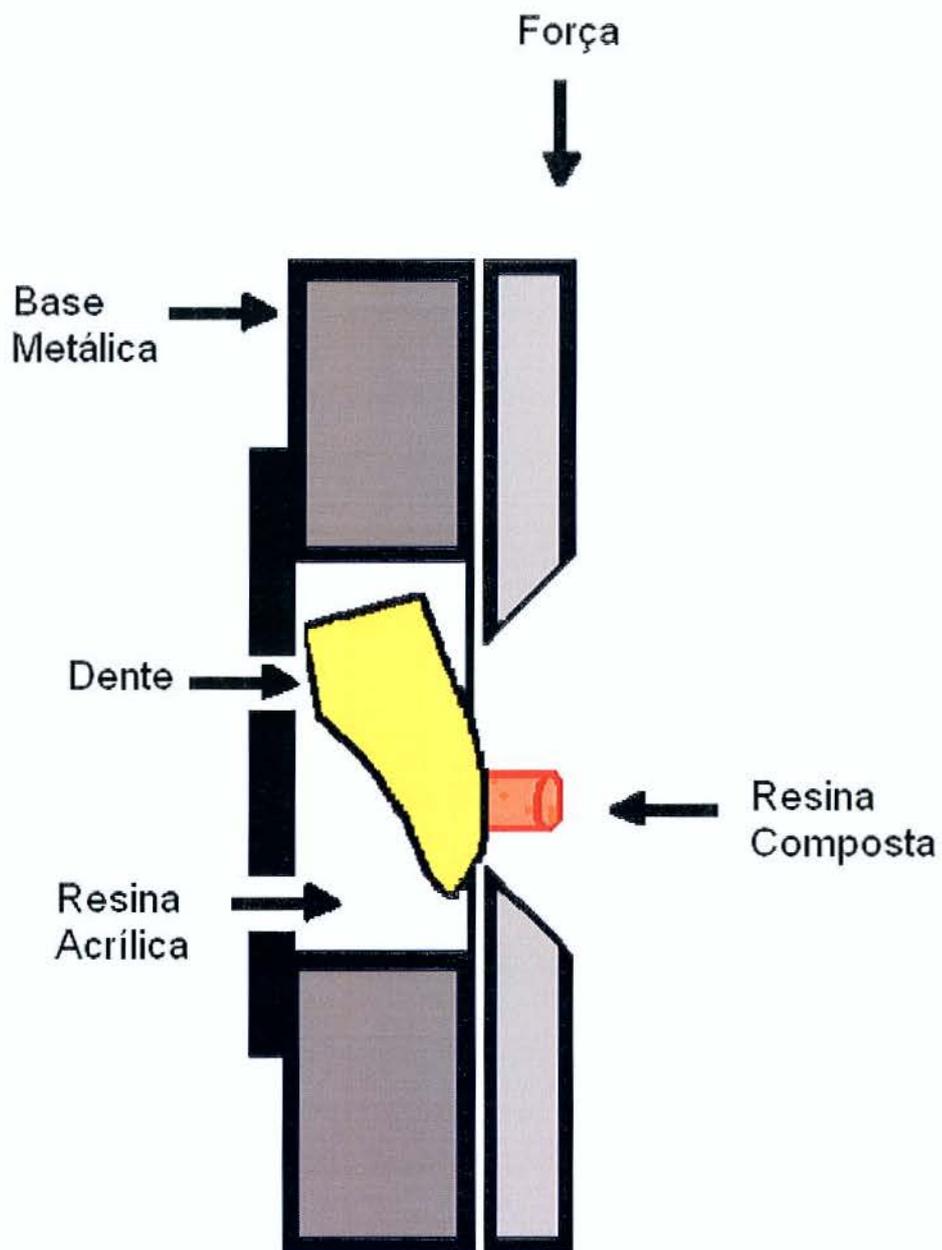


FIGURA 10 - Desenho esquemático do ensaio de cisalhamento
Adaptado de Yamada et al.⁷³, 2002.

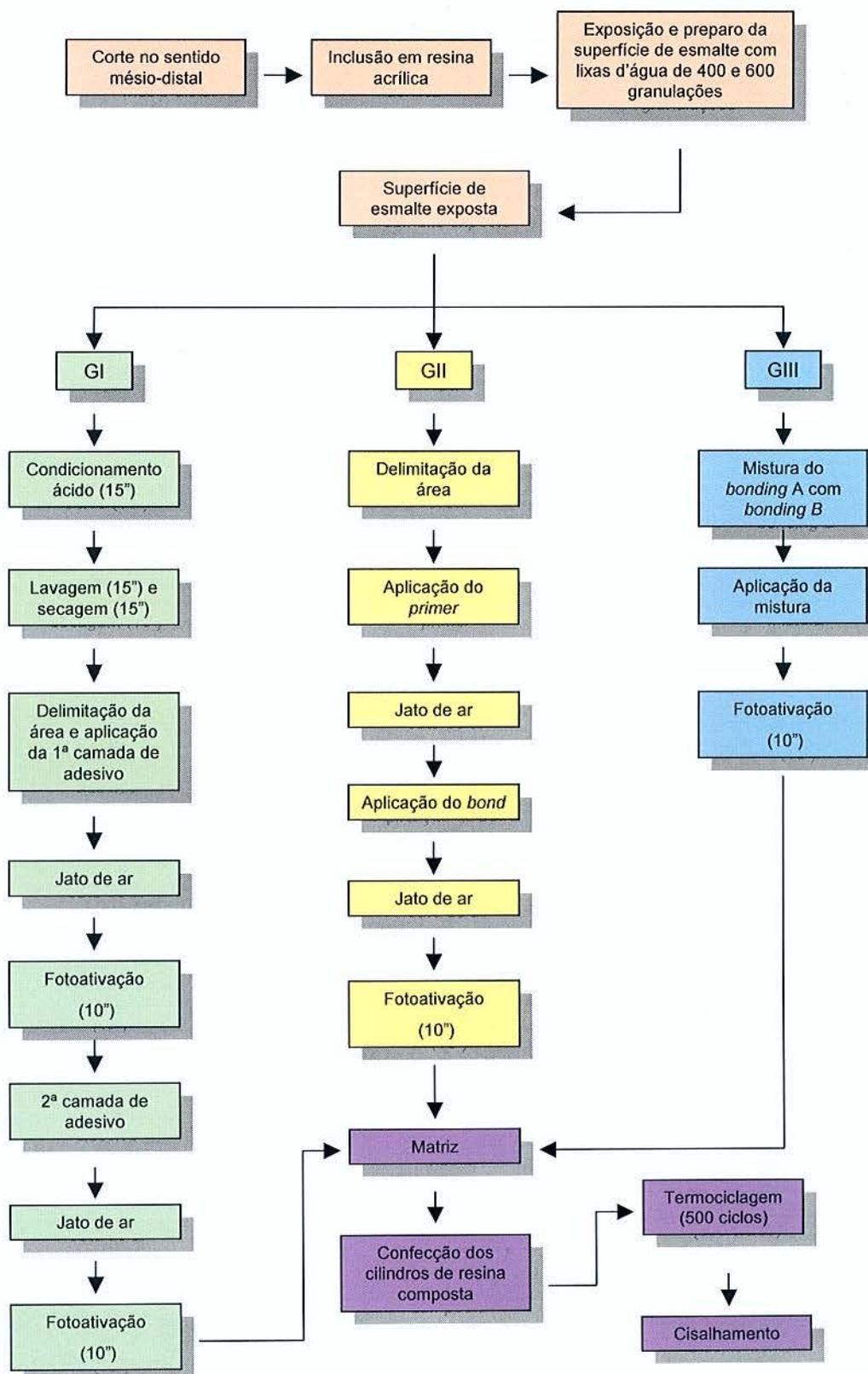


FIGURA 11 - Resumo da metodologia aplicada no estudo

Quadro 3 - Descrição da classificação das fraturas

TIPO	DESCRIÇÃO
Fratura adesiva	Fratura na interface resina/adesivo
Fratura coesiva da resina composta (rc)	Fratura no corpo do cilindro de resina composta
Fratura coesiva do esmalte	Fratura na estrutura dentária de esmalte
Fratura mista	Fratura envolvendo resina, adesivo e estrutura dentária (combinação dos tipos de fratura)

4.9 Análise estatística

A estatística descritiva dos dados de resistência adesiva consistiu na medição do valor da média, desvio padrão, coeficiente de variação e representação gráfica com o gráfico de colunas.

A estatística inferencial consistiu na aplicação do teste de comparação de médias de três grupos independentes, teste paramétrico ANOVA (1 fator). O nível de significância adotado foi o valor convencional de 5%.

Os programas computacionais para a análise dos dados foram: STATISTIX (versão 8.0, Anlytical Software, Inc., 2003) e STATISTICA (versão 5.5, StatSoft, Inc., 2000).

4.10 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Após a análise estatística, para ilustrar o tipo de fratura mais predominante no GII, amostras representativas foram submetidas à metodologia para MEV.

Para isso, os corpos-de-prova foram desidratados, em série crescente de etanóis, a partir de 70% até o absoluto, conforme preconizado por Hayakawa et al.³², 1998; Shintome et al.⁵⁹, 2001 e Buyukyilmaz et al.¹², 2003, secos com papel de filtro e montados em bases metálicas, onde receberam uma cobertura de ouro em aparelho de Ions Sputter Bal-Tec SCD/050 para posterior avaliação ao microscópio eletrônico de varredura JEOL JMS-6100 do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP).

5 RESULTADOS

5.1 Resultados dos ensaios de cisalhamento

Frente à metodologia utilizada neste estudo, em relação aos três grupos estudados, foram observados os seguintes resultados, descritos na Tabela 1, para o GI (PB), na Tabela 2, para o GII (CSB) e na Tabela 3 para o GIII (OU).

Tabela 1 - Resultados dos ensaios de cisalhamento do GI (PB) (continua)

NÚMERO DO CP	RESISTÊNCIA ADESIVA (MPa)	TIPO DE FRATURA
1 I	31,4	Coesiva em rc
2 I	15,75	Coesiva em rc
3 I	11,95	Mista
4 I	12,60	Mista
5 I	24,13	Coesiva em rc
6 I	17,46	Coesiva em rc
7 I	11,32	Adesiva
8 I	17,09	Mista
9 I	22,06	Coesiva em esmalte
10 I	13,77	Coesiva em rc
11 I	34,75	Coesiva em rc
12 I	19,75	Coesiva em esmalte

Tabela 1 - Resultados dos ensaios de cisalhamento do GI (PB) (conclusão)

NÚMERO DO CP	RESISTÊNCIA ADESIVA (MPa)	TIPO DE FRATURA
13 I	14,82	Mista
14 I	15,59	Coesiva em rc
15 I	14,64	Coesiva em rc
16 I	10,71	Coesiva em rc
17 I	25,52	Coesiva em esmalte
18 I	14,16	Mista
19 I	19,77	Coesiva em rc
20 I	15,77	Coesiva em rc

Coesiva em rc= coesiva em resina composta

Ao analisar a Tabela 1, pudemos observar valores de resistência adesiva de no mínimo 10,71 MPa e no máximo 34,750 MPa, com média de 18,13 MPa e desvio padrão de 6,49.

Em relação ao tipo de fratura apresentada, o GI (PB) demonstrou maior número de fraturas coesivas em resina composta (55% dos corpos-de-prova), seguido pelas fraturas mistas (25%), coesivas em esmalte (15%) e adesivas (5% dos corpos-de-prova).

Tabela 2 - Resultados dos ensaios de cisalhamento do GII (CSB)

NÚMERO DO CP	RESISTÊNCIA ADESIVA (MPa)	TIPO DE FRATURA
1 II	15,94	Mista
2 II	14,04	Adesiva
3 II	19,57	Adesiva
4 II	13,37	Adesiva
5 II	16,42	Adesiva
6 II	15,89	Adesiva
7 II	13,09	Adesiva
8 II	8,03	Adesiva
9 II	9,70	Adesiva
10 II	20,55	Adesiva
11 II	17,78	Adesiva
12 II	26,48	Adesiva
13 II	8,99	Adesiva
14 II	16,54	Adesiva
15 II	24,85	Adesiva
16 II	18,96	Adesiva
17 II	26,05	Coesiva em esmalte
18 II	21,15	Adesiva
19 II	9,55	Adesiva
20 II	25,52	Adesiva

Pode-se observar no GII (CSB), resistência adesiva ao cisalhamento de no mínimo 8,03 MPa e máximo de 26,48 MPa, com média de 17,12 MPa e desvio padrão de 5,80.

Em relação ao tipo de fratura apresentada, o GII (CSB) demonstrou predominância de fraturas adesivas (90% dos corpos-de-prova), ausência de fraturas coesivas em resina composta, 5% de fraturas coesivas em esmalte e 5% de fraturas mistas.

Tabela 3 - Resultados dos ensaios de cisalhamento do GIII (OU) (continua)

NÚMERO DO CP	RESISTÊNCIA ADESIVA (MPa)	TIPO DE FRATURA
1 III	12,79	Adesiva
2 III	8,74	Coesiva em esmalte
3 III	13,92	Adesiva
4 III	8,51	Adesiva
5 III	9,09	Adesiva
6 III	7,56	Adesiva
7 III	11,76	Adesiva
8 III	9,61	Adesiva
9 III	9,62	Adesiva
10 III	7,45	Adesiva
11 III	11,59	Adesiva
12 III	16,12	Adesiva
13 III	7,40	Adesiva
14 III	15,79	Adesiva
15 III	10,23	Adesiva
16 III	9,83	Coesiva em rc
17 III	12,74	Coesiva em rc
18 III	5,91	Adesiva

Tabela 3: Resultados dos ensaios de cisalhamento do GIII (OU) (conclusão)

NÚMERO DO CP	RESISTÊNCIA ADESIVA (MPa)	TIPO DE FRATURA
19 III	5,68	Adesiva
20 III	15,10	Adesiva

Coesiva em rc= coesiva em resina composta

Na Tabela 3, pudemos observar que o GIII (OU) apresentou resistência ao cisalhamento de no mínimo 5,68 MPa e máximo 16,12 MPa, com média de 10,47 MPa e desvio padrão de 3,14.

Quanto ao tipo de fratura apresentada pelo GIII (OU), pudemos observar predominância de fraturas adesivas (85%), ausência de fraturas mistas, 10% de fraturas coesivas em resina composta e 5% de fraturas coesivas em esmalte.

A Figura 12 mostra a distribuição das porcentagens representativas dos tipos de fratura obtidos em cada grupo.

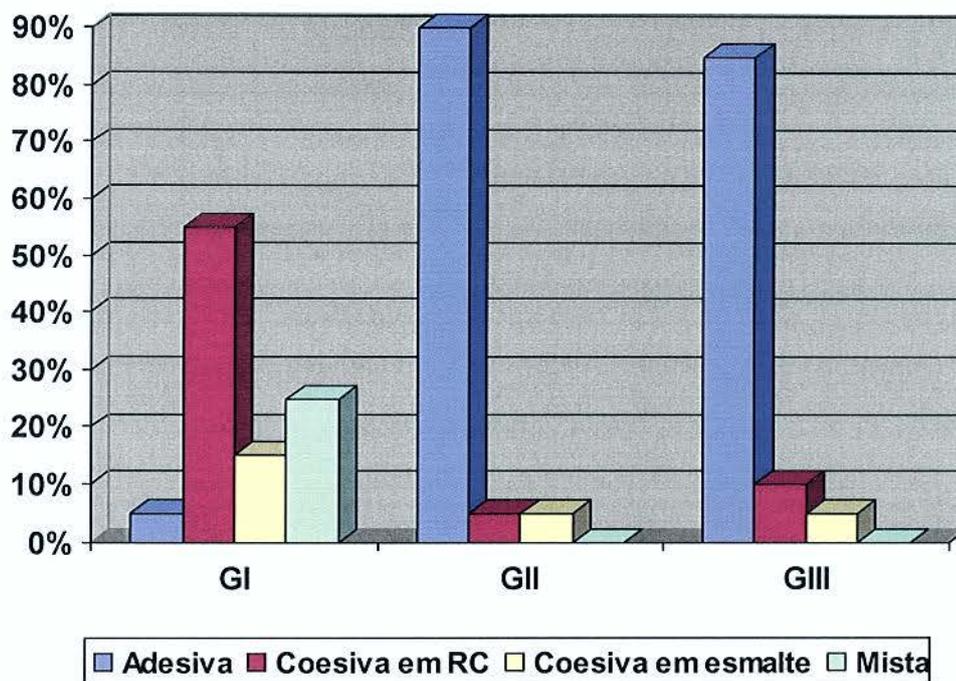


FIGURA 12 - Distribuição das porcentagens representativas dos tipos de fratura obtidos em cada grupo.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística a fim de serem obtidas informações relevantes para testar a proposição.

A estatística descritiva dos dados de tensão de cisalhamento obtidos no ensaio de mecânica é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise estatística

Estadística	GI	GII	GIII
n	20	20	20
Média	18,130	17,123	10,472
Desvio Padrão	6,4911	5,8043	3,1492
CV(%)*	35,802	33,897	30,073
Mínimo	10,710	8,0300	5,6800
Mediana	15,760	16,480	9,7250
Máximo	34,750	26,480	16,120

* CV = coeficiente de variação

Diante das informações acima se verifica que os valores de desvio padrão são próximos, e, ainda, que a dispersão relativa indicada pelos valores de coeficiente de variação são inferiores a 50%, denotando que podemos considerar a média como a medida de tendência central, representante dos dados obtidos em cada grupo considerado.

Pode-se verificar com o teste ANOVA que os valores médios diferem estatisticamente ($F_{gl(2; 57)} = 12,1; p = 0,001 < 0,05$). Por meio do resultado do teste de comparação múltipla de Tukey (5%), demonstrado na Tabela 5, é possível a formação de dois grupos de mesma resistência adesiva, demonstrados na Figura 13.

Tabela 5 – Resultado do teste de comparação múltipla de Tukey

Variável	Média	Grupos homogêneos
GI	18,130	A
GII	17,123	A
GIII	10,472	B

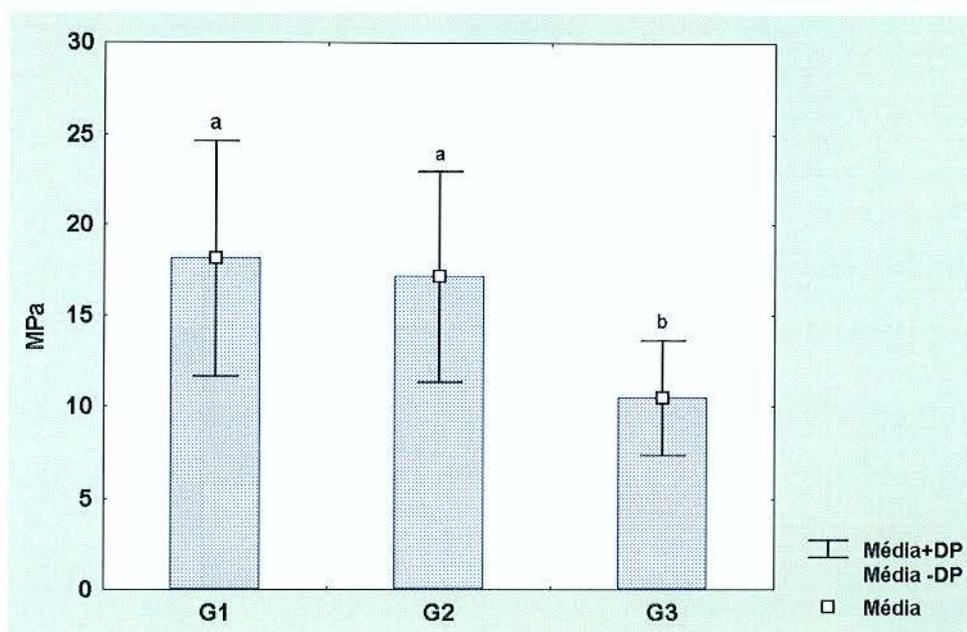


FIGURA 13 - Média e desvio padrão dos dados de resistência ao cisalhamento, segundo o sistema adesivo.

Nota-se que o G1 (PB) e o GII (CSB) não apresentaram dados estatisticamente diferentes. Somente o GIII (OU) apresentou diferença nos dados quando comparados aos G1 (PB) e GII (CSB). A Figura 13 mostra então dois grandes grupos estatísticos: **a** e **b**, sendo **a** formado pelo G1 (PB) e GII (CSB) e **b** formado por GIII (OU).

5.2 Resultados da Microscopia Eletrônica de Varredura

A fotomicrografia representativa do tipo de fratura predominante no GII está demonstrada na Figura 14.

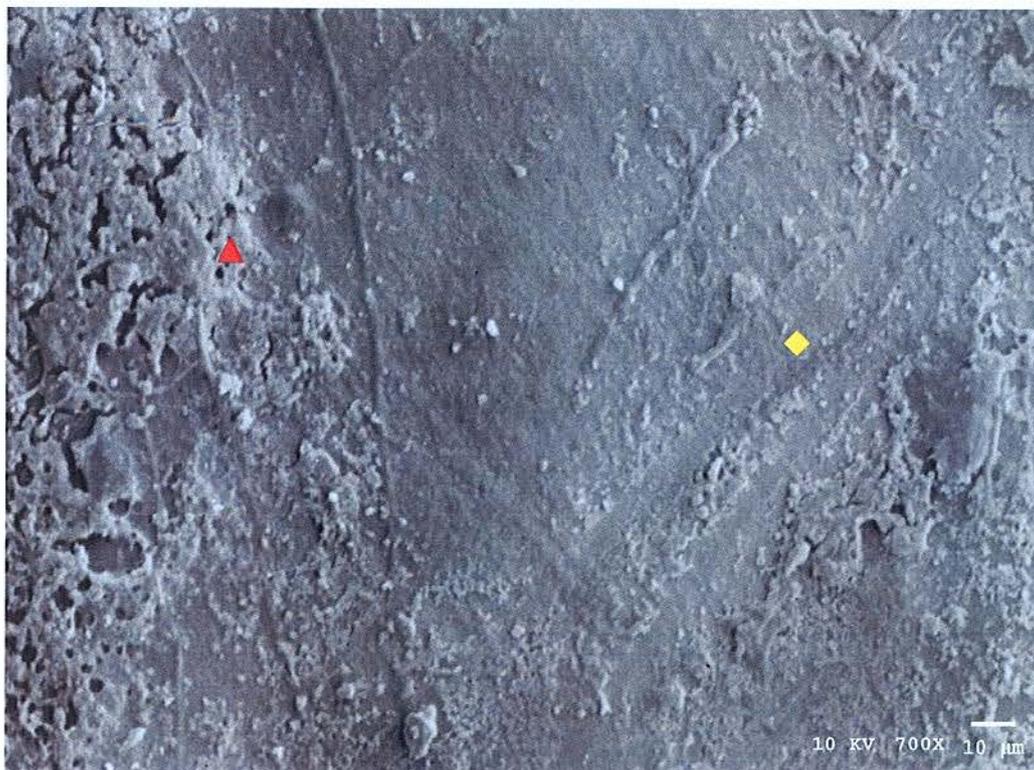


FIGURA 14 - Fotomicrografia representativa de fratura adesiva do GII (CSB) – aumento de 700x: ▲ - resina composta
◆ - superfície de esmalte

Na fotomicrografia representativa do tipo de fratura predominante no GII podemos observar a ruptura da adesão na interface dente-resina. De um lado, observamos a resina composta e de outro a estrutura de esmalte, caracterizando a fratura adesiva.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo analisou a resistência adesiva de três diferentes sistemas adesivos, sendo um monocomponente com prévio condicionamento com ácido fosfórico (PB), um com *primer* autocondicionante (CSB) e um adesivo autocondicionante (OU), na estrutura de esmalte dentário. Para isto, o teste de cisalhamento foi utilizado e a análise da fratura feita por estereomicroscopia, para avaliar-se o tipo de fratura (adesiva, coesiva em resina, coesiva em esmalte ou mista) e desta forma, o comportamento destes adesivos quando submetidos à tensão de cisalhamento.

Na metodologia empregada nesta dissertação, determinados cuidados foram tomados para a simulação da realidade clínica *in vitro*. O primeiro deles foi a utilização de dentes pré-molares humanos de pacientes da faixa etária de 14 a 16 anos de idade. Este grupo de dentes foi escolhido pois representa dentes erupcionados a tempo suficiente para a maturação do esmalte, mas que não estão na cavidade bucal tempo suficiente para sofrer grandes alterações devido à maturação pós-eruptiva (FOX et al.²³, 1994). Os dentes também foram cuidadosamente analisados em lupa estereoscopia antes da parte experimental e aqueles que apresentaram trincas ou manchas coronárias foram automaticamente excluídos do estudo.

Optou-se pela utilização de dentes humanos e não por dentes bovinos, apesar da maior dificuldade de obtenção das amostras humanas, pois dentes humanos representam maior veracidade clínica (RUEGGERBERG⁵⁶, 1991). Resultados com dentes bovinos não podem ser extrapolados diretamente para a realidade clínica devido às diferenças

morfológicas existentes entre dentes bovinos e dentes humanos (YAMADA et al.⁷³, 2002; LOPES et al.³⁹, 2003).

Desde a obtenção das amostras até o fim da parte experimental, as normas da ISO³³ (1994) para testes de adesão em estrutura dental foram utilizadas.

A importância crescente da adesão na dentística tem tornado evidente a necessidade de informação sobre o comportamento de materiais que clamam aderir à estrutura dentária. Na ausência de testes comparativos clínicos, muita ênfase tem sido dada em testes laboratoriais de resistência adesiva. Apesar de testes laboratoriais não predizerem totalmente o comportamento clínico destes materiais, eles são extremamente valiosos (BARKMEIER & COOLEY⁴, 1992; ISO³³, 1994; MIYAZAKI et al.⁴³, 2002).

Existe um consenso que testes *in vivo* são imperativos para avaliar o comportamento de agentes de adesão no ambiente bucal. No entanto, devido ao rápido desenvolvimento e introdução destes materiais no mercado odontológico, tem-se tornado necessário encontrar métodos simples e rápidos, para avaliar a eficácia destes materiais, pois testes clínicos são extremamente dispendiosos e consumidores de tempo. Desta forma, os testes de adesão *in vitro* existem para a avaliação de materiais odontológicos de uma maneira rápida e eficaz (STANLEY⁶³, 1993; HARA et al.³¹, 2001; FERRARI & GARCÍA-GODOY²¹, 2002; TORII et al.⁶⁹, 2003).

Assim, há necessidade de padronização destes testes adesivos para que os resultados possam ser substanciados e assim, possa haver uma correlação entre resultados laboratoriais e clínicos (STANLEY⁶³, 1993; FOX et al.²³, 1994; ISO³³, 1994; FERRARI & GARCÍA-GODOY²¹, 2002).

Para se medir a resistência adesiva, pode-se usar os testes de cisalhamento, tensão ou microtração. No entanto, conforme Cardoso et al.¹³ (1998), o estresse de cisalhamento é considerado ser mais representativo na situação clínica. Fowler et al.²² (1992) afirmaram que se comparando o teste

de cisalhamento com os testes de tração, o teste de cisalhamento resulta em mais falhas adesivas, portanto é preferível a utilização do cisalhamento para testes de adesão.

O teste de cisalhamento é encontrado na literatura sendo realizado com dentes bovinos ou dentes humanos, armazenados em diferentes meios, tais como: cloramina a 0,5% (PERDIGÃO et al.⁵¹, 1997; GORDAN et al.²⁵, 1998; SWIFT JUNIOR et al.⁶⁵, 1998; BENDERLI et al.⁷, 1999; OBERLÄNDER et al.⁴⁸, 2001; PASHLEY & TAY⁵⁰, 2001; TOLEDANO et al.⁶⁷, 2001), azida sódica a 0,2% (JAIN & STEWART³⁵, 2000) azida sódica a 0,4% (MUSSOLINO et al.⁴⁵, 1998) solução tampão de formaldeído (HARA et al.³¹, 2001), solução de timol a 0,1% (BISHARA et al.^{8,9}, 2002 e 2004), hipoclorito de sódio a 0,9% (LOPES et al.³⁹, 2003) soro fisiológico (SINHORETI et al.⁶¹, 2000) ou água destilada (TORII et al.⁶⁸, 2002; BUYUKYILMAZ et al.¹², 2003; PERDIGÃO & GERALDELI⁵³, 2003).

De acordo com DeWald¹⁶(1997) e Jesus et al.³⁶ (2004), a superfície dental pode ser afetada dependendo do meio de armazenamento utilizado, o que pode comprometer os resultados da pesquisa que avalia a adesão à estrutura dental.

A norma da ISO³³ (1994) preconiza o armazenamento das amostras em solução de cloramina a 0,5% por não mais que sete dias e depois seu armazenamento em água destilada a 4°C, com troca periódica da água, sem a utilização de nenhum outro agente químico.

Além do meio de armazenamento das amostras, encontramos na literatura diferenças no preparo da superfície de esmalte, na termociclagem ou não das amostras antes dos ensaios de cisalhamento e na velocidade utilizada para o cisalhamento.

Neste estudo, optou-se por preparar a superfície de esmalte antes dos ensaios de cisalhamento com o objetivo de remover a camada de esmalte

aprisimática, expondo a camada subjacente que é mais reativa. A superfície intacta do esmalte é hipermineralizada e contém mais flúor do que o esmalte subjacente. Após a erupção do dente, as alterações do esmalte ocorrem na camada mais externa. O fosfato de cálcio saturado na saliva hipermineraliza o esmalte e íons flúor podem converter a hidroxiapatita em fluorapatita (FOX et al.²³, 1994; KANEMURA et al.³⁷, 1999; PASHLEY & TAY⁵⁰, 2001; HANNIG et al.²⁹, 2002), alterando assim a superfície externa do esmalte.

Além disso, para a realização dos ensaios de cisalhamento, é fundamental a obtenção de uma superfície plana, para que o cilindro de resina composta esteja localizado a 90° em relação à superfície do dente, pois isto permite que a força de cisalhamento incida paralelamente à superfície dental (ØILO⁴⁹, 1993). E com a fixação dos corpos-de-prova em uma matriz de aço para cisalhamento, como foi realizado neste estudo, o ponto de aplicação da carga foi idêntico em todos os corpos-de-prova, não levantando dúvidas sobre a distribuição do estresse e, conseqüentemente não houve aplicação de diferentes cargas de fratura (VAN NOORT et al.⁷¹, 1989).

Outro fator a ser discutido é a termociclagem das amostras. A norma ISO³³ (1994) indica que a termociclagem é um teste *in vitro* apropriado para simular o envelhecimento das amostras.

Nikaido et al.⁴⁷, 2002 e Miyazaki et al.⁴³, 2002 concordaram com esta afirmação dizendo que a ciclagem térmica em espécimes sujeitas a testes de adesão simula condições intraorais.

Carracho et al.¹⁵ (1991) afirmaram que os efeitos da termociclagem são importantes parâmetros na determinação da estabilidade de agentes adesivos. Amostras termocicladas submetidas a testes de adesão apresentam valores menores do que amostras não-termocicladas, pois durante a termociclagem, a água quente pode acelerar a hidrólise dos

compósitos bem como dos agentes adesivos, extraindo oligômeros pouco polimerizados e a redução das propriedades mecânicas dos compósitos e dos agentes adesivos pode contribuir para a redução dos valores de adesão (BASTIOLI et al.⁶, 1990; MIYAZAKI et al.⁴³, 2002).

Jain & Stewart³⁵ (2000), ao compararem os resultados de cisalhamento obtidos em seu estudo, o qual teve as amostras termocicladas, com outros estudos que não termociclaram as amostras, questionaram os resultados de estudos que não utilizaram a termociclagem.

A velocidade utilizada nos testes de cisalhamento também é um fator importante. Na literatura encontramos diferentes velocidades sendo aplicadas nos testes de cisalhamento: 0,5mm/min (CARRACHO et al.¹⁵, 1991; WORONKO et al.⁷², 1996; PERDIGÃO et al.⁵¹, 1997; CARDOSO et al.¹³, 1998; IWAMI et al.³⁴, 1998; HARA et al.³⁰, 1999; BUYUKYILMAZ et al.¹², 2003; LOPES et al.³⁹, 2003), 1mm/min (EL-KALLA & GARCÍA-GODOY²⁰, 1997; BENDERLI et al.⁷, 1999; MIYAZAKI et al.^{41,43}, 1999 e 2002, MURRAY & HOBSON⁴⁴, 2003), 2mm/min (YAMADA et al.⁷³, 2002) e 5mm/min (SWIFT JUNIOR et al.⁶⁵, 1998; BARKMEIER et al.⁵, 1999; JAIN & STEWART³⁵, 2000; ROSA & PERDIGÃO⁵⁵, 2000; BISHARA et al.^{8,9}, 2002 e 2004).

A norma da ISO³³ (1994) recomenda que a velocidade para testes de cisalhamento seja de no mínimo 0,45mm/min a no máximo 1,05mm/min. No entanto, encontramos muitos estudos com 5mm/min de velocidade para o teste de cisalhamento.

Hara et al.³¹ (2001) compararam diferentes velocidades utilizadas em testes de cisalhamento (0,5, 0,75, 1,00 e 5,00mm/min) e concluíram que a velocidade utilizada interfere nos resultados obtidos. Com a velocidade de 0,5mm/min, 92,5% das amostras apresentaram falhas adesivas, em comparação a 47% (5,00mm/min), 70% (1,00mm/min) e 91,6% (0,75mm/min). Os autores também afirmaram que a padronização de testes

de cisalhamento é extremamente importante e que há necessidade de um esforço geral para que ela aconteça.

Øilo⁴⁹ (1993), em seu estudo afirmou que três fatores principais têm influência significativa nos resultados dos testes de adesão: a aplicação da carga (método do teste), a qualidade do substrato e as condições de armazenamento dos espécimes antes dos testes.

Em relação aos resultados obtidos neste estudo, pode-se observar que não houve diferenças estatísticas significantes entre o GI (PB – Prime & Bond 2.1, Dentsply), no qual um adesivo monocomponente com condicionamento ácido prévio foi utilizado e o GII (CSB – Clearfil SE Bond, Kuraray), no qual foi utilizado um sistema com *primer* autocondicionante. Foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre o GI (PB) e o GIII (OU – One Up Bond F, Tokuyama), no qual foi utilizado um adesivo autocondicionante, e entre o GII (CSB) e o GIII (OU).

Os sistemas adesivos que utilizam o prévio condicionamento ácido estão há bastante tempo no mercado odontológico. Vários estudos já foram realizados com estes sistemas e a resistência ao cisalhamento da resina composta ao esmalte condicionado com ácido fosfórico apresenta-se na faixa de 20 MPa. Tal força de adesão significa sucesso na retenção das resinas compostas para uma variedade de aplicações clínicas (SWIFT JUNIOR et al.⁶⁴⁻⁵, 1995 e 1998).

Neste estudo, as amostras do GI (PB) apresentaram média de resistência adesiva de $18,13 \pm 6,49$ MPa. Gordan et al.²⁵ (1998), utilizando o sistema adesivo PB em associação a diferentes resinas compostas e cimentos de ionômero de vidro, encontraram média de $27,2 \pm 6,22$ MPa, enquanto que Devaney et al.¹⁷ (1999), utilizando dentes bovinos com o sistema adesivo PB em associação à resina composta, encontraram uma média maior ($22,6 \pm 5,9$ MPa).

Barkmeier et al.⁵ (1999) encontraram média de $29,2 \pm 5,4$ Mpa, Jain & Stewart³⁵ (2000) média de $29,5 \pm 5,4$ MPa e Rosa & Perdigão⁵⁵ (2000), utilizando dentes bovinos, encontraram média de $24,2 \pm 5,3$ MPa.

No entanto, é importante salientar que todos estes autores utilizaram velocidade de cisalhamento 5mm/min, diferente da velocidade de 0,5mm/min utilizada neste estudo.

El-Kalla & García-Godoy²⁰ (1997) encontraram valores extremamente altos para o sistema adesivo PB em esmalte, com média de $41,9 \pm 7,3$ MPa. Porém neste estudo, a velocidade de cisalhamento foi de 1,0mm/min e foram realizados 1.000 ciclos de termociclagem a 4°C e 60°C.

Outros estudos avaliaram a resistência adesiva de outros sistemas que utilizam o condicionamento ácido prévio. Woronko et al.⁷² (1996) analisaram cinco sistemas adesivos em esmalte com resistência adesiva em média de $26,2 \pm 9,0$ MPa. Iwami et al.³⁴ (1998) analisaram sete diferentes sistemas adesivos, sendo todos eles com condicionamento ácido prévio e os resultados indicaram média de 12 a 27 MPa, sem diferença estatística significativa entre eles.

Em relação ao GII (CSB), no qual foi utilizado um sistema com *primer* autocondicionante, a média de resistência adesiva foi de $17,12 \pm 5,80$ MPa.

Torii et al.⁶⁸ (2002) encontraram média ligeiramente menor com o sistema CSB em dentes bovinos, sem realização de termociclagem ($14,3 \pm 3,8$ MPa). Fritz et al.²⁴ (2001) encontraram média maior ($23,8 \pm 6$ MPa), porém sem a realização de termociclagem. Buyukyilmaz et al.¹² (2003) ao analisar a resistência ao cisalhamento de *brackets* ortodônticos utilizando o sistema com *primer* autocondicionante CSB, encontraram média de $11,5 \pm 3,3$ MPa, valores estes estatisticamente semelhantes ao grupo no qual foi utilizado o condicionamento ácido prévio ($13,1 \pm 3,1$ MPa).

Os sistemas autocondicionantes, que incluem os *primers* autocondicionantes e os adesivos autocondicionantes, não necessitam de condicionamento prévio, pois possuem em suas formulações misturas aquosas de monômeros acídicos, como éster-fosfato ou ácido carboxílico, e HEMA (TOLEDANO et al.⁶⁷, 2001). Além da simplificação, a razão por trás destes sistemas é a desmineralização superficial da estrutura dentária e penetração simultânea com monômeros que podem ser polimerizados *in situ* (VAN MEERBEEK et al.⁷⁰, 1998; LOPES et al.³⁹, 2003).

Os componentes reativos nos sistemas autocondicionantes são ésteres alcóois bivalentes com ácido metacrílico e ácido fosfórico ou derivados, além dos monômeros hidrofílicos tradicionais, como o HEMA. O resíduo fosfato é responsável por condicionar o esmalte, enquanto que o componente metacrilato da molécula é responsável pela copolimerização com o agente de adesão (*bond*) e a resina composta. Com este processo, não há necessidade de lavagem dos produtos da reação ou ésteres residuais do ácido fosfórico, pois ambos são subsequentemente polimerizados na camada de adesão (HANNIG et al.²⁸, 1999; FRITZ et al.²⁴, 2001).

No caso do sistema adesivo CSB, sua formulação contém MDP, diferente das primeiras versões de sistemas autocondicionantes que possuíam PhenyI-P, o que resultava em uma solução com pH de 1,4 a 0,84. As atuais formulações dos sistemas autocondicionantes possuem pH mais alto e sua habilidade de descalcificação pode ser insuficiente para a criação de uma boa adesão, devido a sua baixa acidez (PASHLEY & TAY⁵⁰, 2001; TORII et al.⁶⁸, 2002).

Alguns estudos têm sugerido que os sistemas autocondicionantes com ação mais suave são menos efetivos do que o ácido fosfórico, quando utilizados para adesão em esmalte (TORII et al.⁶⁸, 2002; YAMADA et al.⁷³, 2002). Uma das razões para esta baixa eficiência dos sistemas autocondicionantes está no fato do solvente conter não só água como

também etanol ou acetona, devido à limitada solubilidade em água dos monômeros contidos nos sistemas autocondicionantes. Torna-se claro que etanol ou acetona no solvente dos sistemas autocondicionantes diminui a dissociação de *prótons*, portanto reduzindo a capacidade de condicionamento. Outras formulações para os sistemas autocondicionantes que os tornem com maior capacidade de condicionamento, estão sendo pesquisadas (TORII et al.⁶⁹, 2003).

No entanto, alguns autores preconizam que a menor capacidade de condicionamento dos sistemas autocondicionantes não interfere na sua resistência adesiva (SCHULZE et al.⁵⁷, 2004).

Neste estudo, não houve diferenças estatísticas significantes entre o sistema monocomponente com condicionamento ácido prévio (GI PB) e o sistema com *primer* autocondicionante (GII CSB), apesar da tendência de maiores valores no GI (PB). A razão pela qual o sistema adesivo PB apresentou maiores valores de resistência adesiva pode estar ligada não só a utilização do condicionamento ácido prévio, mas também pela presença de PENTA em sua composição (EL-KALLA & GARCÍA-GODOY²⁰, 1997).

O GIII (OU) foi o que apresentou diferença estatística significativa dos demais grupos, apresentando a menor média de resistência adesiva ($10,47 \pm 3,14$ MPa). A diferença entre o GII (CSB) e o GIII (OU) não está somente em sua formulação, mas também em sua forma de aplicação. O sistema CSB (GII) contém um *primer* autocondicionante e um *bond*, em frascos separados, necessitando da aplicação individual do *primer* e depois do *bond*. Já o adesivo autocondicionante OU (GIII) necessita mistura dos dois agentes (*bonding A* e *bonding B*) antes de uma única aplicação.

Os resultados obtidos no GIII com o sistema OU foram concordantes com Siviero et al.⁶² (2004), Miyazaki et al.⁴² (2001) e Bishara et al.⁸ (2002)

que também obtiveram valores mais baixos com o OU do que com outros sistemas adesivos.

O objetivo deste estudo não foi realizar uma análise morfológica, mas sim a análise da resistência adesiva através dos ensaios de cisalhamento e análise do tipo de fratura por estereomicroscopia. No entanto, a MEV foi realizada somente para ilustrar o tipo de fratura mais predominante no GII (CSB): a fratura adesiva. O GII (CSB) foi escolhido por ter apresentado 90% dos corpos-de-prova com fraturas adesivas e não ter apresentado diferença estatística significativa em relação ao GI (PB), embora sejam sistemas adesivos muito diferentes.

Na fotomicrografia, pode-se observar claramente o rompimento da adesão na interface dente-resina composta. Neste estudo, somando os três grupos experimentais, obtivemos 60% de fraturas adesivas (sendo grande parte desta porcentagem fornecida pelo *primer* autocondicionante e pelo adesivo autocondicionante), 21,66% de fraturas coesivas em resina (sendo a maioria fornecida pelo sistema monocomponente com prévio condicionamento ácido), 8,33% de fraturas coesivas em esmalte e 10% de fraturas mistas.

Apesar do GI (PB) e do GII (CSB) terem apresentado resistência adesiva ao cisalhamento estatisticamente semelhante, a diferença entre eles está no tipo de fratura apresentada. O adesivo com *primer* autocondicionante (GII CSB) apresentou 90% de fraturas adesivas, enquanto que o sistema monocomponente com prévio condicionamento ácido (GI PB) apresentou 55% de fraturas coesivas em resina composta, 25% de fraturas mistas, 15% de coesivas em esmalte e somente 5% de fraturas adesivas.

Há discordâncias na literatura sobre o tipo de fratura obtida após testes de adesão. Toledano et al.⁶⁷ (2001) obtiveram 50% de fraturas adesivas e 50% de fraturas mistas com o sistema CSB. No entanto, Buyukyilmaz et al.¹² (2003) obtiveram com o sistema CSB falhas coesivas na

resina em grande parte das amostras. Já Fritz et al.²⁴ (2001) encontraram 60% de falhas coesivas em esmalte com o mesmo sistema adesivo e no estudo de Miyazaki et al.⁴³ (2002), houve uma tendência para falhas mistas e coesivas.

Hara et al.³⁰ (1999) afirmaram que quando há falhas adesivas significa que a adesão com o esmalte não foi bem estabelecida. No entanto, em ortodontia, a utilização de sistemas autocondicionantes para colagem de *brackets* tem sido extremamente estimulada por mantê-los aderidos à superfície de esmalte durante o tempo necessário (MILLER⁴⁰, 2001; ASGARI et al.³, 2002) e por promover fratura adesiva na remoção do *bracket*, não promovendo perda de esmalte (YAMADA et al.⁷³, 2002).

Há discordâncias na literatura também sobre o padrão que sistemas autocondicionantes proporcionam em MEV. Perdigão & Geraldini⁵³ (2003), ao comparar sistemas adesivos monocomponentes com prévio condicionamento ácido com os sistemas autocondicionantes CSB e OU, afirmaram que um padrão de condicionamento profundo e interprismático foi observado nos sistemas monocomponentes, enquanto que os sistemas autocondicionantes apresentaram padrões de condicionamento praticamente nulos. Já Hayakawa et al.³² (1998) encontraram padrões de condicionamento definidos com os sistemas autocondicionantes, com a dissolução seletiva do interior dos prismas de esmalte ou suas periferias, criando microporosidades nas quais a resina composta pode penetrar. Há necessidade de mais estudos a respeito da morfologia proporcionada pelos sistemas autocondicionantes.

Se altas forças de adesão podem ser obtidas sem induzir falhas coesivas na estrutura dentária, a distribuição de estresse foi uniforme e adequada, pode-se haver comparação válida dos resultados entre os sistemas adesivos (NAKABAYASHI & PASHLEY⁴⁶, 1998). Desta forma, o que se observou neste estudo foi uma tendência a melhores resultados com

o sistema monocomponente, que utiliza o condicionamento ácido prévio, seguido pelo sistema com *primer* autocondicionante, sem diferenças estatísticas significantes entre eles. No entanto, o adesivo autocondicionante OU não apresentou resultados satisfatórios.

Enquanto encontramos autores defendendo a utilização dos sistemas adesivos monocomponentes com condicionamento ácido prévio (HARA et al.³⁰, 1999; DUKE¹⁹, 2002; ROSA & PERDIGÃO⁵⁵, 2000), outros afirmam que sistemas autocondicionantes possuem capacidade tão efetiva quanto os adesivos que utilizam prévio condicionamento ácido (FRITZ et al.²⁴, 2001; SHIMADA et al.⁵⁸, 2002).

Futuros estudos sobre a resistência adesiva destes sistemas devem ser realizados, para corroborar com os resultados obtidos neste estudo.

7 CONCLUSÃO

Conforme a metodologia empregada neste estudo, pode-se concluir que:

- a) o sistema adesivo monocomponente Prime & Bond 2.1 (Dentsply), que necessita de condicionamento ácido prévio, apresentou maior média de resistência adesiva ao cisalhamento, seguido do sistema adesivo com *primer* autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray), não havendo diferenças estatísticas significantes entre os dois sistemas, porém o tipo de fratura apresentada por eles foi diferente
- b) o sistema adesivo autocondicionante One Up Bond F (Tokuyama) apresentou a menor média de resistência adesiva ao cisalhamento, com diferenças estatísticas significantes em relação aos sistemas Prime & Bond 2.1 e Clearfil SE Bond;
- c) a análise por estereomicroscopia demonstrou que com os sistemas autocondicionantes (Clearfil SE Bond e One Up Bond F), o tipo de fratura predominante foi a adesiva e com o adesivo monocomponente (Prime & Bond 2.1), fratura coesiva em resina composta.

8 REFERÊNCIAS*

- 1 AGUILAR, L.T. et al. Tensile bond strength of adhesive systems – effects of primer and thermocycling, **Pesq Odontol Bras**, v.16, n.1, p.37-42, jan./mar. 2002.
- 2 AMENDOLA, A. B. **Avaliação *in vitro* da resistência de união de dois sistemas adesivos dentinários à dentina bovina antes e após a termociclagem: teste de cisalhamento e análise estereomicroscópica.** 1999, 124f. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista.
- 3 ASGARI, S. et al. Clinical evaluation of bond failure rates with a new self-etching primer. **J Clin Orthod**, v.36, n.4, p. 687-9, Dec. 2002.
- 4 BARKMEIER, W.W.; COOLEY, R. L. Laboratory evaluation of adhesive systems. **Oper Dent**, Suppl 5, p.50-61, 1992.
- 5 BARKMEIER, W.W.; HAMMESFAHR, P.D.; LATTA, M.A. Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. **Oper Dent**, v.24, n.1, p.51-6, Jan./Feb. 1999.

* Baseadas em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. **Informação e documentação: referências, elaboração**, NBR 6023.

- 6 BASTIOLI, C.; ROMANO, G.; MIGLIARESI, C. Water sorption and mechanical properties of dental composites. **Biomaterials**, v.11, n.3, p.219-23, Apr. 1990.
- 7 BENDERLI, Y.; GÖKÇE, K.; BÜYÜKGÖKÇESU, S. *In vitro* shear bond strength of adhesive to normal and fluoridated enamel under various contaminated conditions. **Quintessence Int**, v.30, n.8, p.570-5, Aug. 1999.
- 8 BISHARA, S.E. et al. Effect of a fluoride-releasing self-etch acidic primer on the shear bond strength of orthodontic brackets. **Angle Orthod**, v.72, n.3, p.199-202, June 2002.
- 9 BISHARA, S.E. et al. Comparison of the shear bond strength of 2 self-etch primer/adhesive systems. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.125, n.3, p.348-50, Mar. 2004.
- 10 BORGES, A.B. **A influência de agentes clareadores na resistência de união de um sistema restaurador ao esmalte em função do tempo de armazenamento em saliva artificial**. 2003, 128f. Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista.
- 11 BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, v.14, n.6, p.849-53, Dec. 1955.

- 12 BUYUKYILMAZ, T.; USUMEZ, S.; KARAMAN, A.I. Effect of self-etching primers on bond strength – are they reliable? **Angle Orthod**, v.73, n.1, p. 64-70, Feb. 2003.
- 13 CARDOSO, P.E.C.; BRAGA, R.R.; CARRILHO, M.R.O. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. **Dent Mater**, v.14, n.6, p.394-8, Nov. 1998.
- 14 CARPENA LOPES, G. et al. Dental adhesion: present state of the art and future perspectives. **Quintessence Int**, v.33, n.3, p.213-224, Mar. 2002.
- 15 CARRACHO, A.J.L. et al. The effect of storage and thermocycling on the shear bond strength of three dentinal adhesives. **Quintessence Int**, v.22, n.9, p.745-52, 1991.
- 16 CHRISTENSEN, G.J. Preventing postoperative tooth sensitivity in Class I, II and V restorations. **J Am Dent Assoc**, v.133, n.2, p.229-31, Feb. 2002.
- 17 DEVANEY, M.W.; SWIFT JUNIOR, E.J.; PERDIGÃO, J. Shear bond strengths of one-bottle filled adhesives to enamel, **J Dent Res**, v. 78, Sp Iss., p.154, 1999 (Abstract 386).
- 18 DeWALD, J.P. The use of extracted teeth for *in vitro* bonding studies: a review of infection control considerations. **Dent Mater**, v.13, n.2, p.74-81, Mar. 1997.
- 19 DUKE, E.S. Self-etching adhesives: new science or just a trend? **Compend Continu Edu Dent**, v.23, n.12, p.1186-7, Dec. 2002.

- 20 EL-KALLA, I.; GARCÍA-GODOY, F. Saliva contamination and bond strength of single-bottle adhesives to enamel and dentin. **Am J Dent**, v.10, n.2, p.83-7, Apr. 1997.
- 21 FERRARI, M.; GARCÍA-GODOY, F. Sealing ability of new generation adhesive-restorative materials placed on vital teeth. **Am J Dent**, v.15, n.2, p.117-28, Apr. 2002.
- 22 FOWLER, C.S. et al. Influence of selected variables on adhesion testing. **Dent Mater**, v.8, n.4, p.265-9, July 1992.
- 23 FOX, N.A. et al. A critique of bond strength testing in orthodontics. **Br J Orthod**, v.21, n.1, p.33-43, Feb. 1994.
- 24 FRITZ, U.B. et al. Self-etching primers – an alternative to the conventional acid etch technique? **J Orofac Orthop**, v.62, n.3, p.238-45, May 2001.
- 25 GORDAN, V.V.; BOYER, D.; SÖDERHOLM, K.J. Enamel and dentin shear bond strength of two resin modified glass ionomers and two resin based adhesives. **J Dent**, v.26, n.5-6, p.497-503, July/Aug. 1998.
- 26 GRUBISA, H.S.I. et al. An evaluation and comparison of orthodontic bracket bond strengths achieved with self-etching primer. **Am J Orthod Orthop**, v.126, n.2, p.213-9, Aug. 2004.
- 27 GWINNET, A.J.; MATSUI, A. A study of enamel adhesives the physical relationship between enamel and adhesive. **Archs Oral Biol**, v.12, p.1615-20, 1967.

- 28 HANNIG, M. et al. Self-etching primer vs. phosphoric acid: an alternative concept for composite to enamel bonding. **Oper Dent**, v.24, n.3, p.172-80, May/June 1999.
- 29 HANNIG, M. et al. Inter-crystallite nanoretention of self-etching adhesives at enamel imaged by transmission electron microscopy. **Eur J Oral Sci**, v.110, n.6, p.464-70, Dec. 2002.
- 30 HARA, A.T. et al. Shear bond strength of hydrophilic adhesive systems to enamel. **Am J Dent**, v. 12, n.4, p.181-84, Aug. 1999.
- 31 HARA, A.T. et al. Influence of cross-head speed on resin-dentin shear bond strength. **Dent Mater**, v.17, n.2, p.165-169, Mar. 2001.
- 32 HAYAKAWA, T. et al. Influence of self-etching primer treatment on the adhesion of resin composite to polished dentin and enamel. **Dent Mater**, v.14, n.2, p.99-105, Mar. 1998.
- 33 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – **Guidance on testing of adhesion to tooth structure** – TR 11405, Switzerland 1994, p.12-5.
- 34 IWAMI, Y. et al. Effect of enamel and dentin surface wetness on shear bond strength of composites. **J Prosthet Dent**, v.80, n.1, p. 20-6, July 1998.

- 35 JAIN, P.; STEWART, G.P. Effect of dentin primer on shear bond strength of composite resin to moist and dry enamel. **Oper Dent**, v.25, n.1, p.51-8, Jan./Feb. 2000.
- 36 JESUS, L.C.G. et al. Efeitos dos meios de armazenamento de dentes extraídos, **Braz Oral Res**, v.18, Suppl p.99, 2004 (Proceedings of the 21st. Annual SBPqO Meeting - Abstract Ic083).
- 37 KANEMURA, N. et al. Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. **J Dent**, v.27, n.7, p.523-30, Sept. 1999.
- 38 LATTA, M.A.; BARKMEIER, W.W. Bond strength of composite to enamel using various conditioning techniques. **J Dent Res**, v.78, p.154, 1999 (IADR Abstracts – Abstract 387).
- 39 LOPES, M.B. et al. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. **Pesq Odontol Bras**, v.17, n.2, p.171-5, apr./june 2003.
- 40 MILLER, R.A. Laboratory and clinical evaluation of a self-etching primer. **J Clin Orthod**, v.35, n.1, p.42-5, Jan. 2001.
- 41 MIYAZAKI, M. et al. Influence of self-etching primer drying time on enamel bond strength of resin composites. **J Dent**, v.27, n.3, p.203-7, Mar. 1999.
- 42 MIYAZAKI, M. et al. Enamel and dentin bond strengths of single application bonding systems, **Am J Dent**, v.14, n.6, p.361-6, Dec. 2001.

- 43 MIYAZAKI, M. et al. Effect of self-etching primer application method on enamel bond strength. **Am J Dent**, v.15, n.6, p.412-6, Dec. 2002.
- 44 MURRAY, S.D.; HOBSON, R.S. Comparison of in vivo and in vitro shear bond strength. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.123, n.1, p.2-9, Jan. 2003.
- 45 MUSSOLINO, Z.M. et al. Resistência ao cisalhamento de um selante associado a componentes de um sistema adesivo dental. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v.12, n.4, p.1-11, oct./dec. 1998.
- 46 NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. **Hibridization of dental hard tissues**. 2ed. Chicago: Quintessence, 1998. 128p.
- 47 NIKAIDO, T. et al. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. **Dent Mater**, v.18, n.3, p.269-75, May 2002.
- 48 OBERLÄNDER, H.; FRIEDL, K.H.; SCHMALZ, G. Bond strength of polyacid-modified resins using a new one-step adhesive system. **Oper Dent**, v.26, p. 127-33, 2001.
- 49 ØILO, G. Bond strength testing: what does it mean? **Int Dent J**, v.43, n.5, p.492-8, Oct. 1993.

- 50 PASHLEY, D.H.; TAY, F.R. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives Part II: etching effects on unground enamel. **Dent Mater**, v.17, n.5, p.430-44, Sept. 2001.
- 51 PERDIGÃO, J. et al. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. **Am J Dent**, v.10, n.3, p.141-6, June 1997.
- 52 PERDIGÃO, J. et al. New trends in dentin/enamel adhesion. **Am J Dent**, v.13, Sp Iss Article, p.25D-30D, Nov. 2000.
- 53 PERDIGÃO, J.; GERALDELI, S. Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. **J Esthet Restor Dent**, v.15, n.1, p.32-41, 2003.
- 54 RODRIGUES FILHO, L.E.; LODOVICI, E. Entendendo a utilização de um sistema adesivo autocondicionante. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v. 57, n.1, p.53-57, jan./fev. 2003.
- 55 ROSA, B.T.; PERDIGÃO, J. Bond strengths of nonrinsing adhesives. **Quintessence Int**, v.31, n.5, p.353-8, May 2000.
- 56 RUEGGEBERG, F.A. Substrate for adhesion testion on tooth structure – review of the literature, **Dent Mater**, v.7, p.2-10, Jan 1991.
- 57 SCHULZE, K.A. et al. Effect of hydration variability on hybrid layer properties of a self-etching versus an acid-etching system. **Biomaterials**, v.26, n.9, p.1011-1018. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em 5 out. 2004.

- 58 SHIMADA, Y. et al. Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel, **Oper Dent**, v. 27, n.4, p. 403-9, July/Aug. 2002.
- 59 SHINTOME, L.K. et al. Condicionamento ácido em diferentes regiões do esmalte de molares decíduos. **Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos**, v.4, n.1, p.27-31, jan./abr. 2001.
- 60 SILVERSTONE, L.M. et al. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. **Caries Res**, v.9, n.5, p.373-87, 1975.
- 61 SINHORETI, M.A.C. et al. Aspectos morfológicos e resistência ao cisalhamento em função dos condicionantes de esmalte e dentina. **Rev Fac Odontol São José dos Campos**, v.3, n.1, p.20-8, jan./jul. 2000.
- 62 SIVIERO, M. et al. Influência dos métodos de aplicação de três sistemas adesivos autocondicionantes na resistência adesiva em esmalte. **Braz Oral Res**, v.18, Suppl, p.59, 2004 (Proceedings of the 21st. Annual SBPqO Meeting – Abstract Ia116).
- 63 STANLEY, H.R. Guest editorial: an urgent plea for standardized bonding adhesion test. **J Dent Res**, v.72, n.10, p.1362-3, Oct. 1993.
- 64 SWIFT JUNIOR, E.J. et al. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. **Quintessence Int**, v.26, n.2, p.95-110, Feb. 1995.

- 65 SWIFT JUNIOR, E.J. et al. Enamel bond strengths of "one-bottle" adhesives. **Pediatr Dent**, v.20, n.4, p.259-62, July/Aug. 1998.
- 66 SWIFT JUNIOR, E.J. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. **Pediatr Dent**, v.24, n.5, p.456-61, Oct. 2002.
- 67 TOLEDANO, M. et al. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. **Am J Dent**, v.14, n.4, p.205-10, Aug. 2001.
- 68 TORII, Y. et al. Enamel tensile bond strength and morphology of resin-enamel interface created by acid etching system with or without moisture and self-etching priming system. **J Oral Rehabil**, v.29, n.6, p.528-33, June 2002.
- 69 TORII, Y. et al. Effect of self-etching primer containing N-acryloyl aspartic acid on enamel adhesion. **Dent Mater**, v.19, n.4, p.253-8, June 2003.
- 70 VAN MEERBEEK, B. et al. The clinical performance of adhesives, **J Dent**, v.26, n.1, p.1-20, Jan. 1998.
- 71 VAN NOORT, R. et al. A critique of bond strength measurements. **J Dent**, v.17, n.2, p. 61-7, Apr. 1989.
- 72 WORONKO, G.A. et al. Effect of dentin primer on the shear bond strength between composite resin and enamel. **Oper Dent**, v.21, n.3, p.116-21, 1996.

- 73 YAMADA, R. et al. Effect of using self-etching primer for bonding orthodontic brackets. **Angle Orthod**, v.72, n.6, p.558-64, Dec. 2002.

Anexo – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

CERTIFICADO

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº 067/2003-PH/CEP, sobre "Resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos no esmalte dental", sob a responsabilidade de MARCELO FAVA DE MORAES, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, envolvendo seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 17 de setembro de 2003.


Prof. Dr. Suely Carvalho Mutti Naressi
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa-Local

PARADELLA, T.C. **Resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos no esmalte dental.** 2004. 107f. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora, Especialidade em Dentística) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2004.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate in vitro three adhesive systems: a total etch single-component (GI Prime & Bond 2.1), a self-etching primer (GII Clearfil SE Bond) and a self-etching adhesive (GIII One Up Bond F), through shear bond strength on enamel of human teeth, evaluating the type of fracture through stereomicroscopy. Thirty premolars, kept in 0.5% chloramine solution received cuts in mesium-distal sense and had their enamel surfaces prepared. They were randomly assigned to three experimental groups (n=20). The adhesive system's area of acting was determined and the adhesive procedures were performed according to the manufacturer's instructions. 3mm Z-250 composite resin cylinders were performed. The specimens were kept in distilled water at 37 °C for 24h, thermocycled for 500 cycles (5 °C-55 °C) and submitted to shear with 0.5mm/min speed. The adhesive resistance mediums were GI 18.13 ± 6.49 MPa, with 55% of resin cohesive fractures; GII 17.12 ± 5.80 MPa with 90% of adhesive fractures and GIII 10.47 ± 3.14 MPa with 85% of adhesive fractures. The data was submitted to Anova and Tukey multiple comparison (5%) statistical analysis. There were no significant differences between GI and GII, having GIII significant difference regarding the other groups. The predominant type of fracture (adhesive in GII) was submitted to SEM and the rupture in the resin-tooth interface was noticeable. It was concluded that the adhesive system in GI presented similar shear bond strength to GII, however with a different type of fracture.

KEY-WORDS: Dental enamel, adhesion, shear

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho

São José dos Campos, 25 de Outubro de 2004.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a vertical line, positioned above a horizontal line.

Thaís Cachuté Paradella