

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**  
**CURSO DE DOUTORADO**  
**CONCENTRAÇÃO EM DENTÍSTICA**

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO DE DENTINA**  
**PRÉ-HIBRIDIZADA: EFEITO DOS MÉTODOS DE**  
**TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E DA TEMPORIZAÇÃO**

**ÁLVARO LUIS KROEFF DILLENBURG**

**Prof. Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Jr**

**PORTO ALEGRE**

**JUNHO 2006**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia, Prof. **Marcos Túlio M. Carvalho** e da vice-diretora Profa. **Angélica Maria G. Frischer**.

À **CAPES**, pela bolsa de estudo concedida e estímulo à pesquisa brasileira, e às empresas **3M** e **Dentsply** pela doação dos materiais utilizados neste trabalho.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação e Graduação pelo convívio agradável, pela eficiência no atendimento, prestatividade e soluções de problemas.

A Prof. Dra. **Nilza Pereira da Costa**, coordenadora do curso de Doutorado em Odontologia, pela sua maneira especial e humana de solucionar as dificuldades individuais de seus alunos com muita competência e dedicação.

Ao meu orientador Prof. Dr. **Luiz Henrique Burnett Jr.** Pela disponibilidade, incentivo e interesse dispensados durante todo o trabalho.

Aos professores **Hugo Oshima** e **Luciana Mayumi Hirakata** pela dedicação e transmissão de conhecimentos durante estes três anos.

A Prof.Dra. **Rosemary S. Arai Shinkai** pela dedicação em transmitir seu conhecimento de forma clara e objetiva incentivando o desenvolvimento de um espírito crítico em seus alunos.

Aos professores **Ana Maria Spohr** e **Eduardo Motta** pela participação na banca de qualificação, colaborando com suas sugestões melhorando assim, a qualidade deste trabalho.

Pessoas amigas que compartilharam de seus conhecimentos em minha trajetória profissional e que até hoje acompanham este crescimento merecem agradecimento especial.

Ao Prof. **Carlos Venturella Leite** (*in memorian*) pela saudosa amizade, incentivo e orientação no início de minha carreira acadêmica.

Ao Prof.Dr. **Ewerton Nocchi Conceição** que foi responsável pela minha iniciação científica e que tem sido um grande amigo incentivando constante crescimento de todos que fazem parte de sua equipe.

Ao Prof.Dr. **João Felipe Mota Pacheco**, amigo e conselheiro em momentos decisivos na elaboração do trabalho, contribuindo com seu brilhante conhecimento científico.

Ao grande amigo **Alexandre Masotti**, pelo companherismo e auxílio na realização deste trabalho.

A colega **Clarissa Grassi Soares** que tenho orgulho de dizer que foi minha aluna na graduação da Dentística UFRGS e hoje se tornou uma amiga dedicada que teve grande contribuição na elaboração deste trabalho.

Aos meus colegas de turma **Ivori, José Pedro e Maria Cecília** pela troca de experiências de vida e conhecimento científico durante todo o curso.



Ao meu colega e irmão **Luiz Antônio Germanos** pela amizade e cumplicidade dedicadas ao longo dos anos, que sempre acompanhou e estimulou meu crescimento profissional.

A minha esposa **Janaina** e meu querido filho **Eduardo** pela paciência e compreensão pela minha ausência e envolvimento com este trabalho.

Aos meus pais, **Álvaro e Dione**, precursores da minha vida profissional que me proporcionaram todas as oportunidades possíveis para chegar onde estou, baseadas em ensinamentos básicos de caráter e envolvimento com o que amamos.

## RESUMO

Este estudo avaliou a influência de diferentes tratamentos de superfície na dentina pré-hibridizada com a técnica do selamento dentinário imediato (SDI) e armazenada por diferentes períodos na resistência de união à microtração de dois sistemas adesivos. Os agentes de união dentinária (AUD) utilizados, Single Bond 2 (SB2) (3M ESPE) e Prime&Bond NT (PB) (Dentsply), foram testados em dois períodos de armazenagem: 48 horas (A) e 4 meses (B). Superfícies planas de dentina foram preparadas em molares humanos extraídos e foram cobertas com o sistema adesivo de acordo com o tratamento de superfície de cada grupo: G1) óxido de alumínio – SB2; G2) ácido fosfórico 37% - SB2; G3) óxido+ácido – SB2; G4) óxido de alumínio - PB; G5) ácido fosfórico 37% - PB; G6) óxido+ácido - PB; G7) controle - SB2; G8) controle – PB. Após a polimerização do sistema adesivo o cimento provisório RelyXTemp NE (3M ESPE) foi aplicado sobre as superfícies dentinárias previamente tratadas com adesivo dos grupos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 e estes foram armazenados por 48 horas ou 4 meses. Após o período de armazenagem a camada de cimento provisório foi removida e os diferentes tratamentos de superfície foram empregados seguidos de uma segunda camada de AUD. Os grupos controle (7 e 8) não receberam o cimento provisório nem a segunda camada adesiva, sendo no entanto armazenados pelos mesmos períodos de tempo. Coroas de resina composta direta foram construídas e, após 24h, os dentes preparados foram seccionados em palitos. As amostras (n=20 por grupo) foram submetidas ao teste de resistência de união à microtração na máquina de ensaios universal EMIC DL-2000. Os valores médios (MPa) foram (médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes para Modelo Linear Geral e teste de Tukey ( $p<0,05$ )): G1A –  $23,79\pm 5,92^{(AB)}$ ; G1B –  $23,93\pm 5,49^{(AB)}$ ; G2A –  $28,47\pm 6,57^{(B)}$ ; G2B –  $27,84\pm 3,31^{(B)}$ ; G3A –  $44,84\pm 10,49^{(C)}$ ; G3B –

44,37±9,07<sup>(C)</sup>; G4A – 19,14±4,76<sup>(A)</sup>; G4B – 18,51±4,64<sup>(A)</sup>; G5A – 30,60±5,48<sup>(B)</sup>; G5B – 28,30± 3,95<sup>(B)</sup>; G6A – 47,22±10,11<sup>(C)</sup>; G6B – 46,02±10,33<sup>(C)</sup>; G7A – 41,57±6,91<sup>(C)</sup>; G7B – 41,21±9,32<sup>(C)</sup>; G8A – 40,17±10,35<sup>(C)</sup> e G8B – 41,04±11,21<sup>(C)</sup>. O tipo de fratura foi analisado através de MEV e a falha do tipo mista foi predominante (92%) seguida da falha interfacial (21%). A espessura de adesivo variou em ordem crescente nos grupos: G8< G7< G4< G1< G6< G3< G5< G2. Os resultados sugerem que: o tratamento de superfície com óxido de alumínio + ácido fosfórico 37% proporcionou os maiores valores de resistência de união, no entanto o tempo de armazenagem e o AUD utilizado não afetaram estes valores; a falha mista foi predominante seguida da falha interfacial; e os tratamentos de superfície utilizados afetaram significativamente a espessura da camada adesiva para ambos os AUD testados.

**Palavras-chave:** adesivo dentinário; tração; dentina

## ABSTRACT

This study evaluated the influence of different surface treatments to dentin with pre-cured adhesive layer when the immediate dentin sealing technique (IDS) was applied in different storage time with provisional cement on microtensile bond strength of two adhesive systems, classified the failure pattern and measured the adhesive layer thickness. The dentin bonding agent (DBS) Single Bond 2 (SB2) (3M ESPE) e Prime&Bond NT (PB) (Dentsply) were tested in two storage times: 48 hours (A) and 4 months (B). Freshly prepared flat dentin surfaces of extracted human molars were coated with the adhesive systems according to the surface treatments groups: G1) aluminum-oxide – SB2; G2) 37% phosphoric acid - SB2; G3) oxide+acid – SB2; G4) aluminum-oxide - PB; G5) 37% phosphoric acid - PB; G6) oxide+acid - PB; G7) control - SB2; G8) control – PB. After curing the DBA, the provisional cement RelyXTemp NE (3M ESPE) was applied to the bonded dentin surface of the groups 1, 2, 3, 4, 5 and 6, and the teeth were stored for 48 hour or 4 months. After the storage, provisional cement layer was scaled off and the different surface treatments were applied followed by a second DBS layer. The control groups (7 and 8) didn't received the provisional cement neither the second DBS layer, however were stored for the same times. The composite crown restoration was built with direct resin and, after 24h, the prepared teeth were serially sectioned in sticks. The specimens (n=20 per group) were submitted to microtensile strength test using the universal testing machine EMIC DL-2000. The average values (MPa) were (means followed by different letters are statistically different to General Linear Model and Turkey's test (p<0,05)): G1A – 23,79±5,92<sup>(AB)</sup>; G1B – 23,93±5,49<sup>(AB)</sup>; G2A – 28,47±6,57<sup>(B)</sup>; G2B – 27,84±3,31<sup>(B)</sup>; G3A – 44,84±10,49<sup>(C)</sup>; G3B – 44,37±9,07<sup>(C)</sup>; G4A – 19,14±4,76<sup>(A)</sup>; G4B – 18,51±4,64<sup>(A)</sup>; G5A – 30,60±5,48<sup>(B)</sup>; G5B – 28,30±3,95<sup>(B)</sup>; G6A – 47,22±10,11<sup>(C)</sup>; G6B – 46,02±10,33<sup>(C)</sup>; G7A – 41,57±6,91<sup>(C)</sup>;

G7B –  $41,21 \pm 9,32^{(C)}$ ; G8A –  $40,17 \pm 10,35^{(C)}$  e G8B –  $41,04 \pm 11,21^{(C)}$ . The fractures specimens were analyzed by SEM and the mixed failure was predominant (92%) followed by interfacial failure (21%). The adhesive thickness range in increasing order: G8 < G7 < G4 < G1 < G6 < G3 < G5 < G2. These results suggested that: the surface treatment with aluminum-oxide + 37% phosphoric acid provided the highest bond strength values, however the storage times and the DBS didn't affect these values; the mixed failure was predominant followed by interfacial failure; and the surface treatments affected significantly the bonding layer thickness for both tested DBS.

**Key words:** dentin adhesive; tensile; dentin

**LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES**

%	Porcentagem
<	Menor que
>	Maior que
±	Mais ou menos
µm	Micrometro
cm	Centímetro
cp	Corpo de prova
cv	Coeficiente de variação
dines/cm	Dines por centímetro
dp	Desvio padrão
g	Gramma
GPa	Giga pascal
h	Hora
kg	Quilograma
kgf	Quilograma força
mA	Miliampére
min	Minuto
ml	Mililitro
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto

mm <sup>2</sup>	Milímetro quadrado
mm <sup>3</sup>	Milímetro cúbico
mol/L	Mol por litro
MPa	Mega pascal
Ghz	Giga hertz
psi	libra por polegada quadrada
mW/cm <sup>2</sup>	Miliwatt por centímetro quadrado
N	Newton
n	Número de corpos de prova
n <sup>o</sup>	Número
°C	Grau Celsius
p	Probabilidade calculada
RC	Resina composta
CH	Camada híbrida
rpm	Rotações por minuto
s	Segundo
sig.	Significância
vol.	Volume
x	Indica número de vezes Ex.: 200x (duzentas vezes de aumento)

**LISTA DE SIGLAS**

SAD	Sistema Adesivo Dentinário
SDT	Selamento Dentinário Tardio
SDI	Selamento Dentinário Imediato
4-META	4-metacriloxietil-trimetil anidro
Bis-GMA	Bisfenol-Glicidil-Metacrilato
DMA	Dimetacrilato
EDTA	Ácido etilenodiaminotetra acético
HEMA	2-Hidroxi-Etil-Metacrilato
ISO	International Organization for Standardization
10-MDP	10-Metacriloxietil dihidrogênio fosfato
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MOD	Cavidade Mésio-ocluso-distal
NaOCl	Cloreto de sódio
PMDM	Ácido piromelítico dietilmetacrilato
PMGDM	Ácido piromelítico glicidildietilmetacrilato
SBPqO	Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica
TEGDMA	Trietilenoglicoldimetacrilato
UDMA	Uretano Dimetacrilato



## LISTA DE QUADROS

**QUADRO 1** - Composição química dos materiais utilizados ..... 69

**QUADRO 2** - Grupos de estudo segundo tratamento de superfície, tempo de armazenagem e sistema adesivo ..... 73

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Dente incluído em resina acrílica. A – vista lateral; B – vista oclusal ..... 70
- FIGURA 2** - Sistemas adesivos utilizados – A - SingleBond 2 (3M ESPE) e B - Prime&Bond NT (Dentsply)..... 71
- FIGURA 3** - Cortes longitudinais no sentido méso-distal e vestibulo-lingual (A) para a obtenção dos palitos (B)..... 75
- FIGURA 4** - Posicionamento do corpo de prova no momento do ensaio mecânico de microtração – A - dentina; B - resina composta.....76
- FIGURA 5** - Grade posicionada sobre a fotomicrografia com aumento de 200X.....79
- FIGURA 6** – Fotomicrografia da camada adesiva (aumento 1000x – escala 50µm). Setas – região onde foi obtida a medida da camada adesiva. A – dentina; B – camada híbrida; C – camada adesiva; D – resina composta.....81
- FIGURA 7** - Ilustração gráfica do comportamento geral, segundo o teste de Manova, dos tratamentos de superfície considerando todos os grupos

estudados.....	85
<b>FIGURA 8</b> - Gráfico dos valores médios de resistência adesiva (MPa) dos grupos de 48h.....	87
<b>FIGURA 9</b> - Gráfico dos valores médios de resistência adesiva (MPa) dos grupos de 4 meses.....	88
<b>FIGURA 10</b> - Comportamento da resistência de união em função do método de tratamento de superfície e tempo de armazenagem.....	88
<b>FIGURA 11</b> - Fotomicrografia em MEV (200 X de aumento) de corpo de prova com presença de falha mista. A) Falha em topo de camada híbrida. B) Falha coesiva no adesivo. C) Falha coesiva em resina composta. Área demarcada presente em maior aumento na <b>FIGURA 12</b> .....	91
<b>FIGURA 12</b> - Fotomicrografia em MEV (2000 X de aumento) de padrão de falha mista. A) Coesiva em resina composta B) Coesiva em adesivo. C) Coesiva em topo de camada híbrida.....	91
<b>FIGURA 13</b> - Fotomicrografia em MEV (2000 X de aumento) de padrão de falha interfacial. A) Falha coesiva em topo de camada híbrida B) Falha coesiva em base de camada híbrida C) Falha coesiva em adesivo. Área demarcada presente em maior aumento na <b>FIGURA 14</b> .....	92

- FIGURA 14** - Fotomicrografia em MEV (15000 X de aumento) de padrão de falha interfacial. A) Falha coesiva em topo de camada híbrida B) Falha coesiva em base de camada híbrida C) Tag de resina.....92
- FIGURA 15** - Fotomicrografia em MEV (190 X de aumento) de falha do tipo interfacial pura (coesiva em base de camada híbrida). Área demarcada presente em maior aumento na **FIGURA 16**.....93
- FIGURA 16** - Fotomicrografia em MEV (8000 X de aumento) de falha do tipo interfacial pura (coesiva em base de camada híbrida).93
- FIGURA 17** - Fotomicrografia em MEV (200 X de aumento) de corpo de prova com presença de falha mista. A) Falha coesiva em resina composta. B) Falha coesiva no adesivo. C) Falha em topo de camada híbrida. D) Falha coesiva em dentina. Área demarcada presente em maior aumento na **FIGURA 18**.....94
- FIGURA 18** - Fotomicrografia em MEV (2000 X de aumento) de falha do tipo mista. A) falha coesiva em topo de camada híbrida B) Falha coesiva em dentina.....94

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1</b> – Resultados do Modelo Linear Geral Univariado (GLM).....	83
<b>TABELA 2</b> – Comparação entre os tratamentos através do teste de Tukey.....	84
<b>TABELA 3</b> - Valores médios de resistência adesiva (MPa) obtidos no ensaio de microtração, área adesiva (mm) e média da espessura da camada de adesivo ( $\mu\text{m}$ ).....	86
<b>TABELA 4</b> – Distribuição (%) dos tipos de falha encontrados em cada grupo relacionado aos valores médios de resistência de união (MPa).....	89
<b>TABELA 5</b> - Percentual de falha considerando a localização da fratura.....	90

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	24
3. OBJETIVOS.....	66
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	68
4.1. MATERIAIS.....	69
4.2. MÉTODOS.....	70
4.2.1. Obtenção dos corpos de prova para o teste de microtração .....	70
4.2.1.1. Confeção do bloco de resina composta.....	74
4.2.2. Ensaio de resistência à microtração.....	76
4.2.3. Preparo das amostras para observação em microscópio eletrônico de varredura.....	77
4.2.3.1. Avaliação do tipo de fratura – Fractografia.....	77
4.2.3.2. Avaliação da Espessura de Camada Híbrida.....	79
4.2.4. Análise Estatística.....	81
5. RESULTADOS.....	82
6. DISCUSSÃO.....	95
7. CONCLUSÕES.....	110
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113

<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>119</b>
<b>9.1. ANEXO 1 – Carta de aprovação do CEP.....</b>	<b>120</b>
<b>9.2. ANEXO 2 - Tabelas e gráficos do teste estatístico.....</b>	<b>121</b>
<b>9.3. ANEXO 3 - Valores de resistência de união e tipo de falha.....</b>	<b>127</b>
<b>9.4. ANEXO 4 - Valores de espessura da camada adesiva por grupo (<math>\mu\text{m}</math>).....</b>	<b>135</b>
<b>9.5. ANEXO 5 - Medidas da área adesiva dos corpos de prova “palitos”(mm).....</b>	<b>136</b>

---

## 1. INTRODUÇÃO



## 1. INTRODUÇÃO

A demanda por restaurações estéticas tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas. Restaurações em resina composta direta parecem ser uma boa alternativa para restaurar cavidades pequenas e médias em dentes posteriores (DIETSCHI et al., 2002; STAVRIDAKIS et al., 2005; MAGNE, 2005).

Entretanto, em função do estresse de contração de polimerização, a técnica direta pode ser contra-indicada em cavidades amplas (DIETSCHI et al., 2002; MAGNE, 2005). Nestas condições, restaurações indiretas em resina composta ou em cerâmica podem ser uma boa escolha de tratamento, sendo uma técnica mais conservadora em termos de desgaste de estrutura dental quando comparada às coroas totais. Por outro lado, uma área substancial de dentina é exposta durante um preparo para restaurações adesivas indiretas, e a aplicação de um sistema adesivo dentinário (SAD) é recomendada (PASHLEY et al., 1992; BERTSCHINGER et al., 1996).

O uso dos sistemas adesivos dentinários para a cimentação de peças protéticas permitiu que as técnicas restauradoras atuais se tornassem mais conservadoras e estéticas em relação às tradicionais. Entretanto, muitos pontos pertinentes ainda merecem uma maior atenção por parte dos pesquisadores envolvidos nestas questões. Um dos pontos que pode ser citado, diz respeito à melhor hora para realizar-se o procedimento de aplicação do sistema adesivo em procedimentos indiretos.

Os princípios da adesão dentinária estão atualmente bem estabelecidos baseados no trabalho de Nakabayashi et al. (1982). Princípios estes onde uma camada híbrida é formada pela penetração de monômeros resinosos no interior de tecidos duros e fibras colágenas da estrutura dentária.

Para obtenção da camada híbrida em procedimentos indiretos o sistema adesivo dentinário pode ser usado de duas maneiras: apenas no momento da cimentação definitiva ou imediatamente após o término do preparo cavitário, antes do procedimento de moldagem. Na técnica convencional, também chamada de “selamento dentinário tardio” (SDT), o tecido dentinário exposto fica inicialmente desprotegido, portanto suscetível à contaminação por bactérias e pelo cimento provisório. Na técnica de pré-hibridização, também chamada de “selamento dentinário imediato” (SDI) este risco de contaminação é evitado pela formação da camada híbrida (PASHLEY et al., 1992; BERTSCHINGER et al., 1996; DIETSCHI et al., 2002; STAVRIDAKIS et al., 2005; MAGNE, 2005).

O tecido dentinário recém cortado é considerado o substrato ideal para a adesão dentinária. Porém, em restaurações indiretas se faz necessária à colocação de restaurações temporárias fixadas com cimento provisório para restabelecer as necessidades estéticas e funcionais dos pacientes. Segundo alguns autores, pode ocorrer diminuição na resistência de união quando a dentina é contaminada com cimentos provisórios ao se comparar com dentina recém cortada, e isto parece ser mais crítico em sistemas adesivos que não removem completamente a lama dentinária (PAUL et al., 1997; MAGNE et al., 2005).

Além de evitar a contaminação do tecido dentinário, a resistência de união pode ser aumentada com o selamento dentinário imediato (MAGNE et al., 2005), devido à aplicação de uma segunda camada de adesivo no momento da cimentação definitiva, aumentando a espessura do adesivo que pode funcionar como uma camada de relaxamento do estresse gerado no momento das cargas oclusais (VAN MEERBEEK et al., 2001; DIETSCHI et al., 2003; MAGNE et al., 2005).

A carga oclusal funcional, assim como as trocas térmicas, podem agir como uma fonte de estresse que aumenta o risco de falhas adesivas e/ou coesivas. Dependendo da dureza e capacidade de deformação do material, o estresse dentro da interface pode ser diminuído ou apenas transferido para a próxima interface sem que haja absorção.

Apesar de existirem estudos sobre a técnica de selamento dentinário imediato, ainda não foi estabelecido um protocolo de tratamento de superfície para estas situações de cimentação adesiva. O maior problema reside no fato de que o substrato para união adesiva será a superfície de adesivo e não mais dentina. Neste caso, após permanecer um tempo médio de uma semana em contato com material restaurador provisório e saliva, este substrato não pode ser tratado com os mesmos protocolos utilizados em situações convencionais, devido à contaminação da superfície e à possível diminuição da capacidade de adesão.

Testes clínicos de tais materiais são considerados preferenciais, porém existem dificuldades inerentes a esse tipo de trabalho, como considerações legais, alto custo e tempo de acompanhamento o que geralmente induzem a que centros de pesquisa dêem maior preferência a

testes laboratoriais. Porém, Van Noort, em 1998, observou que caso seja levada em conta à mecânica envolvida nas falhas dos adesivos para formular métodos de teste, estes podem fornecer respostas satisfatórias sobre as limitações mecânicas de novos materiais dentários e técnicas, e como estes deveriam ser utilizados da melhor maneira como materiais restauradores.

Desta forma, a presente pesquisa visa comparar diferentes tratamentos de superfície para dentina pré-hibridizada, avaliar a sua influência na resistência de união à microtração e tipo de falha produzida no sistema adesivo, além de verificar a influência do período de armazenagem com cimento provisório durante 4 meses. Inicialmente foi adotada a hipótese de nulidade onde não há diferença estatística na resistência de união dos sistemas adesivos testados quando tratados superficialmente com ácido fosfórico e/ou jateamento com óxido de alumínio.

---

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

**NAKABAYASHI et al.** (1982) testaram a eficiência de uma resina à base de 4-META na união ao tecido dentinário, previamente condicionado com uma solução de ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%. Consideraram que monômeros com ambos os grupos hidrofóbicos e hidrofílicos, tais como 4-META, infiltram-se no tecido duro, polimerizando *in situ* e melhorando a união com o substrato dentinário. A microscopia eletrônica sugeriu que tais monômeros resinosos infiltram-se na rede de fibras colágenas e, após polimerizarem, produzem uma retenção micromecânica da resina na superfície dentinária. Os autores denominaram de camada híbrida (híbrido de resina e colágeno) esta difusão de resina/ dentina infiltrada, concluindo que tais monômeros representam um novo conceito de materiais biocompatíveis para o uso na união dentinária.

**VAN NOORT et al.** (1989), com a finalidade de investigar a distribuição de estresse nos ensaios de tração e cisalhamento, realizaram estudo de elemento finito em duas dimensões. As variáveis introduzidas na configuração dos ensaios incluíram: tamanho do cilindro de resina composta para confecção do corpo de prova, diferenças no módulo de elasticidade do material do cilindro e, para tração, modo de aplicação da tensão. Os resultados demonstraram que o módulo de elasticidade da resina composta afeta a concentração de forças (maior módulo de

elasticidade, maiores tensões). O comprimento do cilindro também afetou a concentração de estresse. Para os cilindros de 3 a 6 mm de altura, o modo de aplicação da força não modificou significativamente os resultados, porém entre 0,5 e 2mm a força concentrada afetou deletariamente a distribuição de tensões. Para o ensaio de cisalhamento, a melhor distribuição ocorreu com a aplicação de tensão o mais próximo da dentina. Os autores concluem o estudo afirmando que tanto o ensaio de tração quanto o de cisalhamento possuem uma distribuição de estresse na interface adesiva altamente não-uniforme. Esta distribuição foi sensível a fatores como módulo de elasticidade, formato e tamanho do cilindro de resina composta e forma como a tensão é aplicada, com o ensaio de cisalhamento sendo particularmente sensível a este último fator.

**ERICKSON** (1992), em uma revisão de literatura sobre sistemas adesivos e sua interação com a superfície dentinária, enfatizou que os *primers* são fundamentais para uma eficiente união. Os mesmos contém moléculas com um grupo funcional hidrofílico, que é compatível com o adesivo, dissolvidos em água, etanol ou acetona, tendo a capacidade de alterar a tensão superficial da dentina. O autor explicou que a energia livre de superfície da dentina com a *smear layer* é em torno de 42 dines/cm e que o condicionamento ácido pode diminuir essa energia para 29 dines/cm. Pelo fato do adesivo ter uma energia livre de superfície ao redor de 40 dines/cm é preciso que alguma substância recupere a energia livre superficial da dentina, sendo esta a função do *primer*. Assim, a energia livre de superfície da dentina e do adesivo se equivalem, facilitando o

escoamento da resina adesiva bem como a sua penetração nos canalículos dentinários.

**PASHLEY et al.** (1992) avaliaram, em um trabalho *in vitro*, a capacidade de selamento dentinário de preparos cavitários para coroas usando duas técnicas independentes. A primeira técnica quantificou a infiltração de fluido através da dentina antes e após o tratamento com agente de união dentinário em uma hora, um dia, uma semana, um mês e após termociclagem. O segundo método mensurou a penetração de nitrato de prata em uma fina lâmina de adesivo dentinário dentro da dentina. Os melhores resultados de selamento foram obtidos com Prisma Universal Bond 2 ou Super – Bond Powder Plus Liquid. Os piores resultados foram encontrados com o uso de Gluma e Superbond Líquido apenas. Clearfil PhotoBond, Amalgabond e Scotchbond 2 resultaram em valores intermediários. Apesar dos sistemas adesivos dentinários apresentarem uma tendência a acumular sobre os chanfrados, aumentando desta forma sua espessura para 200-300 µm, o método mostrou ser promissor como uma maneira simples para proteger a polpa de seqüelas da micro-infiltração.

**EICK et al.** (1993) realizaram uma revisão de literatura sobre a evolução futura dos sistemas adesivos e das resinas compostas. Uma efetiva adesão à dentina depende do grau de umidade da dentina, da capacidade de penetração do sistema adesivo e da reatividade da dentina tratada anteriormente ao adesivo. A estrutura de colágeno da dentina desmineralizada interfere no comportamento da adesão. Sistemas



adesivos que não desnaturam completamente as fibras colágenas e permitem o entrelaçamento do adesivo com essas estruturas produzem superior força de união, acima de 20 MPa. Outros estudos têm buscado desenvolver polímeros que não contraíam para serem utilizados como matriz de resinas compostas. Um material estudado é o anel alicíclico espiroortocarbonato que expande durante a polimerização e pode ser utilizado em odontologia. Este polímero consiste em 4 anéis, dois de cada lado do espirocarbono. A expansão durante a polimerização ocorre pela presença de duas ligações covalentes que se rompem formando uma nova ligação. No entanto, este polímero é incompatível com componentes das resinas compostas como o bis-GMA, sendo necessárias modificações que possibilitem sua utilização nas matrizes das resinas compostas.

**ELIADES** (1994), em artigo no qual revisou a literatura sobre as maneiras utilizadas para testar em laboratório os adesivos dentinários, afirma haver ainda grande controvérsia sobre a habilidade dos testes laboratoriais em prever as qualidades clínicas de um determinado material restaurador. Desta forma, a identificação de parâmetros para os testes "in vitro" que sejam de relevância têm uma importância crucial. Segundo o autor, ao testar a resistência de união de adesivos dentinários, a análise topográfica dos corpos de prova após a realização do ensaio de resistência é considerada muito importante para determinar qual o tipo de falha do adesivo. Como o modo de fratura é geralmente complexo, microscopia óptica e eletrônica deveriam ser utilizadas para identificar quando a fratura ocorreu na interface ou em outro nível dos componentes do sistema adesivo.

**CARVALHO et al.** (1994), determinaram a resistência de união à dentina do sistema adesivo Scotchbond Multiuso e do Variglass utilizando o método de microtração. Segundo os autores, essa metodologia permite testar a resistência de união em pequenas áreas através do desgaste da secção transversal dos corpos de prova até  $0,5 \text{ mm}^2$ . Foram utilizados 20 terceiros molares não irrompidos, extraídos e armazenados a  $4^\circ\text{C}$  em solução salina isotônica, contendo cristais de Azido sódica a 0,2%. Os corpos de prova foram afixados a um dispositivo de teste Bencor-MultiT com auxílio de um adesivo à base de cianoacrilato e submetidos ao ensaio de tração em uma máquina de ensaio universal a uma velocidade de  $1\text{mm}/\text{min}$ . Após o teste, a natureza da fratura de cada corpo de prova foi observada sob microscópio ótico. As superfícies adesivas variaram de  $0,5$  a  $5,0 \text{ mm}^2$ , o que é muito menor do que as superfícies adesivas utilizadas rotineiramente em testes de laboratório. Os resultados demonstraram uma relação inversa entre a resistência à tração e a área de superfície adesiva para ambos os materiais. Quando utilizaram as menores áreas, Scotchbond Multiuso atingiu valores de até  $46 \text{ MPa}$ , e Variglass, valores de até  $34 \text{ MPa}$ . Para o Scotchbond Multiuso, todas as falhas foram de natureza adesiva.

**SANO et al.** (1994) testaram, através de ensaio de microtração, a relação existente entre a área de superfície da dentina e a resistência de união de três sistemas adesivos. O esmalte de terceiros molares humanos extraídos foi removido de maneira a formar uma superfície plana que foi restaurada com os sistemas adesivos dentinários testados e resina composta. Após 24 horas, os corpos de prova foram seccionados

paralelamente, no sentido do longo eixo do dente em 10 a 20 lâminas finas, de modo que a metade superior fosse constituída de resina e a inferior de dentina. Essas pequenas secções foram refinadas com pontas diamantadas em alta velocidade sob refrigeração, de forma que a área de união constituía-se na porção central estreita. Os corpos de prova foram unidos ao aparato de teste com um adesivo à base de cianoacrilato e submetidos à força de tração a uma velocidade de 1mm/min. Após o teste, o modo de fratura foi observado em um microscópio óptico com 10x de aumento. Os resultados demonstraram que a resistência à tração foi inversamente proporcional à área de união. Para áreas abaixo de  $0,4\text{mm}^2$ , a resistência de união foi aproximadamente 55 MPa para o Clearfil Liner Bond 2, 38MPa para o Scotchbond Multiuso e 20 MPa para o Vitremer. Para todas essas pequenas áreas de superfície, as falhas foram de natureza adesiva. Os autores concluíram afirmando que esse novo método de teste possibilita determinar altas resistências de união sem falhas coesivas em dentina e também permite múltiplas avaliações em um mesmo dente.

**VAN NOORT** (1994), em revisão de literatura sobre a importância clínica dos testes laboratoriais de materiais dentários, observa que existe pouca possibilidade de ser feita uma inferência direta entre as propriedades físicas testadas em laboratório e a performance clínica de um material restaurador. Entretanto, nos estágios de desenvolvimento, os testes de laboratório são importantes para determinar se mudanças na composição e ganhos em determinadas propriedades não geram prejuízos importantes. Dessa forma, caso seja levada em conta a mecânica

envolvida nas falhas dos adesivos para formular métodos de teste, estes podem fornecer respostas satisfatórias sobre as limitações mecânicas de novos materiais dentários e sobre a melhor maneira de utilizá-los como restauradores dentários.

**VAN NOORT** (1994) afirma que um achado comum nos testes de resistência adesiva é que a falha não ocorre com frequência entre o substrato e o adesivo, mas, sim, no interior do adesivo, fato que a torna uma falha essencialmente coesiva. Quando esta é genuinamente adesiva ela ocorre devido a falta de habilidade do adesivo adaptar-se ao substrato, de modo que nenhuma interação ao nível molecular ocorra. Em geral, os adesivos tendem a ter pobres propriedades mecânicas quando comparados ao substrato. As falhas e defeitos internos desencadeiam o papel predominante na determinação da resistência adesiva na interface de união. Se a superfície exposta do adesivo contiver falhas, então a probabilidade de encontrar um sítio desencadeador de ruptura é grande. A camada de aplicação do adesivo deve ter espessura muito fina, o que impõe limites à adição de partículas inorgânicas as quais são incorporadas para aumentar a resistência adesiva. Outra razão pela qual é desejável aplicar uma fina camada de adesivo é devido à contração de polimerização. Quando um adesivo contrai, a contração resultante pode originar uma quebra na adesão, descolando precocemente o material. Quanto mais fina a camada de adesivo menor será a contração. Para que o adesivo seja efetivo ele deve obter íntimo contato com o substrato permeando neste facilmente. O uso de solventes com baixa tensão de superfície e adesivos com alta viscosidade causa interferência no ângulo

de contato formado, porém a resistência ao escoamento oferecida pelo adesivo dificulta o umedecimento da superfície. Adesivos com carga apresentam alta tensão superficial e pobre capacidade de umedecimento. Quanto maior a viscosidade do adesivo e mais fina a camada aplicada maior será a força necessária para romper essa união.

**NAKAJIMA et al.** (1995) utilizaram sistema de microtração ao testar a resistência de união de três adesivos dentinários sobre dentina afetada por cárie, comparada à dentina normal. Para tanto, terceiros molares humanos extraídos e afetados por cárie foram desgastados em sua superfície oclusal com papel de lixa de granulação 320 até formar uma superfície plana, após foram polidos com papel de lixa de granulação 600. Sobre estas superfícies planas foram aplicados três adesivos dentinários de diferentes marcas comerciais e construídas coroas de resina composta. Estas foram confeccionadas de maneira incremental com 3 -5 mm de altura em resina Silux Plus (3M). O elemento dentário foi então seccionado em quatro a seis lâminas verticais de 1mm, que incluíam áreas ou em dentina normal, ou afetada por cárie. Estas lâminas foram desgastadas no seu centro até formar uma área de interface de 1mm<sup>2</sup>, através de brocas diamantadas de granulação extrafina em alta rotação sob refrigeração. Estes corpos-de-prova foram levados ao aparato de teste Bencor Multi T (Danville Eng. Co., Danville, USA) para ensaio de resistência à microtração, com uma velocidade de carregamento de 1 mm/min. Os corpos-de-prova foram levados ao MEV, após o teste, para definir o tipo de falha. Os resultados demonstraram que tanto a qualidade do substrato

dentário quanto o tipo de adesivo dentário utilizado são importantes na determinação da resistência de união resultante.

**PASHLEY et al.** (1995) revisaram a literatura sobre os métodos utilizados para teste dos sistemas adesivos e descreveram as diversas variáveis que podem estar presentes nos testes de força de união. De acordo com os autores, ao examinar o modo de falha de um adesivo, é importante que seja utilizado o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), pois ao microscópio óptico e olho nu existe resolução suficiente somente para definir modos de falhas óbvios. Observaram também que áreas de adesão relativamente extensas têm uma tendência para produzir falhas coesivas em dentina sob forças relativamente pequenas. Sob este aspecto, segundo os autores, as áreas de 1mm<sup>2</sup> utilizadas na microtração virtualmente eliminam os problemas de estresse induzido na dentina, proporcionando falhas essencialmente adesivas.

**BERTSCHINGER et al.** (1996) avaliaram o efeito da dupla aplicação de agentes de união dentinários (AUD) na resistência de união ao cisalhamento à dentina com aplicação intermediária de cimento provisório. Noventa e seis terceiros molares humanos foram preparados para obtenção de uma superfície plana em dentina e uma primeira camada de vários sistemas adesivos dentinários foi aplicada (All-Bond 2, ART Bond, Syntac ou um AUD experimental chamado P-Bond). Após a cura do AUD, um cimento provisório (Temp Bond, Freegenol ou Fermit) foi aplicado sobre a superfície de dentina aderida. Após 24 horas, o cimento provisório foi removido e a superfície dentinária foi esfregada com pedra pomes. Uma segunda camada do mesmo AUD foi aplicada e, logo após,

um cilindro de resina composta foi confeccionado. Após a polimerização e 1500 ciclos térmicos com constante reprodução da pressão intrapulpar, a resistência de união ao cisalhamento (RUC) foi medida. Comparada a uma única aplicação de AUD após o tratamento com Temp Bond (RUC em MPa: Syntac:  $0,86 \pm 1,75$ , ART Bond:  $0,26 \pm 0,47$ , P-Bond:  $14,90 \pm 4,51$ ) a aplicação de AUDs antes do uso de Temp Bond assim como após a sua remoção parece ser muito benéfico para os valores de resistência de união ao cisalhamento (RUC em MPa: Syntac:  $13,36 \pm 4,70$ , ART Bond:  $16,34 \pm 5,02$ , P-Bond:  $19,04 \pm 2,01$ ). Independente do cimento provisório, os valores após consecutivas aplicações de P-Bond promoveram consistentemente os maiores valores, os quais não diferiram estatisticamente (Kruskal-wallis,  $P > 0,05$ ) dos valores de P-Bond em dentina recém preparada ( $18,19 \pm 2,29$  MPa). A única exceção à estes achados neste estudo foi All-Bond 2. Independente do material provisório usado, os valores de resistência de união de All-Bond 2 permaneceram baixos (RUC máximo com Fermit como cimento provisório intermediário:  $4,63 \pm 2,91$  MPa). Uma possível razão para estes baixos valores poderia ser justificada pelo procedimento de limpeza da dentina que foi realizado apenas com pedra pomes, que talvez não seja suficiente para remover todo resíduo remanescente do cimento provisório.

**PAUL e SCHÄRER** (1997) através do relato de um caso clínico discutem as vantagens da técnica de selamento dentinário imediato (SDI). Segundo os autores a aplicação de uma segunda camada de adesivo promove aumento da resistência de união de restaurações indiretas cimentadas adesivamente mesmo quando cimentos provisórios com

eugenol são utilizados. O eugenol pode agir inibindo a polimerização dos materiais resinosos, porém com a aplicação de várias camadas de adesivo, pode ocorrer o aumento da resistência de união. Isso se deve ao fato de que após a aplicação e fotoativação da primeira camada de adesivo a dentina fica selada, impedindo a penetração das moléculas de eugenol nos túbulos dentinários. Após algumas semanas o eugenol remanescente na camada adesiva pode ser facilmente removido, evitando sua interação no resultado da adesão. Além disso, os cimentos provisórios podem ser mais facilmente removidos da superfície dentinária hibridizada do que da dentina sem selamento, fazendo com que o resultado clínico da cimentação adesiva seja mais duradouro. Para limpeza da superfície de adesivo contaminada pelo cimento provisório é recomendada aplicação de pedra pomes. Após a aplicação da segunda camada adesiva, a restauração com cimento resinoso deve ser posicionada e então realizada a fotoativação. Além destas, os autores apresentam outras vantagens da técnica de SDI. São elas: a redução da sensibilidade pós-operatória; a melhor retenção do provisório quando o sistema adesivo é aplicado com cimentos que contém eugenol; e o mínimo tempo de trabalho que a técnica acresce no procedimento clínico.

**AL-SALEHI e BURKE** (1997) analisaram 50 artigos sobre resistência de união de resinas compostas à dentina para verificar se existe ou não padronização entre estes estudos. Dentre os estudos analisados, a resistência ao cisalhamento foi o teste mais empregado, sendo utilizado em 80% dos trabalhos. A dentina de molares humanos foi empregada com 88% de frequência. A água destilada e a solução salina



foram utilizadas como meio de armazenagem dos dentes em 86% dos trabalhos. A maioria dos testes (68%) ocorreu 24 horas após a confecção dos corpos de prova. A superfície de contato ou o diâmetro dos corpos de prova foram relatados em 94% dos estudos, sendo a média do diâmetro de 3,97mm. A velocidade de carregamento de 5mm/min foi utilizada em 42% dos trabalhos analisados. A forma mais freqüente de preparo da superfície dentinária foi com lixas de carbetto de silício (78%). A máquina de ensaio universal Instron foi utilizada em 98% dos trabalhos. Entretanto, muitas variáveis não foram mencionadas em vários artigos, como a espessura do adesivo, o tipo de dentina testada, as condições de umidificação da superfície dentinária e o tipo de fratura, demonstrando pouca padronização nos estudos de resistência de união à dentina.

Segundo **PAUL et al.** (1997), a temporização de um dente preparado é necessária para proteger a polpa e restaurar a função e estética de nossos pacientes. Quando um cimento de fosfato de zinco é usado, cimentos provisórios contendo eugenol são preferidos em função de seu efeito sedativo sobre a polpa e por sua satisfatória resistência a compressão. Entretanto, prévio à cimentação adesiva definitiva com cimentos resinosos e agentes de união dentinários, o uso de um cimento provisório contendo eugenol pode ser considerado crítico porque o eugenol pode interferir severamente na polimerização de materiais resinosos. Em função disso, os autores compararam os valores de resistência de união ao cisalhamento de vários sistemas de cimentação adesiva sobre dentina a qual tinha sido submetida ao contato com vários cimentos provisórios antes da adesão dentinária. Os resultados mostraram

que os cimentos provisórios usados diminuíram consideravelmente os valores de resistência de união de alguns sistemas adesivos dentinários testados. Freegenol e Fermit, entretanto, mostraram ter efeitos benéficos nos valores de resistência de união ao cisalhamento dos adesivos ART Bond e Syntac. O único sistema adesivo que produziu uma média aceitavelmente alta de valores de resistência adesiva com um cimento provisório contendo eugenol foi P-Bond.

**SHONO et al.** (1997) utilizaram a técnica de microtração com o objetivo de testar a hipótese de que existe relação inversa entre a resistência de união da resina e a área de secção transversal. Para tanto, foram empregados terceiros molares humanos, desgastados e polidos com lixa de granulação 240 em profundidade 0,3 mm em esmalte, que tiveram áreas adesivas localizadas nas superfícies vestibular e lingual (terços oclusal, médio e cervical) para adicionalmente avaliar a variação regional. Foram empregados os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond 2 e Scotchbond Multi Purpose Plus (SBMPP). Após 24 horas, os dentes foram cortados em lâminas de 1mm de espessura, variando em área de teste entre 0,5 mm<sup>2</sup> e 3,0 mm<sup>2</sup>. Para ambos os materiais houve uma relação inversa altamente significativa entre resistência de união e área adesiva, com os valores máximos atingindo 41 MPa (Clearfil Liner Bond 2) e 59 MPa (SBMPP), não ocorrendo relação significativa com a variação regional em termos de superfície lingual e vestibular. Porém, os valores de resistência de união de ambos os adesivos foram significativamente maiores no terço oclusal. A análise de fraturas em MEV revelou, para o adesivo SBMPP, 0% de fraturas adesivas, entre 22% e 100% de fraturas

mistas (coesiva em resina composta, adesiva) e entre 0% e 77,7% de fraturas coesivas em resina composta. Para o adesivo Clearfil Liner Bond 2, houve entre 55% e 66% de falha adesiva, entre 33% e 44% de falha mista e 0% coesiva em resina composta.

**ARMSTRONG et al.** (1998) testaram a resistência de união à microtração e padrão de falha da interface adesiva em MEV de 2 adesivos dentários All Bond 2 (Bisco) e Optibond FL (Kerr) associados à resina composta. Estes foram aplicados sobre molares humanos, n=3 por grupo (incrementos de resina de 0,5mm) até a construção de um bloco de 6mm de altura que, após 24 horas, foi fatiado em lâminas de 1mm para construção de alteres com 0,5 mm<sup>2</sup> de área adesiva. O ensaio foi conduzido 1 semana após a confecção dos corpos de prova, à velocidade de 1mm/min. Os modos de falha foram classificados como adesiva (coesiva no adesivo e/ou camada híbrida), de substrato (dentina e/ou resina composta) ou mista (adesiva+substrato). Os resultados em MPa foram: All Bond 2 (Bisco) - 40,7MPa e Optibond FL (Kerr) - 34,0 MPa. Os padrões de falha para o adesivo All Bond 2 (Bisco) foram adesiva 15%, mista 20%, resina composta 60% e dentina 5%. Para o adesivo Optibond FL (Kerr) foram falhas adesivas 35%, mista 25%, resina composta 25% e dentina 10%. No total dos grupos, as falhas em substrato contribuíram com 55% de todas as falhas. Não houve diferença entre os adesivos quanto a valores de união, tipo de falha ou quantidade de dentina remanescente. Os resultados sugerem, segundo os autores, que um grande cuidado deve ser tomado na interpretação de modos de falha em microtração, uma vez que os valores de união e modos de falha representam todo o conjunto adesivo

(dentina, camada híbrida, adesivo, resina composta) e não somente as propriedades do material. Os resultados podem ser modificados por qualquer alteração em qualquer um dos fatores do teste, substrato ou materiais utilizados.

**CARDOSO et al.** (1998), ao compararem os valores de resistência de união à dentina de três sistemas adesivos dentinários (Scotchbond Multi-Purpose Plus, 3M; Single Bond, 3M; Etch&Prime 3.0, Degussa), utilizaram os ensaios de cisalhamento, tração e microtração em molares humanos. Para os testes de cisalhamento e tração, após a aplicação dos respectivos adesivos, foram criados cilindros de resina composta com 3 mm de diâmetro na sua porção mais estreita. Para o ensaio de microtração foram cortados palitos de dentina/ resina composta com  $0,25\text{mm}^2$  de área. Após 24 h de armazenamento em água, os corpos de prova foram testados em máquina de ensaio universal à uma velocidade de 0,5 mm/min. Para o teste de microtração, os resultados em MPa foram: Scotchbond Multi-Purpose Plus 32,74; Single Bond 34,60; Etch&Prime 3.0 27,77. Após análise estatística, os autores verificaram que não houve diferença significativa entre os três adesivos no teste de microtração. Porém nos testes de cisalhamento e tração os valores diferiram entre si. Os autores afirmam que, apesar dos três testes demonstrarem a mesma ordem de valores para os adesivos estudados, dependendo do teste aplicado, as diferenças entre estes podem não ser reveladas pela análise estatística. O teste de microtração demonstrou os maiores valores de união e o menor coeficiente de variação.

**NAKABAYASHI** e **PASHLEY** (1998) afirmaram que a tendência atual é acrescentar diferentes tipos de partículas inorgânicas aos adesivos que contenham apenas monômeros. A elasticidade do adesivo pode absorver um pouco do estresse dessa polimerização. Os materiais restauradores podem se unir à dentina por meio de uma camada intermediária de adesão. Essa camada intermediária entre dentina e material restaurador forma um filme ou uma película adesiva entre esses dois elementos. Esse filme ou película adesiva também é denominado de agente de acoplamento à dentina, agente de união à dentina ou simplesmente adesivo dentinário. Até a década de 70, a *smear layer* não era removida, os sistemas adesivos não eram compatíveis com o substrato úmido da dentina e, portanto, a adesão ocorria entre o adesivo e a *smear layer*. Estudos sobre força de união do esmalte ou da dentina antes e depois da remoção da *smear layer* tem mostrado que é necessária a remoção desta para obter um alto valor de força de união.

**PHRUKKANON et al.** (1998) testaram a influência da área adesiva nos ensaios de microtração e microcisalhamento. Para tanto, utilizaram quatro sistemas adesivos (Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M), Optibond FL (Kerr), Optibond Solo (Kerr), One-Step (Bisco)) aplicados sobre 16 molares humanos. As áreas de teste foram de 1,2; 1,4 e 2,0 mm de diâmetro, a 1mm/min de velocidade de carregamento. Os modos de falha foram examinados sob MEV. As áreas de 2,0 mm de diâmetro produziram significativamente menores valores de resistência de união do que as de 1,2mm em ambos os testes, sem diferença entre os testes. As falhas para 1,2 e 1,4mm foram predominantemente do tipo interfacial. Os

autores concluem o trabalho afirmando que menores áreas de teste estão associadas com maiores valores de resistência de união tanto para tração quanto cisalhamento.

**SCHREINER et al.** (1998) utilizaram os testes de resistência de união ao cisalhamento e microtração ao testarem os adesivos Scotchbond Multi-Purpose (3M) (com ácido maleico/ com ácido fosfórico), Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M), Clearfill Liner Bond System (Kuraray), Prime&Bond (Caulk/Dentsply). No teste de microtração, após a aplicação do respectivo adesivo sobre a superfície de dentina exposta de terceiros molares (n=6), foram criados blocos de resina composta. Estes dentes foram então fatiados em lâminas de 1mm, (mínimo de 5 por dente) refinadas até obtenção de uma área de  $1,7\text{mm}^2$  na zona central do corpo de prova. Estes foram colados com cola de cianoacrilato no dispositivo adaptado à uma máquina de ensaio universal Instron e foram levados à falha por tração à uma velocidade de 0,5mm/min. Apesar de ambos os testes demonstrarem o mesmo ordenamento de valores de resistência de união entre os grupos, os valores obtidos com o teste de microtração foram estatisticamente maiores. Enquanto o teste de cisalhamento não revelou diferença estatisticamente significativa entre os grupos, o teste de microtração demonstrou ser o Clearfil Liner Bond System (Kuraray) superior aos outros grupos. Na análise do tipo de falhas, o teste de cisalhamento obteve 34% de falhas em dentina e 14% de falhas em resina composta, enquanto à microtração estas falhas foram 9% em dentina e 2% em resina composta. Os autores concluem que o teste de microtração produz significativamente mais falhas adesivas do que o de cisalhamento,

sendo também mais indicado para verificar os valores de resistência de união de adesivos.

**HASEGAWA et al.** (1999) investigaram a relação existente entre contração de polimerização, resistência de união à tração e características de resinas compostas (resistência à tração, resistência flexural, módulo de elasticidade). Foi utilizado o sistema adesivo Clearfil Photo Bond (Kuraray) associado à diferentes resinas compostas em ambos os testes. Adicionalmente, foram conduzidos ensaios de resistência à tração e resistência flexural para as resinas. Os modos de falhas resultantes foram examinados com aumento de 50x e, além de classificá-los em categorias, a falha do tipo coesiva em resina composta foi medida em termos de porcentagem de área para cada corpo de prova. A análise estatística revelou que não existe relação significativa entre *gap* marginal e resistência de união à tração na interface adesiva ou propriedades da resina composta aplicada. Já para a resistência de união da interface adesiva, houve correlação significativa com as propriedades das resinas aplicadas (resistência à tração, resistência flexural, módulo de elasticidade), sendo esta relação mais significativa para a resistência à flexão da resina composta do que para resistência à tração. Os modos de falha foram significativamente relacionados com a resistência de união, onde porcentagem de falhas coesivas em resina composta foi proporcional ao aumento da resistência de união. Os autores concluem o trabalho afirmando que a adaptação marginal não pode ser prevista pelos parâmetros utilizados nesta pesquisa.

**MAGNE et al.** (1999) investigaram o princípio de biomimetismo na reconstrução de lâminas cerâmicas, em outras palavras, avaliaram a extensão para a qual a restauração pode reproduzir o biomecanismo e integridade estrutural do dente original. Utilizando um procedimento de cimentação otimizado, lâminas cerâmicas são estimadas tanto para o presente como para o futuro mesmo quando aderida a superfícies extensas de dentina. Lâminas cerâmicas aderidas à dentina foram avaliadas usando cargas funcional e ciclo térmico com relação a dois parâmetros: dureza coronal (foi investigado usando Strain Gauges experimental e análise de elemento finito) e morfologia da interface dente – restauração (avaliação através de microscopia eletrônica de varredura). Dois modos diferentes de aplicação do mesmo agente de união dentinário (OptiBond FL) foram avaliados: um método tradicional (adesivo dentinário aplicado apenas no momento da cimentação definitiva) e um método alternativo (adesivo dentinário aplicado na dentina e polimerizado antes do procedimento de moldagem da lâmina). No modelo de elemento finito, a flexibilidade da coroa aumentou por um fator de 2,16 após a remoção do esmalte vestibular e retornou a 96% do valor original após a colocação da lâmina. Os valores de elemento finito mostraram uma boa relação com os resultados do experimento com strain gauge (t teste de uma amostra,  $p > 0,35$  após remoção do esmalte vestibular e  $P > 0,19$  após colocação da lâmina). O modo de aplicação do adesivo dentinário não foi crítico para restabelecer a dureza do dente (análise de variância,  $P = 0,10$ ). Entretanto, observações por MEV qualitativo demonstraram que a aplicação tradicional do adesivo dentinário estava associada com falhas adesivas



entre a camada híbrida e a camada de resina, ao passo que uma interface contínua e livre de fraturas foi obtida com o novo método usando o mesmo adesivo dentinário. Os resultados deste estudo definitivamente favorecem o comportamento de biomimetismo das lâminas cerâmicas aderidas aos dentes usando o modo de aplicação otimizado de adesivos dentinários, porque esta modalidade de tratamento comprova o restabelecimento do comportamento biomecânico e microestrutura do dente hígido.

**PASHLEY et al.** (1999), em artigo de revisão de literatura, descrevem as várias maneiras como o ensaio de microtração pode ser conduzido e em que situações este pode ser o mais adequado. Entre as vantagens apresentadas, quando comparado a outros testes de resistência de união, estão: a melhor distribuição de tensões devido à menor área utilizada (e possivelmente menor número de falhas); versatilidade, possibilidade de confeccionar múltiplos corpos-de-prova com um único dente; permite medir resistências de união regionais (diferenças no substrato); menor número de falhas em substrato; permite medir valores de resistência de união de adesivos de nova geração (altos valores de união) que não são consistentemente avaliados pelos métodos convencionais (ISO) em função do grande número de falhas em substrato; e menor coeficiente de variação. Como limitações, citam a dificuldade de conduzir este ensaio e a inabilidade deste em medir valores de resistência de união abaixo de 5MPa.

**DAUVILLIER et al.** (2000) realizaram uma revisão de literatura sobre as propriedades e técnicas importantes para minimizar os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas. Segundo os autores, uma restauração ideal deve ter um alto selamento com o remanescente dentário que deve ser mantida após longos períodos de tempo submetidas à ciclagem mecânica e térmica. A matriz orgânica da maioria dos compósitos consiste de monômeros a base de metacrilato, que durante a polimerização apresenta uma redução de volume. Muitas variáveis influenciam a contração de polimerização: o tamanho da molécula de monômero formada no processo de polimerização; a quantidade de partículas inorgânicas; e as propriedades mecânicas das resinas compostas. A contração de polimerização das resinas compostas é um problema que deve ser minimizado, para evitar a formação de fendas marginais nas restaurações. Essas fendas ocorrem quando a magnitude da contração de polimerização excede a força de união dos adesivos dentários ao dente. Também podem ocorrer microfraturas no esmalte ou no material restaurador quando essas forças são maiores que a resistência coesiva do material ou do dente. Portanto, inúmeras técnicas podem ser aplicadas no intuito de reduzir esse efeito nas restaurações adesivas: a aplicação da resina composta de forma incremental; recobrir todas as paredes cavitárias com uma camada espessa de um material com baixo módulo de elasticidade permitindo que, durante a polimerização do material restaurador, haja a liberdade de movimentação deste sem o rompimento da adesão, devido à melhor distribuição das forças de tensão e tração na interface adesiva; reduzir a velocidade de conversão de

monômeros em polímeros através de técnicas e métodos que retardem a polimerização.

**CHRISTENSEN** (2000) relata que a sensibilidade pós-operatória após a cimentação adesiva de coroas é um problema freqüente em dentística. A razão para esta sensibilidade é a falha no selamento dos túbulos dentinários que foram abertos pelo condicionamento ácido total. Uma das formas de minimizar este problema é realizar o condicionamento ácido, aplicar o agente de união sobre a dentina preparada e polimerizá-lo antes de realizar o procedimento de cimentação com o cimento resinoso. Porém realizando a hibridização após a etapa de moldagem pode ocorrer desadaptação da peça protética no momento da prova e cimentação definitiva. Para eliminar esta possível desadaptação é aconselhado realizar a hibridização da dentina previamente à etapa de moldagem, logo após o preparo cavitário de forma que a espessura de película do sistema adesivo não interfira na adaptação da peça protética.

**HALLER** (2000) identifica as bases da adesão à dentina. A confecção de uma adesão estável à dentina é um procedimento sensível devido ao substrato apresentar relação direta com o tecido pulpar. A remoção da *smear layer* aumenta a capacidade de penetração dos adesivos à dentina, promovendo uma retenção micromecânica. A qualidade da adesão formada entre sistema adesivo e dentina pode ser perdida com o passar do tempo, devido à degradação hidrolítica da camada híbrida. A incompleta penetração do adesivo e a resultante nanoinfiltração são algumas das causas desta deterioração. A

profundidade da camada híbrida formada não tem relação com os valores de resistência de união, porém a qualidade tem importância crucial. O colapamento da rede de colágeno pode ser evitado com a aplicação de soluções com monômeros acídicos auto-condicionantes, pois elimina-se o risco de erro nas etapas de condicionamento, lavagem e principalmente secagem da dentina. Sistemas adesivos com efetiva união à dentina são necessários para resistir à contração de polimerização inerente às resinas compostas. Em restaurações onde a camada adesiva é espessa, estudos mostram menor desadaptação marginal, pois ela age dissipando o estresse de polimerização. Sistemas adesivos com carga em sua composição promovem uma película adesiva mais espessa, reduzindo desta maneira o estresse de contração.

**ARMSTRONG et al. (2001)** com a intenção de comparar o ensaio de microtração (resistência de união) e o ensaio de mini-barra com entalhe (resistência interfacial à fratura) em termos de valores absolutos e modo de falha na interface adesiva utilizaram o adesivo Optibond FL associado à resina composta Prodigy em dois períodos de armazenamento (30 dias e 6 meses). Segundo a metodologia utilizada, foram selecionados 80 molares humanos (20 por grupo) a partir dos quais foram obtidos 40 corpos de prova para microtração (alteres com  $0,38 \text{ mm}^2$  a  $0,54 \text{ mm}^2$  de área adesiva cilíndrica) e outros 40 para mini barra com entalhe, sendo que os corpos de prova para microtração possuíam apreensão em face dupla. Após ensaio, estes foram levados ao MEV para verificar o modo de falha, que foi classificado como sendo de um dos tipos a seguir: coesiva em resina composta/dentina (substrato), interfacial (base

ou topo de camada híbrida e/ou coesiva em adesivo) ou mista. Os valores resultantes foram: mini-barra 30 dias 0,82 MPa (100% de falha interfacial), 6 meses 0,87 MPa (100% de falha interfacial); microtração 30 dias 52,23 MPa ( 25% coesiva rc., 30% coesiva dentina, 30% interfacial, 15% mista), 6 meses 14,71 MPa (90% interfacial, 10% mista). Segundo os autores, a metodologia de mini barra foi incapaz de caracterizar valores de união diferenciados para 30 dias e 6 meses, uma vez que não houve diferença significativa entre estes dois períodos de armazenamento. Já o ensaio de microtração não foi capaz de caracterizar o padrão de falha na interface adesiva com 30 dias de armazenamento, pois foi predominante a falha coesiva dos substratos. Aos seis meses, a indicação do padrão de falha na interface adesiva foi semelhante para os dois métodos de ensaio (base de camada híbrida).

**CASTRO et al.** (2001) compararam a resistência à microtração à dentina de dois sistemas adesivos particulados, Prime&Bond NT (Dentsply) e Clearfil SE Bond (Kuraray), e um sistema adesivo sem carga, Single Bond (3M). Superfícies planas de dentina foram obtidas a partir de 9 terceiros molares humanos extraídos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos sendo a dentina tratada com os sistemas adesivos conforme as orientações dos fabricantes. Coroas de resina composta foram construídas sobre as superfícies de dentina tratadas. As amostras foram termocicladas e cortadas paralelamente ao logo eixo do dente, obtendo-se amostras com secção transversal de  $1,0\text{mm}^2$ . As amostras foram submetidas ao ensaio de tração e o modo de falha da fratura foi analisado em MEV. Não houve diferença estatisticamente

significante entre os grupos. A análise de fraturas revelou ausência de falhas estritamente adesivas entre os adesivos e dentina, mas com ocorrência predominante de fraturas exclusivamente na união.

**LELOUP et al.** (2001) analisaram dados sobre resistência de união publicados na literatura entre 1992 e 1996 para verificar os efeitos dos aspectos experimentais na resistência de união. As variáveis em ordem decrescente de influência sobre a resistência de união foram: profundidade de dentina, velocidade de carregamento, tempo de armazenagem das amostras, tempo máximo de armazenagem dos dentes, área de união, temperatura de armazenamento dos dentes, temperatura de armazenamento das amostras e espessura do compósito. Todos os parâmetros exerceram influência sobre a resistência de união, com exceção do lado da dentina e da termociclagem. Foi encontrada uma forte correlação entre o modo de falha e a resistência de união: Quanto maior a resistência de união, maior o número de falhas coesivas. Os parâmetros de teste podem ser controlados através do uso de um protocolo padrão, como o recomendado pela ISO para adesão aos tecidos dentais. No entanto, estes padrões são aplicados em poucos estudos.

**NUNES et al.** (2001) investigaram o efeito da adição de partículas da carga inorgânica no adesivo Single Bond (3M) através do ensaio de microtração sobre a dentina de molares humanos. A versão experimental do adesivo Single Bond (3M) foi confeccionada com adição de 10% de partículas de carga (0,6 $\mu$ m). Esta versão experimental (grupo A) foi comparada com o adesivo em sua versão comercial (grupo B) além dos

adesivos Prime&Bond NT (Dentsply) (grupo C) e One Coat Bond (Cóltene) (grupo D). Uma versão experimental do adesivo Prime&Bond NT (grupo E) foi criada pela remoção do componente de carga. Os corpos de prova com  $0,49\text{mm}^2$  de área adesiva foram testados à  $1\text{mm}/\text{min}$ . Os modos de falha foram examinados em microscopia óptica em 10x de aumento. Os resultados de resistência de união foram (MPa): Single Bond 75,9; Single Bond Experimental 57,9; One Coat Bond 53,1; Prime&Bond NT 48,2; Prime&Bond NT Experimental 38,7. Os modos de falha foram do tipo coesiva em resina composta para o grupo A (50%) e adesiva (50 à 65%) para os outros grupos. Os autores concluem que, ao serem incorporadas partículas de carga, o adesivo Single Bond (3M) diminuiu sua resistência à dentina. As falhas coesivas em resina composta tiveram fratura à uma distância de 2mm da área adesiva. Segundo os autores, isso se deve ao fato da resistência de união do adesivo superar a adesão entre as camadas de resina composta.

**PLATT et al.** (2001) realizaram um estudo sobre os efeitos da aplicação de dupla camada de adesivos de frasco único na resistência de união à dentina. Para isso foram utilizados 90 molares humanos que foram divididos em 6 grupos ( $n=15$ ). A superfície oclusal foi removida e a dentina exposta foi polida com lixa de granulação 600. Os sistemas adesivos utilizados foram: Prime&Bond NT (Dentsply), OptiBond Solo (Kerr) e One Step (Bisco). Cada material foi testado usando o número de aplicações recomendado pelo fabricante e fotopolimerizado, ou aplicando duas vezes o recomendado com duas fotopolimerizações. Os corpos de prova foram armazenados em água destilada à  $36^\circ\text{C}$  até a realização dos testes de

resistência de união a uma velocidade de 0,5mm/min. A comparação entre as formas de aplicação dos adesivos foi analisada através do teste-t. O modo de fratura foi determinado utilizando um estereomicroscópio em 20x. As falhas foram classificadas em coesiva em dentina, adesiva e mista. As camadas adesivas foram analisadas em microscopia. Os resultados mostraram um aumento significativo nos valores de união do adesivo Prime&Bond NT (Dentsply) quando da aplicação de dupla camada, porém para os outros dois adesivos estudados não houve diferença significativa. Clinicamente todos os adesivos pareciam ter camadas satisfatórias, porém na análise microscópica o adesivo Prime&Bond NT (Dentsply), com uma camada, não apresentou espessura uniforme. A penetração de adesivo nos túbulos e a zona de hibridização foi visível para todos os grupos.

**TERADA** (2001) relata que, em maio de 1992, a 3M lançou no mercado o Scotchbond Multi-Useo (3M), um sistema adesivo que preconiza o uso de um condicionador (ácido maleico 10%) para tratamento simultâneo da dentina e esmalte, seguindo-se a aplicação de um *primer* (HEMA e copolímero de ácido polialquênico) e de um adesivo (HEMA e BIS-GMA). Neste sistema adesivo removia-se toda a *smear layer*. Como a dentina tubular é permanentemente úmida, houve o desenvolvimento de monômeros hidrofílicos (HEMA, PMDM, PMGDM, alguns grupos fosfatos, etc.), para permitir a adesão a essa superfície dentinária. Os adesivos dentinários atuais possuem uma variedade de monômeros adesivos hidrofílicos, visando a uma adesão química, tanto à fase inorgânica da dentina, através da quelação com íons cálcio, quanto à fase orgânica, por meio de ligações com grupos hidroxila (OH), carboxila (COOH), amino



(NH<sub>2</sub>) e amida (CONH<sub>2</sub>), presentes no colágeno. Ainda, considerando a microestrutura da dentina, salientou que a variação morfológica e estrutural da dentina, em relação à sua localização, pode afetar o procedimento adesivo, o que talvez explique a variabilidade dos testes de resistência adesiva, além da presença da camada de esfregaço. A profundidade da dentina é outro fator a considerar quando se trata de força de adesão. Apesar das diferenças químicas existentes entre os materiais utilizados atualmente os menores valores de resistência adesiva ocorreram em dentina mais profunda.

**VAN MEERBEEK et al.** (2001) realizaram uma revisão de literatura sobre o estado atual dos sistemas adesivos. Uma classificação dos sistemas adesivos de acordo com a forma de ação é proposta e passos críticos da técnica adesiva são discutidos em detalhe, além da efetividade de adesão ao esmalte e dentina. Com relação à aplicação dos adesivos cabe ressaltar a indicação da utilização do conceito de “camada adesiva elástica”, que consiste em uma camada adesiva espessa capaz de absorver e dissipar a força de contração de polimerização gerada no processo de fotopolimerização das resinas compostas. Os autores alertam que quando da utilização de sistemas adesivos de frasco único, a concentração de solvente é maior, possibilitando que a camada de adesivo aplicada seja muito fina após a evaporação deste, principalmente quando este é a acetona. Para garantir uma adequada espessura de película nestes sistemas é necessária a aplicação de várias camadas de adesivo. A quantidade de monômeros deve ser suficiente não somente para saturar a rede de colágeno desmineralizada pelo condicionamento ácido, mas

também para estabelecer uma camada de adesivo satisfatória sobre a camada híbrida. Essa camada de adesivo apresenta flexibilidade suficiente para absorver o estresse gerado na polimerização, evitando falhas na interface adesiva. Outra forma de promover uma camada adesiva uniforme e espessa é a incorporação de nanopartículas. Evidências clínicas suportam o conceito de camada elástica para os adesivos Clearfil Liner Bond (Kuraray), Scotchbond Multi-Purpose (3M) e Optibond Dual Cure (Kerr) em inúmeros estudos clínicos realizados pelos autores e outros pesquisadores.

**DIETSCHI et al.** (2002) avaliou a adaptação marginal de restaurações classe II após a colocação imediata e tardia de resina composta. Restaurações diretas em resina composta classe II MOD (n = 8 por grupo) foram realizadas em terceiros molares humanos intactos, com a margem proximal 1mm acima e 1 mm abaixo da junção amelo-cementária. Todas cavidades foram preenchidas com a técnica incremental horizontal, imediatamente após a aplicação do adesivo (IP) e após 24 horas de atraso (DP). Foram utilizados um sistema adesivo de três componentes com carga (OptiBond FL: OB) e um sistema adesivo de um único frasco sem carga (Prime Bond 2.1: PB). A adaptação marginal foi acessada antes e depois de cada fase da carga mecânica (250000 ciclos em 50 N, 250000 ciclos em 75 N e 500000 ciclos em 100 N); a adaptação interna foi avaliada após a complementação do teste. Réplicas de resina banhadas a ouro foram observadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a qualidade das restaurações foram avaliadas em percentagem de continuidade (C) nas margens e dentro da interface

interna, após a secção das amostras. A adaptação ao esmalte biselado mostrou ser satisfatório em todos os grupos. Após a carga, a adaptação à dentina gengival degradou mais em PB –IP (C = 55,1%) do que PB – DP (C = 86,9%) ou OB – DP (C = 89%). Maior quantidade de defeitos internos foram observados na amostras de PB (IP: C = 79,2% e DP: C = 86,3%) comparada às amostras de OB (IP: C = 97,4% e DP: C = 98,3%). O adesivo com carga (OB) promoveu uma melhor adaptação do que o adesivo de um frasco (PB), hipoteticamente pela formação de uma camada que absorve o estresse, limitando o desenvolvimento de falhas.

**CARRILHO et al.** (2002) utilizaram ensaio de microtração para avaliar a resistência de união de quatro sistemas adesivos aplicados à dentina humana. Foram utilizados 12 terceiros molares íntegros cujo esmalte oclusal foi removido por meio de disco de diamante. As superfícies de dentina exposta foram desgastadas e planificadas com lixa de granulação 600. Os dentes foram divididos em quatro grupos de acordo com o sistema adesivo utilizado: grupo 1 – Single Bond (3M); grupo 2 – Bond1 (Jeneric/Pentron)); grupo 3 - Prime&Bond NT (Dentsply) e grupo 4 – Prime&Bond 2.1 (Dentsply). Após 24 horas de armazenagem em água destilada à 37° C, os dentes foram seccionados para que fossem obtidos espécimes em formato de “palito” com 0,8 mm<sup>2</sup> de área. Para o teste de microtração foi utilizada velocidade de 0,5mm/min. O modo de fratura de cada espécime foi observado em lupa estereoscópica e a área da secção transversal foi mensurada por paquímetro digital. As médias dos valores de resistência de união em MPa foram: grupo 1 – 35,6; grupo 2 – 33,3; grupo 3 – 28,0 e grupo 4 – 34,8. A análise de variância demonstrou não

haver diferença significativa entre os valores. O modo de fratura predominante foi o adesivo, entre o sistema adesivo e a dentina (63%), seguido do modo misto, em que parte da fratura foi adesiva, entre o sistema adesivo e a dentina, e parte coesiva no adesivo (34%). Os demais modos de fratura foram coesivo em resina (2%) e coesivo em dentina (1%).

**MASOTTI** (2002) investigou a influência da velocidade de carregamento na resistência de união e modo de falha no ensaio de microtração. Para tanto foram utilizados três incisivos bovinos que tiveram a superfície vestibular removida expondo dentina. Sobre esta superfície foi aplicado o adesivo Single Bond (3M) de acordo com as instruções do fabricante e construído um bloco de resina composta Z100 (3M) com 4mm de altura. Passadas 24 horas em 100% de umidade relativa a 37° C, estes dentes foram cortados para formação de palitos com área de 0,49mm<sup>2</sup>. Estes então foram testados com velocidade de carregamento de 0,5; 0,75; 1,0; 3,0 e 5,0 mm/min (n=15). Estes corpos de prova foram examinados em MEV para identificação do modo de falha, classificadas como sendo do tipo coesiva em substrato ou interfacial. Além disso, foi realizada medição de área de cada tipo de falha através de *software* de análise de imagem. A velocidade de carregamento de 1,0mm/min alcançou o maior número de classificação de falhas do tipo interfacial, porém não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Pela análise de falhas por meio de *software* de imagem, encontrou-se relação inversa entre velocidade de carregamento e falha do tipo interfacial (menor velocidade de carregamento, maior número de falhas do tipo interfacial), sem

diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Houve associação significativa entre os valores de resistência de união e índice de falha coesiva em adesivo, com correlação inversa entre estes fatores.

**TAVARES** (2002) realizou um trabalho com o objetivo de avaliar a resistência de união à microtração sobre dentina dos sistemas adesivos Single Bond (3M), Optibond Solo Plus (Kerr) e Clearfil SE Bond (Kuraray) e classificar o tipo de fratura. Foram utilizados 6 terceiros molares humanos inclusos que foram divididos em 3 grupos. A superfície oclusal em esmalte foi cortada e a dentina exposta foi lixada com lixas de carbetto de silício 320 e 600, formando uma superfície dentinária plana onde foram aplicados os sistemas adesivos de acordo com as especificações dos fabricantes seguidos da aplicação da resina composta Z250 (3M) com 6mm de espessura. Após os procedimentos restauradores, os dentes foram armazenados em água destilada por 24 horas a 37° C. Então, estes foram seccionados paralelamente ao longo eixo do dente em secções de 0,6mm<sup>2</sup> nos sentidos vestibulo-lingual e mesio-distal. Vinte corpos de prova foram selecionados para cada sistema adesivo. O teste de resistência à microtração foi realizado à uma velocidade de carregamento de 0,5mm/min. Após o teste, as falhas foram classificadas. As médias dos resultados foram: Single Bond - 33,26 Mpa, Optibond Solo Plus – 33,54 MPa e Clearfil SE Bond 45,56 MPa. Os resultados foram submetidos a ANOVA e teste de Tukey ao nível de significância de 5%. O tipo de falha predominante no estudo foi a adesiva (76,66%). Foi possível concluir que o Clearfil SE Bond apresentou a maior resistência de união à microtração,

sendo diferente estatisticamente dos demais sistemas adesivos testados, que obtiveram valores semelhantes entre si.

**DIETSCHI et al.** (2003) realizaram uma comparação *in vitro* da adaptação marginal e interna de restaurações “inlays” classe II de resina composta (Herculite, Kerr) feitas com e sem uma base de resina composta, apresentando diferentes propriedades físicas. Molares humanos recém extraídos foram usados para este trabalho. A base de resina foi estendida sobre a margem cervical em ambos os lados e foi feita com Revolution (Kerr), Tetric flow (Vivadent), Dyract (Detrey-Dentsply) ou Prodigy (kerr), respectivamente. Antes, durante e depois da carga mecânica (1 milhão de ciclos, com uma força variando de 50 a 100 N), as margens proximais do “inlay” foram avaliadas por microscopia eletrônica de varredura. Os dados experimentais foram analisados em um teste não paramétrico. As percentagens finais da fratura marginal do dente variaram de 30,7% (sem base) a 37,6% (Dyract). Em dentina, as percentagens de abertura marginal variaram de 9,2% (Tetric Flow) a 30,1% (Prodigy), entretanto, não houve diferença estatística entre os materiais de base. As médias dos valores de abertura interna com dentina variaram de 11,06% (Tetric Flow) a 28,15% (Prodigy). Não houve diferença estatística entre o grupo controle (adesivo sem base) e o grupo Tetric Flow. Os resultados apresentados relacionados à adaptação ao tecido dentinário confirmaram que as propriedades físicas de uma base pode influenciar a adaptação de “inlays” de resina composta e que a resina composta fluida de média rigidez Tetric Flow é um material potencial para substituir, na posição coronária, margens proximais por baixo do “inlay” de resina composta.

**OZTURK et al. (2003)** avaliaram a resistência de união à dentina de dois sistemas de “inlays” cerâmicos com três diferentes técnicas adesivas e um único adesivo. Cento e vinte molares hígidos foram armazenados em solução salina em temperatura ambiente. Preparos classe I foram feitos em todos os dentes. Cada preparo tinha um comprimento de 6 mm, largura de 3mm, profundidade de 2 mm, e 6 graus de convergência das paredes. Os dentes foram aleatoriamente ordenados em 2 grupos de 60 cada para avaliar a adesão de 2 sistemas cerâmicos, Ceramco II (Grupo I) e IPS Empress 2 (Grupo II), à dentina. Cada um dos dois grupos foram ainda divididos em três grupos de técnicas de cimentação de 20 cada (Grupo I A, B e C e Grupo II A, B e C). Grupos I A e B e Grupos II A e B usaram agente de união dentinário (AUD) Clearfil Liner Bond 2V, e cimento resinoso (Panavia F). Grupos IC e IIC serviram como grupo controle e usaram Panavia F sem agente de união dentinário. Nos grupos IA e IIA, o AUD foi aplicado imediatamente após o término do preparo (D-AUD). Impressões foram então feitas, e os “inlays” cerâmicos foram confeccionados de acordo com instruções do fabricante. Nos Grupos IB e IIB o AUD foi aplicado apenas antes da cimentação dos “inlays” (I-AUD). Nos grupos IC e IIC, não foi usado AUD antes da cimentação dos “inlays” (No AUD). Os procedimentos de cimentação seguiram um protocolo padrão. Após a cimentação, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37 graus C por 24 horas. Os dentes foram seccionados tanto mesio-distal como vestibulo-lingual no seu longo eixo em três palitos com largura de 1,2 x 1,2 mm. As amostras foram então

submetidas ao teste de microtração a uma velocidade de 1 mm/min, e a carga máxima de fratura (Kilogramas) foi registrada. Análise de variância Two – way e teste de Tukey foram usados para avaliar os resultados ( $P < 0,05$ ). Análise por microscopia eletrônica de varredura foi usada para examinar os detalhes da interface adesiva. As superfícies fraturadas foram observadas com um estereomicroscópio em magnificação original de 22X para identificar o modo de fratura. Embora não tenha sido encontrada diferença significativa entre os dois sistemas cerâmicos em relação a resistência de união dentinária ( $P > 0.05$ ), foi encontrada diferença estatística significativa entre as técnicas de cimentação ( $P < 0,001$ ). Comparação entre as técnicas mostraram que a resistência de união na técnica D-AUD tinha uma média significativamente maior ( $40,27 \pm 8,55\text{Kg}$ ) que as técnicas I-AUD ( $30,20 \pm 6,78\text{Kg}$ ) e No AUD ( $32,43 \pm 8,58\text{Kg}$ ). Como resultado da análise de microscopia eletrônica de varredura, uma zona híbrida espessa e distinta com “tags” mais longos foram encontradas nas amostras tratadas com a técnica D-DBA quando comparada com as outras duas técnicas. A maioria das falhas (353 de 360) foram adesivas na interface resina / dentina. Apenas 7 amostras mostraram falha coesiva na resina aderida. Dentro das limitações de um estudo *in vitro*, a cimentação das cerâmicas “inlays” testadas com a técnica D-DBA resultou em maiores resultados de resistência de união à dentina.

**REIS et al.** (2004) avaliaram a influência do tempo de armazenagem e a velocidade de corte durante a preparação das amostras na resistência de união de sistemas adesivos de um frasco. Para obtenção



das amostras uma superfície de dentina plana foi exposta em 36 terceiros molares humanos. O sistema adesivo (Single Bond, 3M Espe, St Paul, MN, USA) foi aplicado de acordo com instruções do fabricante, e coroas de resina composta (Z250, 3M Espe, St Paul, MN, USA) foram construídas pela técnica incremental. As amostras foram armazenadas por 10 min, 24 h, ou 1 semana em água destilada a 37 °C antes de serem seccionados longitudinalmente em direções “x” e “y” em diferentes velocidades de corte (0,5, 1,6 e 2,6 m/s) para obter bastões com uma área de secção transversal de 0,8 mm<sup>2</sup>. As amostras foram submetidas a uma carga de tração a uma velocidade de 0,5 mm/min e o modo de falha foi analisado. Um teste ANOVA two-way com tempo de armazenamento (3 níveis) e velocidade de corte (3 níveis) como fatores foram usados para comparar as médias de resistência de união à microtração. Foram detectados efeitos e interações altamente significantes ( $p < 0,0001$ ). A maior média de resistência de união foi obtida com um tempo de armazenagem de 1 semana e velocidade de corte de 2,6 m/s. A menor média foi encontrada quando as amostras foram preparadas imediatamente após a colocação da resina composta e recortadas a uma velocidade de 0,5 m/s. Tanto o tempo de armazenagem quanto a velocidade de corte podem afetar os resultados de resistência de união.

**STAVRIDAKIS et al.** (2005) avaliaram a espessura de agentes de união dentinários (AUD) usados para o “selamento imediato da dentina” de preparos “onlay” prévios ao procedimento final de moldagem de restaurações indiretas. A porção de AUD que é removida quando a

superfície de adesivo é limpa com polimento ou abrasão à ar prévia a cimentação final também foi avaliada. Para isso, doze molares extraídos receberam preparos cavitários padronizados para restaurações “onlay”. Agente de união dentinário OptiBond FL (Kerr) ou Syntac (Vivadent) foi aplicado na metade dos dentes e polimerizados na ausência de oxigênio (bloqueador de ar). Cada dente foi seccionado na direção vestibulo – lingual em dois cortes, e a espessura dos AUD foi mensurada com microscopia eletrônica de varredura em réplicas de resina epóxica em 11 posições. A camada de AUD de cada metade de dente foi tratada com abrasão à ar ou polimento. A espessura dos AUDs foi então novamente mensurada nas réplicas nas mesmas posições. Os resultados foram analisados estatisticamente com testes não paramétricos (Mann-Whitney U test and Kruskal-Wallis test) com um nível de significância de 95% ( $p=0,05$ ). A espessura de película do AUD não foi uniforme através da interface adesiva ( $121,13 \pm 107,64 \mu$ ), e uma grande variação de valores foi registrada (0 a  $500 \mu$ ). Diferenças estatisticamente significantes ( $p<0,05$ ) foram notadas, dependentes dos materiais (OptiBond FL ou Syntac Classic) e posições (1 a 11). Syntac Classic apresentou maior espessura ( $142,34 \pm 125,10 \mu$ ) que OptiBond FL ( $87,99 \pm 73,76 \mu$ ). A maior espessura de película em ambos AUDs foi nas partes mais profundas dos istmos (a parte mais côncava do preparo), e o resultado mais baixo foi encontrado nos ângulos das aresta dentinárias (a parte mais convexa do preparo). OptiBond FL apresentou a espessura mais uniforme em torno da crista dentinária do preparo; Syntac Classic empossou em partes mais profundas do preparo. A quantidade de AUD que foi removida com

abrasão à ar ou polimento não foi uniforme (11,94 +/- 16,46  $\mu$ ), e uma grande variação de valores foi encontrada (0 a 145  $\mu$ ). Não foi encontrada diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre os AUDs (OptiBond FL ou Syntac Classic) e entre os diferentes tratamentos (abrasão à ar ou polimento). Em relação ao efeito de diferentes tratamentos em diferentes posições, o polimento removeu mais AUD do topo da crista dentinária, mas a diferença não foi estatisticamente significativa. Abrasão à ar removeu menos AUD dos cantos da crista dentinária (Posições 4 e 6) do que outra parte vestibular do preparo (Posições 1 e 2). Nem a abrasão à ar nem o polimento removeu completamente a camada de espessura do AUD na maioria dos casos.

**MAGNE et al. (2005)** avaliaram se existe diferença na resistência de união à microtração de dentina humana usando a técnica de selamento dentinário imediato (SDI) comparado à técnica de selamento dentinário tardio (SDT). Quinze molares humanos recém extraídos foram obtidos e divididos em três grupos de cinco dentes. Um agente de união dentinário de três passos (OptiBond FL) foi usado para todos os grupos. O grupo controle (C) foi preparado usando uma técnica adesiva imediata direta. O grupo SDT foi preparado usando um procedimento restaurador indireto e um selamento dentinário tardio (apenas no momento da cimentação definitiva, SDT). O grupo SDI também utilizou uma técnica restauradora indireta, porém, logo após o preparo, foi realizado um selamento dentinário imediato (SDI). Todos os dentes foram preparados para o teste de resistência à microtração. As amostras foram armazenadas em água por

vinte e quatro horas. Onze palitos (0.9 x 0.9 x 11mm) foram selecionados por dente para o teste. Dados de resistência de união (MPa) foram analisados com o teste Kruskal-Wallis, e comparação pós tratamento foi realizado com o teste Mann-Whitney U ( $\alpha=0,05$ ). As amostras foram também avaliadas em relação ao modo de fratura através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). A media de resistência de união à microtração de C (55,06 MPa) e SDI (58,25 MPa) não diferiram estatisticamente. A resistência de união à microtração de SDT (11,58 MPa) foi estatisticamente diferente ( $P=0,0081$ ) comparada aos outros dois grupos. A avaliação microscópica do tipo de fratura que a maioria das falhas do grupo SDT foram na interface adesiva, ao passo que as falhas nos grupos C e SDI foram ambas coesivas e na interface. Análise por MEV indicou que para as amostras de C e SDI, a falha foi mista dentro do adesivo e coesiva em dentina. Para as amostras SDT a camada híbrida apresentou uma ruptura com a camada de resina. Para preparos de restaurações adesivas indiretas, o selamento dentinário imediato com agente de união dentinário de três etapas com carga, prévio ao procedimento de moldagem, resulta em um aumento na resistência de união à microtração quando comparado com selamento dentinário tardio. Esta técnica também elimina qualquer dúvida a respeito da espessura de película do selamento dentinário.

**MAGNE** (2005) realizou uma revisão bibliográfica dos princípios que podem otimizar a adesão para restaurações indiretas em compósito e porcelana. Na maioria dos artigos estudados é recomendada a aplicação e

polimerização de sistema adesivo sobre dentina recém preparada antes do procedimento de moldagem. Este procedimento é chamado selamento dentinário imediato (SDI) e propicia aumento da resistência de união, minimiza a formação de fendas e infiltração bacteriana, além de reduzir a sensibilidade dentinária. Os adesivos de condicionamento ácido total de três passos e com carga são os mais indicados para esta técnica devido aos melhores resultados em estudos de durabilidade e pela facilidade de posicionamento do adesivo, sem envolver a margem chanfrada do preparo. É recomendada uma segunda fotoativação do adesivo com uma camada de gel de glicerina para que a camada superficial seja polimerizada por completo. No momento da cimentação definitiva é recomendado criar rugosidades superficiais na camada de adesivo com ponta diamantada em baixa rotação ou com microjateamento, quando adesivos com carga forem utilizados ou com escova Robinson e pedra pomes, quando for adesivo sem carga para evitar destruir a camada híbrida existente. A utilização do selamento dentinário imediato (SDI) é embasada em quatro princípios: 1) o substrato ideal para a adesão é a dentina recém preparada, visto que quando esta sofre contaminação por saliva ou cimentos provisórios há diminuição da resistência de união; 2) a polimerização do sistema adesivo previamente à aplicação do material restaurador ou cimento resinoso favorece o aumento da resistência de união. Este aspecto pode ser explicado pelo colapso da camada híbrida formada por dentina/resina não polimerizada causado pela pressão exercida durante o assentamento do compósito ou da restauração indireta; 3) o SDI promove uma adesão dentinária livre de estresse, possibilitando

que a resistência de união aumente progressivamente com o tempo e ocorra melhor adaptação da restauração. Isto se dá devido à completa copolimerização dos diferentes monômeros envolvidos no processo; 4) com o SDI ocorre a proteção da dentina da contaminação bacteriana e conseqüente sensibilidade durante a fase de restauração provisória.

---

### **3. OBJETIVOS**

### 3. OBJETIVOS

- 1) Avaliar, por meio ensaio de microtração, a influência de diferentes tratamentos de superfície da dentina pré-hibridizada na resistência de união de sistemas adesivos em diferentes períodos de armazenamento com cimento provisório;
- 2) Observar, com auxílio da microscopia eletrônica de varredura, o tipo de falha ocorrida após o teste de resistência de união.
- 3) Avaliar a espessura da interface adesiva após a realização da pré-hibridização seguido da aplicação da técnica adesiva para cimentação definitiva.



---

## **4.MATERIAIS E MÉTODOS**

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. MATERIAIS

A descrição dos materiais, nome comercial, fabricante e composição estão descritos no Quadro 1.

**QUADRO 1** - Composição química dos materiais utilizados.

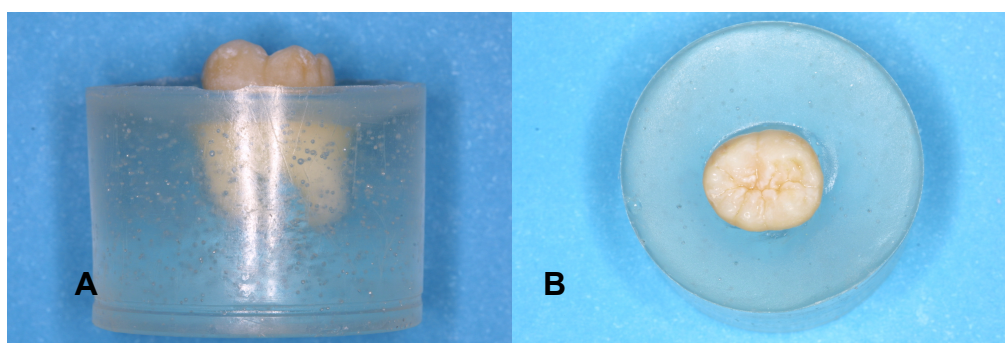
<b>Produto - Fabricante</b>	<b>Composição Química</b>
SingleBond 2 (3M ESPE, Saint Paul, MN, EUA) Lote: 5 CA	<b>Primer/Adesivo:</b> HEMA, Bis-GMA, água, etanol, DMA, fotoiniciador, ácido polialcenóico, ácido poliitacônico, 10 % (em peso) nanopartículas de sílica (5nm).
Prime&Bond NT (Dentsply, Konstanz, Alemanha) Lote: 0503000963	<b>Primer/Adesivo:</b> PENTA, acetona, sílica coloidal nanométrica, canforoquinona, resinas de di e tri-metacrilatos, hidrofluoreto de cetilamina
RelyX Temp NE (3M ESPE, Saint Paul, MN, EUA) Lote: 191415	Óxido de zinco, óleo de parafina, vaselina, ácido oleico, pigmento vermelho, colofônia modificada, ácido nonanócio, sílica, óleo de silicone e ácido acético.
Z 250 (3M ESPE, Saint Paul, MN, EUA) Lote: 5 J Y	Bis – GMA, UDMA, Bis – EMA, Zircônia/Sílica 60% (0,01 a 3,5 micrômetros)
Oxiblock (FGM, Joinville, SC, Brasil)	Glicerina, água DI, espessante, Fluoreto de Sódio

## 4.2. MÉTODOS

### 4.2.1. Obtenção dos corpos de prova para o teste de microtração

Terceiros molares extraídos por indicação terapêutica foram coletados junto à disciplina de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Após a extração, os dentes foram limpos com escova Robson e pedra pomes em baixa rotação sendo, em seguida, imersos em solução de cloramina a 2% para desinfecção permanecendo em recipientes fechados à 4 °C por um período de no máximo seis meses.

Durante o tempo de armazenamento, os dentes foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável Jet (Clássico Ind., São Paulo, SP) com auxílio de uma matriz de teflon em forma cilíndrica, de modo que a face oclusal do dente ficasse voltada para a parte superior da matriz.(FIGURA1)



**FIGURA 1** – Dente incluído em resina acrílica. A – vista lateral; B – vista oclusal

Logo em seguida, o cilindro de acrílico obtido foi fixado ao suporte metálico de uma politriz Struers DPU-10 (Panambra, São Paulo, SP) na qual a porção do acrílico contendo a face oclusal do dente foi desgastada com lixas de carbeto de silício 200 e 600 até a completa exposição da dentina. Decorrida esta etapa, o espécime foi colocado em ultra-som com água destilada por um período de 5 minutos para a remoção de resíduos de resina acrílica que pudessem estar depositados sobre a superfície dentinária desgastada.

Logo após, para um grupo de dentes foi aplicado o adesivo Single Bond 2 (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) e para o outro grupo, o adesivo Prime&Bond NT (Dentsply, Petrópolis, RJ) de acordo com as instruções do fabricante. Os adesivos foram fotoativados com uma unidade de luz halógena XL3000 (3M/ESPE, Alemanha) no intervalo de 450 - 500 mW/cm<sup>2</sup>, medido com radiômetro analógico (Demetron Kerr Corporation, Orange, CA, EUA). (FIGURA 2) A composição química dos materiais utilizados encontra-se especificada no QUADRO 1.



**FIGURA 2** – Sistemas adesivos utilizados – A - SingleBond 2 (3M ESPE) e B - Prime&Bond NT (Dentsply).

Para uma completa polimerização da camada adesiva, evitando a ação do contato com oxigênio na superfície, foi aplicada uma camada de gel hidrossolúvel de glicerina (Oxiblock, FGM, Joinville, SC) e polimerizada por mais 10 segundos. Após a ativação, o gel foi lavado com jatos de água e a superfície seca com ar comprimido. Os dentes dos grupos controle não receberam este bloqueador de oxigênio, e foram restaurados com blocos de resina composta imediatamente após a aplicação do adesivo conforme a técnica descrita no item 4.2.

Os dentes dos grupos de teste foram cobertos com uma camada oclusal de cimento provisório livre de eugenol. O cimento utilizado (RelyX Temp NE, 3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi disposto com 2 mm de espessura em toda a extensão oclusal.

Os dentes permaneceram em estufa de cultura, sob a temperatura de 37°C imersos em saliva artificial (SALIVAN - Apsen Farmacêutica, São Paulo, SP), pelo período de 48 horas (grupos a) e por 4 meses (grupos b). Após os períodos de armazenagem, os dentes foram aleatoriamente divididos nos seguintes grupos:

**QUADRO 2** - Grupos de estudo segundo tratamento de superfície, tempo de armazenagem e sistema adesivo.

<b>Grupos</b>	<b>Tratamento de Superfície</b>	<b>Tempo de Armazenagem</b>	<b>Sistema Adesivo</b>	<b>Resina composta</b>	<b>N</b>
G1a G1b	óx. de alumínio	48 horas 4 meses	SingleBond 2	Z 250 (3M)	20 20
G2a G2b	Ac. fosfórico 37%	48 horas 4 meses	SingleBond 2	Z 250 (3M)	20 20
G3a G3b	óx.de alumínio + ac. fosfórico	48 horas 4 meses	SingleBond 2	Z 250 (3M)	20 20
G4a G4b	Óx. alumínio	48 horas 4 meses	Prime&Bond NT	Z 250 (3M)	20 20
G5a	Ác. fosfórico 37%	48 horas	Prime&Bond NT	Z 250 (3M)	20

G5b		4 meses			20
G6a	óx. de alumínio + ac. fosfórico	48 horas	Prime&Bond NT	Z 250 (3M)	20
G6b		4 meses			
G7a	controle	48 horas	SingleBond 2	Z 250 (3M)	20
G7b		4 meses			
G8a	Controle	48 horas	Prime&Bond NT	Z 250 (3M)	20
G8b		4 meses			

Após a remoção do cimento provisório com colher de dentina, os dentes receberam os seguintes tratamentos de superfície:

#### **Grupos G1(a,b) e G4(a,b) - Microjateamento com Óxido de Alumínio (OX)**

Para a realização dos tratamentos de superfície destes grupos foi utilizado um dispositivo para aplicar o óxido de alumínio (Danville Eng., CA, EUA) com partículas de 50 µm sob pressão de 80 psi. A distância de aplicação foi padronizada em 2 cm com auxílio de um fio ortodôntico colocado na saída da ponteira do aparelho para microjateamento sob o tempo de aplicação de 10s. Logo após, foi realizada uma lavagem da superfície com *spray* de ar-água por 10 s.

#### **Grupos G2(a,b) e G5(a,b) – Ácido fosfórico (AC)**

Para a realização do tratamento de superfície destes grupos foi utilizado apenas o condicionamento da superfície com ácido fosfórico 37% (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) durante 15 s e, logo em seguida, a lavagem com jato de ar-água por 15s.

#### **Grupos G3(a,b) e G6(a,b) – Óxido de Alumínio + Ácido Fosfórico 37% (OXAC)**

A aplicação do óxido de alumínio foi realizada como descrito para ao grupos G1 e G4, seguido da aplicação de ácido fosfórico 37% como descrito para as grupos G3 e G6.

Nos grupos **G7(a,b)** e **G8(a,b)** não foi realizado o armazenamento com cimento provisório, sendo apenas aplicado o sistema adesivo e, em seguida, a confecção do bloco de resina composta (item 4.2.1.1).

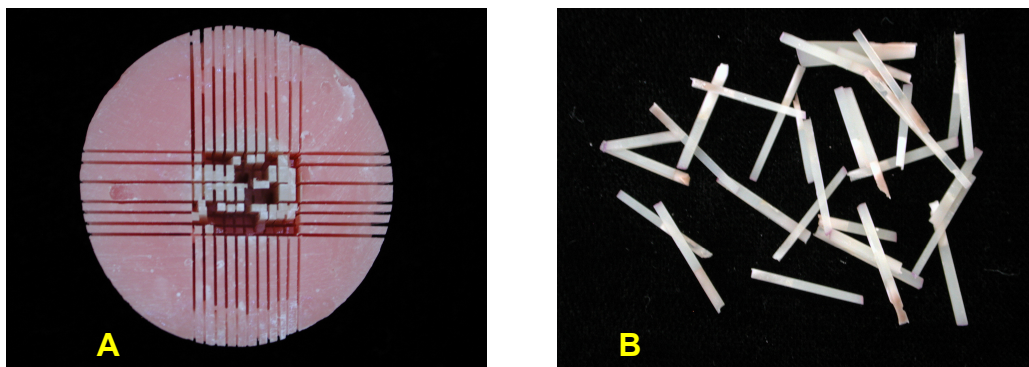
#### **4.2.1.1. Confecção do bloco de resina composta**

Após os tratamentos de superfície, uma nova camada de adesivo foi aplicada e fotoativada. Logo após, um bloco de resina composta (Z 250, 3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi construído em toda a extensão de adesivo. Este foi confeccionado com incrementos de 2 mm fotoativados individualmente, até formar 6 mm de altura em resina. A fotoativação foi proporcionada por aparelho XL 3000 (3M) na faixa de 450 - 500 mW/cm<sup>2</sup>, medido com radiômetro Demetron.

Os espécimes obtidos foram novamente armazenados em saliva artificial à 37°C por 48 horas. No término deste período, foram realizados os procedimentos de ensaio de resistência de união.

Os conjuntos dente / bloco de resina composta foram montados em uma máquina de cortes seriados Labcut 1010 (Extex, Londres, Inglaterra). Utilizando um disco diamantado Buehler com espessura de 0,3mm em rotação de 500 rpm e constante irrigação com água destilada foram realizados cortes seriados perpendiculares à interface adesiva, com

espessuras de aproximadamente 0,7 mm, nos sentidos vestibulo-lingual e méσιο-distal (FIGURA 4.3.1.1). Desta forma obtiveram-se os corpos de prova para o teste de microtração com formato de palitos em que a metade superior era constituída de resina composta e a inferior de dentina. Para aferição da área adesiva estes foram medidos com paquímetro digital (Mitutoyo).



**FIGURA 3** - Cortes longitudinais no sentido méσιο-distal e vestibulo-lingual (A) para a obtenção dos palitos (B).

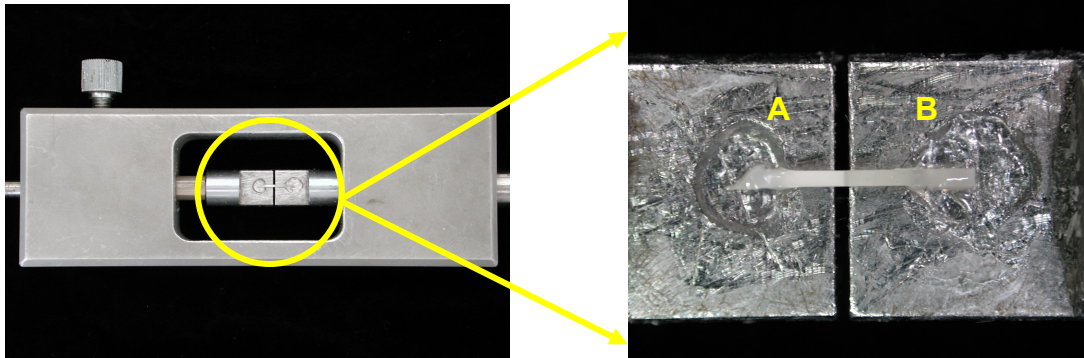
As amostras foram inspecionadas em lupa estereoscópica (Olympus, Tóquio, Japão) com 30X de aumento para avaliar se na área de adesão não havia a presença de bolhas ou falhas no processo adesivo. Os palitos que apresentaram falhas foram descartados.

#### **4.2.2. Ensaio de resistência à microtração**

Os espécimes selecionados foram afixados individualmente ao dispositivo de microtração com adesivo a base de cianoacrilato Superbond Gel (Loctite, São Paulo, SP) e Catalisador ZipKicker (Pacer, Rancho Cucamonga, CA, EUA) pelas suas extremidades, de forma a



posicionar a área adesiva perpendicularmente ao longo eixo da força de tração (**FIGURA 4**).



**FIGURA 4** - Posicionamento do corpo de prova no momento do ensaio mecânico de microtração – A - dentina; B - resina composta.

O teste foi realizado na máquina universal de ensaios EMIC DL-2000 (São José do Pinhais, PR) operada por computador através do software MTest a uma velocidade de 0,5 mm/min. Após o teste, as duas porções fraturadas foram removidas da máquina universal de ensaios e os fragmentos foram submetidos ao exame em microscopia eletrônica de varredura para determinar o tipo de falha ocorrido.

Para realização do ensaio de resistência de união as condições climáticas do laboratório foram monitoradas com auxílio de um termohigrômetro (TESTO, São Paulo, SP, Brasil) ficando na temperatura de  $21 \pm 2^\circ \text{C}$  e umidade relativa de 50-55%.

#### **4.2.3. Preparo das amostras para observação em microscópio eletrônico de varredura**

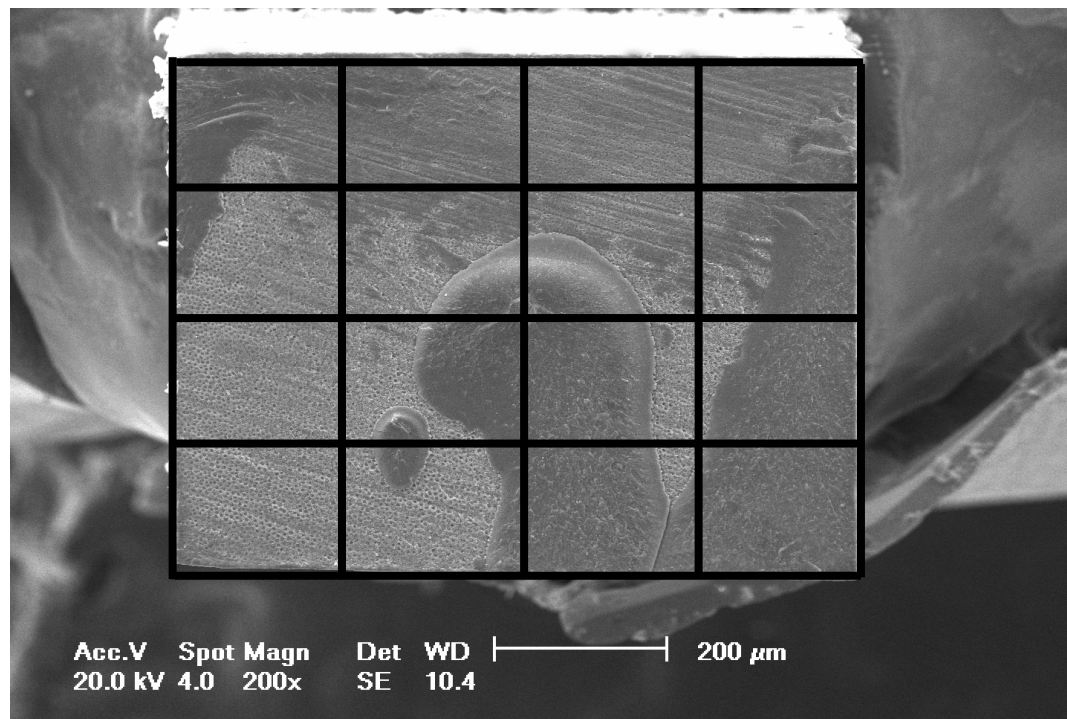
#### 4.2.3.1. Avaliação do tipo de fratura – Fractografia

Após a fratura dos corpos de prova no ensaio de microtração, as extremidades correspondentes à dentina foram imersas em glutaraldeído 2,5% por 12 horas à 4°C para fixação, submetidos à solução tampão de cacodilato de sódio 0,2M com pH 7,4 por 1 hora, e lavados em água destilada por três vezes durante 1 minuto. Para a desidratação, os espécimes foram imersos em álcool etílico com concentrações de 25% por 20 minutos, 50% por 20 minutos, 75% por 20 minutos, e 95% por 20 minutos), e secos em ambiente contendo sílica à temperatura de 37 °C. Os espécimes foram fixados em “stubs” com auxílio de uma tira metálica que permitiu que estes ficassem com a interface voltada para cima. Após, as amostras foram submetidas à metalização com ouro a 10mA por 1 minuto podendo assim ser observadas no microscópio eletrônico de varredura (Philips modelo XL30) em aumentos de 200 X a 15000 X.

Após a análise em MEV, o tipo de fratura foi avaliado e classificado de acordo com o proposto por ARMSTRONG, 2001 nos seguintes tipos: **interfacial** (coesiva na base ou topo de camada híbrida, coesiva no adesivo), **coesiva em dentina**, **coesiva em resina composta** e **mista** quando mais de um tipo estivesse presente. A falha do tipo interfacial diz respeito à soma das falhas do tipo base de camada híbrida, topo de camada híbrida e coesiva em adesivo. A falha do tipo mista corresponde à presença de falha interfacial e coesiva em resina composta e/ou em dentina.

Adicionalmente, as imagens digitais obtidas pela microscopia foram analisadas através do programa Image Tool 3.0 UTHSCSA (University of Texas Health Science Center in San Antonio) e computador Pentium III 3.0 GHz com auxílio de mesa digitalizadora Genius Newsketch 1212 HRIII, em termos de área relativa para cada padrão de falha, sendo estes expressos em porcentagem em relação à área total do corpo de prova. Para auxiliar nesta determinação foi realizada uma grade sobre cada fotomicrografia com aumento de 200X de modo que em cada quadrado foi determinado o material predominante (adesivo, resina composta ou dentina). No final foram somados cada quadrado e divididos pelo número total de quadrados de cada imagem (MEV). **(FIGURA 5)**

Os aumentos maiores foram utilizados apenas para confirmação dos achados em menor aumento.



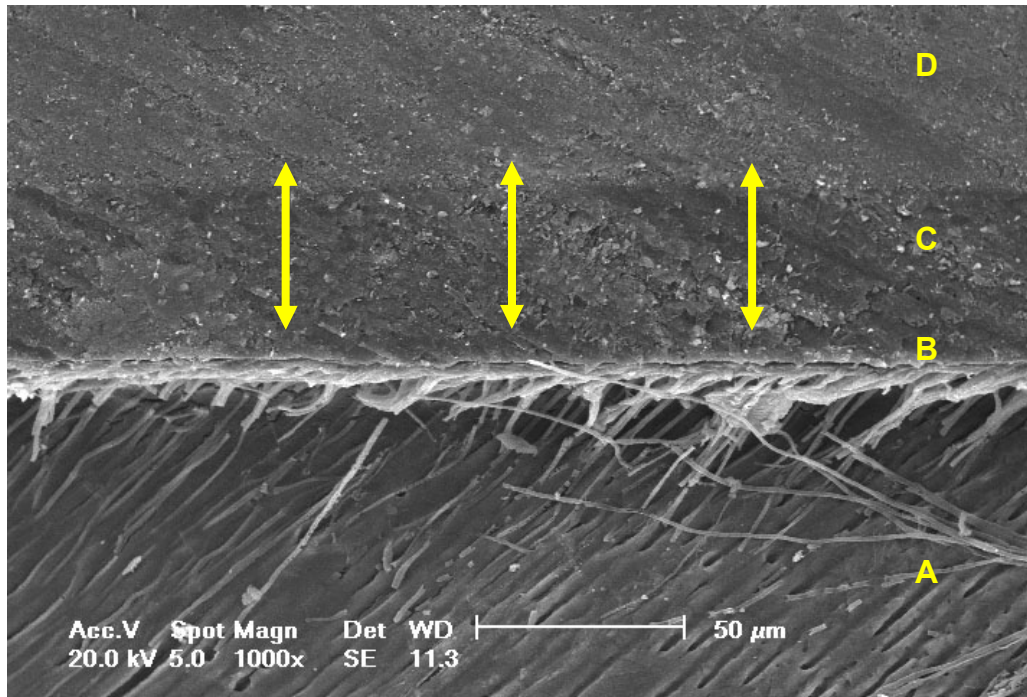
**FIGURA 5** - Grade posicionada sobre a fotomicrografia com aumento de 200X.

#### 4.2.3.2. Avaliação da Espessura da Camada Adesiva

Para a análise da espessura de camada adesiva no microscópio eletrônico de varredura foram confeccionados corpos de prova semelhantes aos dos grupos de microtração, porém estes foram seccionados paralelamente ao longo eixo do dente deixando exposta a interface dentina/adesivo. Cada hemiface do corpo de prova sofreu o seguinte tratamento: imersão em ácido clorídrico 6N por 30 s, lavagem em água destilada por 1 min, imersão em NaOCl 12% por 5 minutos. Foi realizado o ciclo de secagem em etanol nas concentrações de 25%, 50%, 75% e 100%, permanecendo o corpo de prova durante 3 minutos em cada solução. As amostras permaneceram durante 5 minutos sobre papel absorvente antes de serem colocadas em recipientes semiabertos possibilitando a evaporação do álcool e evitando o contato com impurezas do ar. Após 24 horas, as amostras foram colocadas em um dessecador com sílica para absorção da umidade até a montagem em “stubs” e metalização com ouro a 10mA por 1 minuto podendo assim ser observados no microscópio eletrônico de varredura (Phillips modelo XL30) em aumentos de 1000 X e 2000 X.

Para a medição da espessura de camada adesiva foi utilizado o software Image Tool (UTHSCSA) calibrado para a leitura em micrometros. Foi medida a espessura da camada adesiva do topo da camada híbrida à base da resina composta. (FIGURA 6) Foram realizadas 10 medições em

cada corpo de prova, e destes valores calculadas as médias e desvios padrão de cada grupo de teste.



**FIGURA 6** – Fotomicrografia da camada adesiva (aumento 1000x – escala 50μm). Setas – região onde foi obtida a medida da camada adesiva. A – dentina; B – camada híbrida; C – camada adesiva; D – resina composta.

#### 4.2.4. Análise Estatística

Os resultados obtidos no teste de resistência à microtração foram submetidos ao tratamento estatístico através de Modelo Linear Geral (GLM) com fatores fixos (adesivos, tratamento de superfície e tempo de armazenagem) seguido do teste de Tukey ao nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

Os resultados de espessura de adesivo foram submetidos à análise estatística com ANOVA e teste de Tukey com nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

---

## **5.RESULTADOS**

## 5. RESULTADOS

Após a aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk observou-se que a distribuição dos resultados foi normal e, sendo assim, possível o uso de um teste paramétrico para determinar se houve ou não diferença estatística entre os grupos estudados.

Na Tabela 1 observam-se os resultados do teste estatístico de modelo linear geral univariado considerando como variáveis os adesivos, o tempo e tratamentos de superfície.

**TABELA 1 – Resultados do Modelo Linear Geral Univariado (GLM)**

Fonte	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	Sig.	Poder do teste
Correção	30404,260(b)	15	2026,951	33,151	0,001	1,000
Interceptação	374110,400	1	374110,400	6118,536	0,001	1,000
Adesivos	31,482	1	31,482	0,515	0,474	0,110
Tempos	26,675	1	26,675	0,436	0,509	0,101
Tratamentos	29685,137	3	9895,046	161,832	0,001	1,000
adesivos * tempos	4,601	1	4,601	0,075	0,784	0,059
adesivos * tratamentos	600,823	3	200,274	3,275	0,021	0,747
Tempos * tratamentos	33,051	3	11,017	0,180	0,910	0,083
adesivos * tempos * tratamentos	22,492	3	7,497	0,123	0,947	0,072
Erro	18587,707	304	61,144			
Total	423102,367	320				
Total Corrigido	48991,967	319				

Nível de confiança: 95%

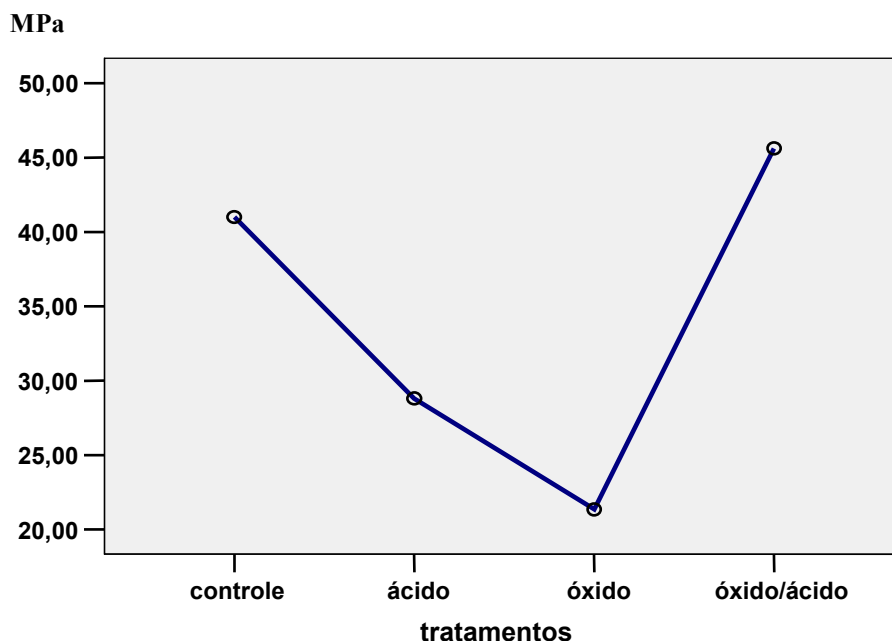


A observação da Tabela 1 nos permite dizer que no comportamento geral, considerando todos os grupos, não houve diferença estatística significativa entre os adesivos Single Bond2 e Prime & Bond NT ( $p=0,474$ ). Para os tempos estudados, 48 horas e 4 meses, também não houve diferença estatística significativa ( $p=0,509$ ). No entanto, foi possível observar que entre os tratamentos houve diferença estatisticamente significativa ( $p<0,001$ ). A Tabela 2 apresenta o teste de Tukey entre os tratamentos aplicados considerando todos os grupos estudados:

**TABELA 2** – Comparação entre os tratamentos através do teste de Tukey

Tratamentos	Médias *		Intervalo de confiança 95%	
	(MPa)	DP	Limite inferior	Limite superior
Óxido	21,34 <sup>(c)</sup>	0,88	19,62	23,06
Ácido	28,80 <sup>(b)</sup>	0,88	27,08	30,52
Controle	40,81 <sup>(a)</sup>	1,72	37,43	44,19
Óxido/ácido	45,62 <sup>(d)</sup>	0,88	43,89	47,34

\* médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística significativa para Tukey ( $p<0,05$ )



**FIGURA 7** - Ilustração gráfica do comportamento geral, segundo o teste de Manova, dos tratamentos de superfície considerando todos os grupos estudados.

Observa-se através da Figura 7 e Tabela 2 que o tratamento mais efetivo foi a combinação do jateamento com óxido de alumínio e ácido fosfórico 37%.

As médias obtidas no teste de resistência de união à microtração sobre dentina dos diferentes tratamentos de superfície e tempos de armazenagem estão dispostas na Tabela 3, Figura 8, 9 e 10.

As tabelas e gráficos obtidos através dos testes estatísticos estão expressos no ANEXO 2.

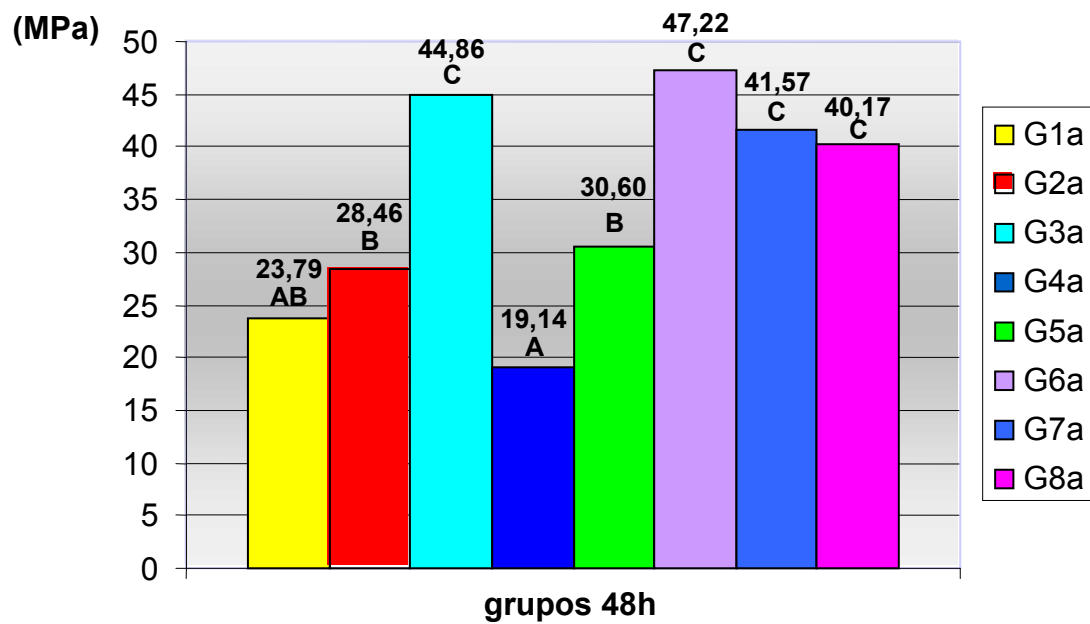
**TABELA 3** - Valores médios de resistência de união (MPa) obtidos no ensaio de microtração, área adesiva (mm) e média da espessura da camada de adesivo ( $\mu\text{m}$ ).

Grupos	n	média * (MPa)	d.p	c.v	área ( $\text{mm}^2$ ) $\pm$ d.p	espessura média de adesivo * ( $\mu\text{m}$ )
G1a	20	23,79 <b>AB</b>	5,92	28,33	0,51 $\pm$ 0,08	31,34 <b>d</b>
G1b	20	23,93 <b>AB</b>	5,49	24,01	0,52 $\pm$ 0,05	
G2a	20	28,47 <b>B</b>	6,57	26,29	0,50 $\pm$ 0,08	58,31 <b>a</b>
G2b	20	27,84 <b>B</b>	3,31	25,68	0,48 $\pm$ 0,09	
G3a	20	44,86 <b>C</b>	10,49	27,12	0,51 $\pm$ 0,06	35,71 <b>c</b>
G3b	20	44,37 <b>C</b>	9,07	25,68	0,54 $\pm$ 0,05	
G4a	20	19,14 <b>A</b>	4,76	27,64	0,51 $\pm$ 0,06	28,35 <b>e</b>
G4b	20	18,51 <b>A</b>	4,64	28,46	0,52 $\pm$ 0,08	
G5a	20	30,60 <b>B</b>	5,48	23,45	0,52 $\pm$ 0,06	54,42 <b>b</b>
G5b	20	28,30 <b>B</b>	3,95	22,01	0,51 $\pm$ 0,05	
G6a	20	47,22 <b>C</b>	10,11	28,63	0,50 $\pm$ 0,04	32,51 <b>d</b>
G6b	20	46,02 <b>C</b>	10,33	27,04	0,52 $\pm$ 0,03	
G7a	20	41,57 <b>C</b>	6,91	23,57	0,51 $\pm$ 0,04	28,53 <b>e</b>
G7b	20	41,21 <b>C</b>	9,32	28,46	0,53 $\pm$ 0,07	
G8a	20	40,17 <b>C</b>	10,35	25,43	0,49 $\pm$ 0,06	25,23 <b>f</b>
G8b	20	41,04 <b>C</b>	11,21	28,73	0,52 $\pm$ 0,04	

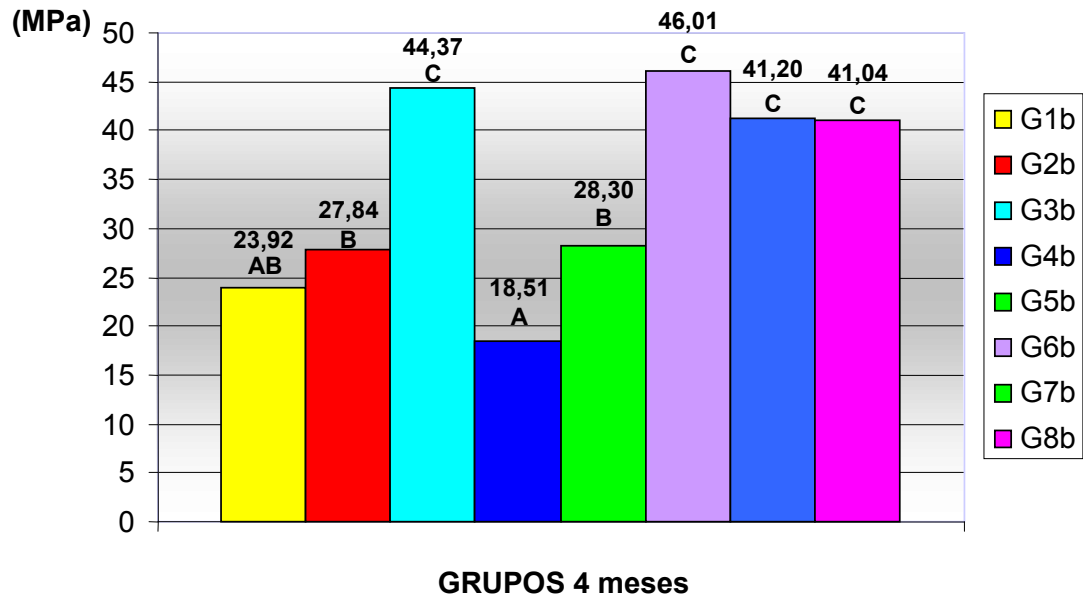
\* Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística para Tukey ( $p < 0,05$ )

A área adesiva média testada neste estudo foi de 0,51 mm<sup>2</sup> com desvio padrão de 0,06 mm.

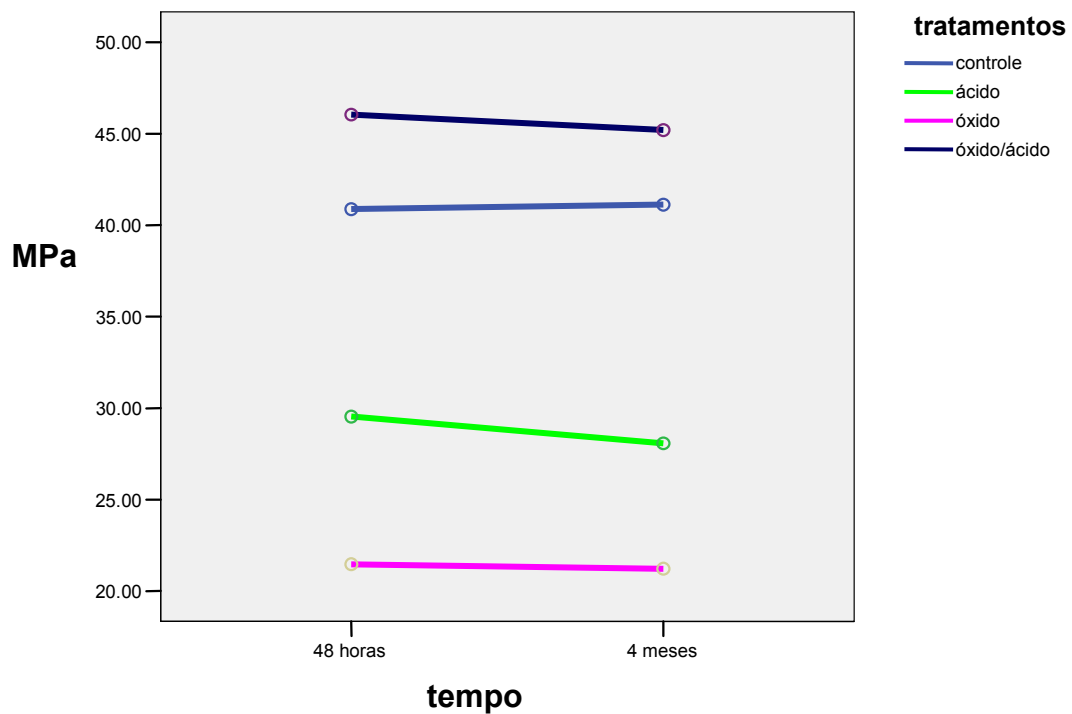
A espessura da camada adesiva foi medida em 10 diferentes pontos do corpo de prova de cada grupo, tendo sido calculada a média e o desvio padrão entre esses pontos para cada grupo testado.



**FIGURA 8** - Gráfico dos valores médios de resistência de união (MPa) dos grupos de 48h.



**FIGURA 9** - Gráfico dos valores médios de resistência de união (MPa) dos grupos de 4 meses.



**FIGURA 10** - Comportamento da resistência de união em função do método de tratamento de superfície e tempo de armazenamento.

Na análise de superfície de ruptura observaram-se 4 tipos de falhas. Falhas do tipo interfacial, mista, coesivas em dentina e coesivas em resina composta. A falha do tipo mista foi predominante neste trabalho.

**(FIGURAS 11 à 18)**

Os valores percentuais de falhas de acordo com os grupos testados está descrito nas TABELAS 4 e 5.

**TABELA 4** – Distribuição (%) dos tipos de falha encontrados em cada grupo relacionado aos valores médios de resistência de união (MPa).

GRUPOS	MÉDIAS * (MPa)	TIPO DE FALHA				
		Interfacial	Mista	Dentina	RC	Total
1a	23,79 <b>AB</b>	40%	60%	-	-	100%
1b	23,93 <b>AB</b>	35%	65%	-	-	100%
2a	28,47 <b>B</b>	50%	45%	-	5%	100%
2B	27,84 <b>B</b>	60%	40%	-	-	100%
3a	44,86 <b>C</b>	-	95%	-	5%	100%
3B	44,37 <b>C</b>	-	95%	-	5%	100%
4a	19,14 <b>A</b>	30%	70%	-	-	100%
4B	18,51 <b>A</b>	25%	75%	-	-	100%
5a	30,60 <b>B</b>	50%	50%	-	-	100%
5B	28,30 <b>B</b>	50%	45%	-	5%	100%
6a	47,22 <b>C</b>	-	100%	-	-	100%
6B	46,02 <b>C</b>	-	90%	5%	5%	100%
7a	41,57 <b>C</b>	-	95%	-	5%	100%
7B	41,21 <b>C</b>	-	90%	5%	5%	100%
8a	40,17 <b>C</b>	-	90%	5%	5%	100%
8B	41,04 <b>C</b>	-	95%	-	5%	100%
Total		21%	75%	1%	3%	100% n= 320

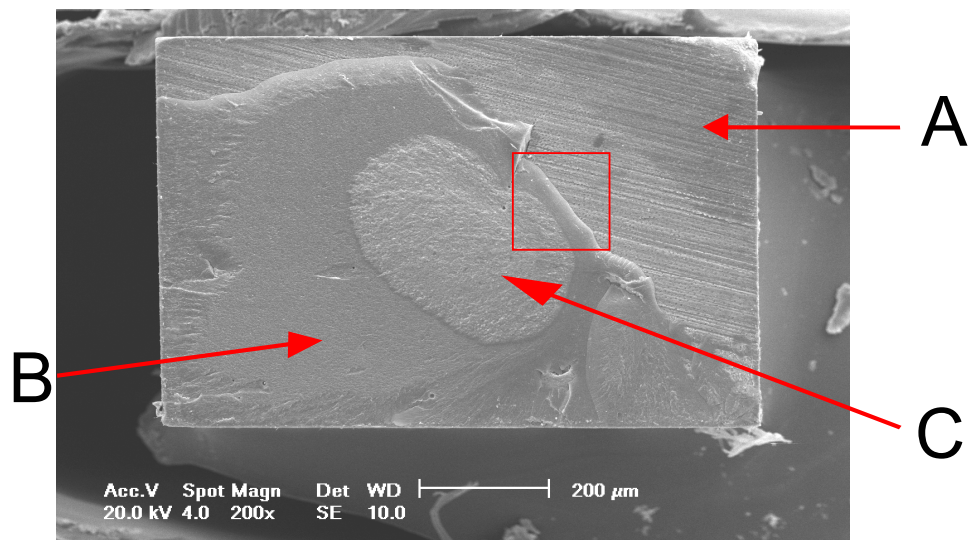
\* Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística para Tukey (p<0,05)

Os modos de falha medidos através do programa Image Tool 3.0 em termos de área relativa em relação ao total de área adesiva, por corpo de prova em cada grupo, encontram-se no ANEXO 3.

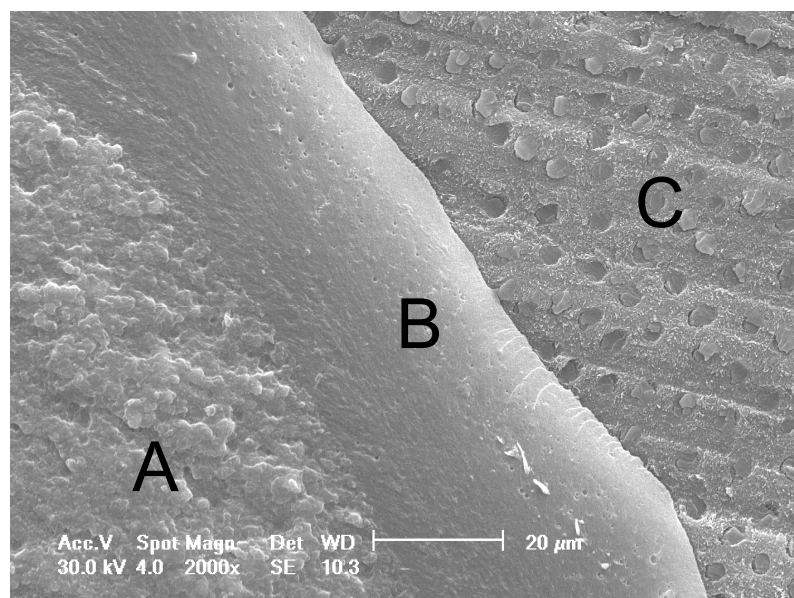
**TABELA 5** - Percentual de falha considerando a localização da fratura

Grupos	Tratamento de superfície	RC(%)	Dentina (%)	Base CH (%)	Topo CH (%)	Adesivo (%)	n
G1a	óx. de alumínio	8,91	2,06	43,14	29,66	16,22	20
G1b		17,75	-----	45,46	22,85	13,92	20
G2a	Ac. fosfórico 37%	17,22	8,06	7,19	48,50	19,01	20
G2b		9,25	-----	4,04	72,35	14,34	20
G3a	óx.de alumínio + ac. fosfórico	57,47	1,96	1,53	12,18	26,85	20
G3b		68,63	3,79	1,16	3,88	22,53	20
G4a	Óx. alumínio	18,60	-----	46,15	22,60	12,64	20
G4b		10,77	1,04	40,45	31,57	16,15	20
G5a	Ác. fosfórico 37%	6,39	-----	3,46	65,23	24,92	20
G5b		17,15	0,52	6,81	55,52	20	20
G6a	óx. de alumínio + ac. fosfórico	66,38	4,75	1,07	4,33	23,44	20
G6b		57,96	2,03	1,60	11,96	26,42	20
G7a	controle	65,69	1,57	1,34	4,39	27,01	20
G7b		57,69	10,30	0,41	13,01	18,56	20
G8a	controle	46,66	5,13	6,63	17,29	24,09	20
G8b		58,83	2,66	3,29	12,38	22,83	20

RC - resina composta; CH - camada híbrida

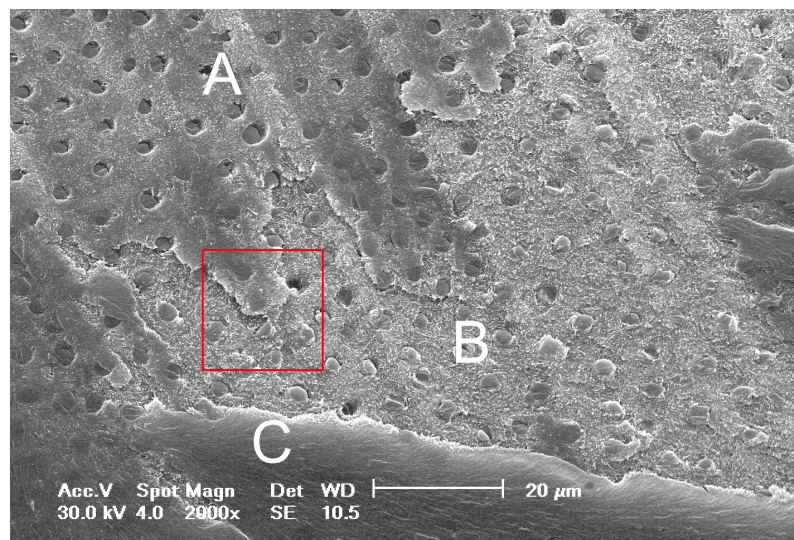


**FIGURA 11** - Fotomicrografia em MEV (200 X de aumento) de corpo de prova com presença de falha mista. A) Falha em topo de camada híbrida. B) Falha coesiva no adesivo. C) Falha coesiva em resina composta. Área demarcada presente em maior aumento na **FIGURA 12**.

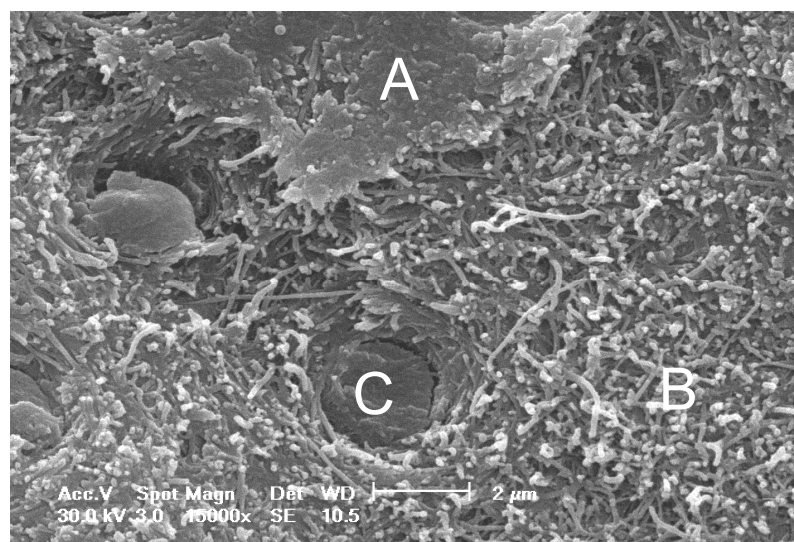


**FIGURA 12** - Fotomicrografia em MEV (2000 X de aumento) de padrão de falha mista. A) Coesiva em resina composta B) Coesiva em adesivo. C) Coesiva em topo de camada híbrida

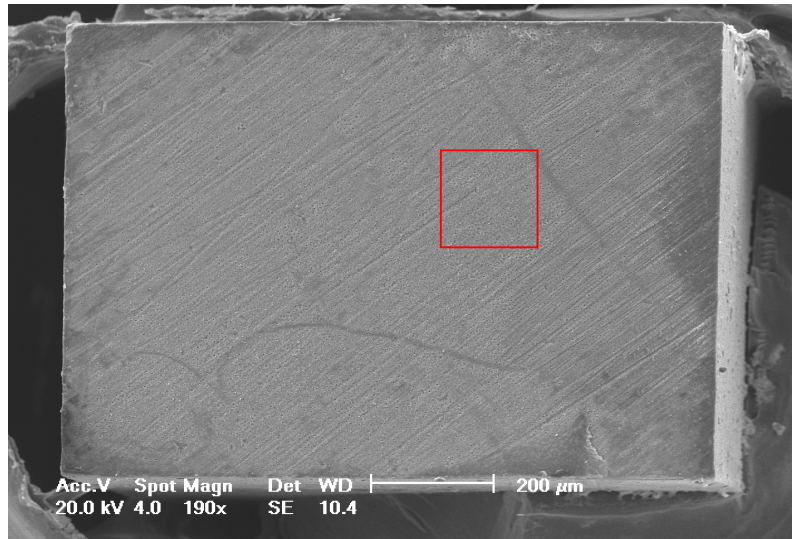




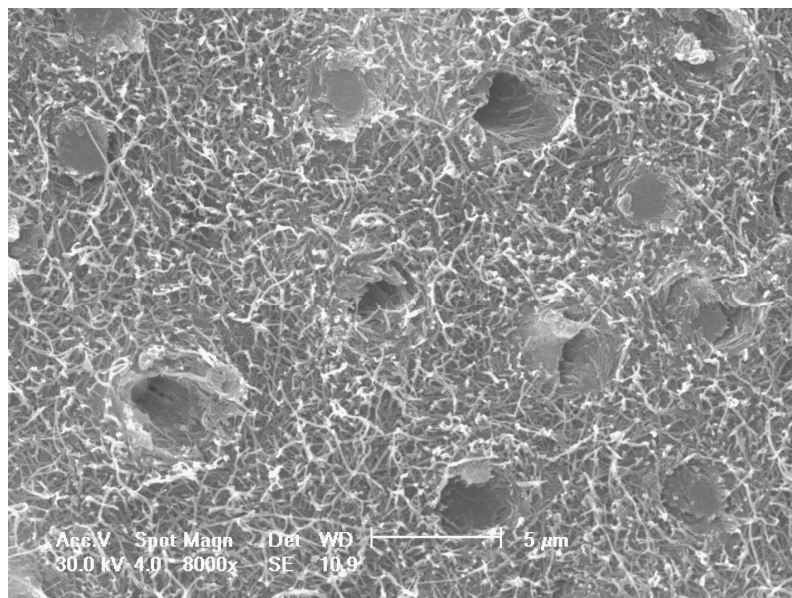
**FIGURA 13** - Fotomicrografia em MEV (2000 X de aumento) de padrão de falha interfacial. A) Falha coesiva em topo de camada híbrida B) Falha coesiva em base de camada híbrida C) Falha coesiva em adesivo. Área demarcada presente em maior aumento na **FIGURA 14**.



**FIGURA 14** - Fotomicrografia em MEV (15000 X de aumento) de padrão de falha interfacial. A) Falha coesiva em topo de camada híbrida B) Falha coesiva em base de camada híbrida C) Tag de resina.

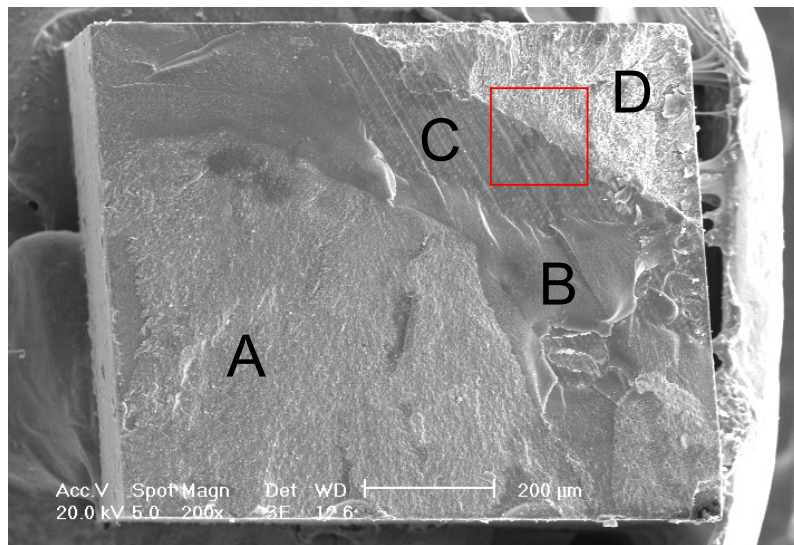


**FIGURA 15** - Fotomicrografia em MEV (190 X de aumento) de falha do tipo interfacial pura (coesiva em base de camada híbrida). Área demarcada presente em maior aumento na **FIGURA 16**.

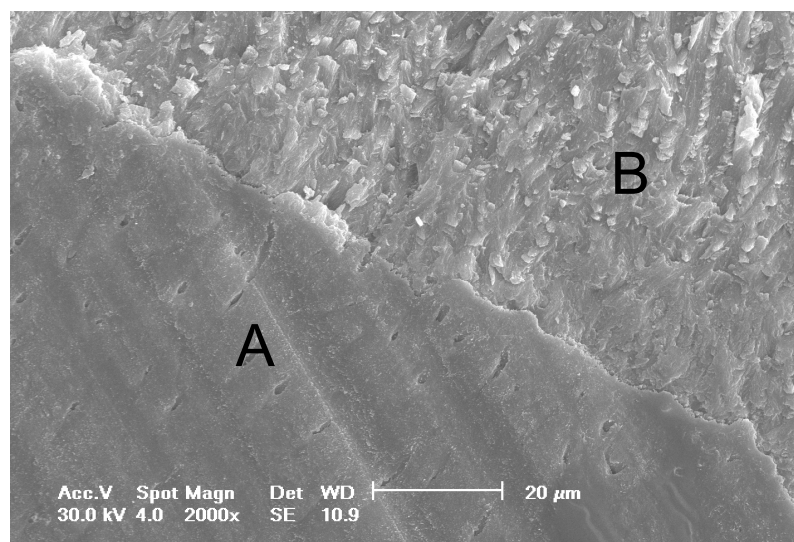


**FIGURA 16** - Fotomicrografia em MEV (8000 X de aumento) de falha do tipo interfacial pura (coesiva em base de camada híbrida).





**FIGURA 17** - Fotomicrografia em MEV (200 X de aumento) de corpo de prova com presença de falha mista. A) Falha coesiva em resina composta. B) Falha coesiva no adesivo. C) Falha em topo de camada híbrida. D) Falha coesiva em dentina. Área demarcada presente em maior aumento na **FIGURA 18**.



**FIGURA 18** - Fotomicrografia em MEV (2000 X de aumento) de falha do tipo mista. A) falha coesiva em topo de camada híbrida B) Falha coesiva em dentina.

---

## **6. DISCUSSÃO**

## 6. DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo a hipótese de nulidade foi rejeitada, pois houve diferença na resistência de união dos sistemas adesivos Single Bond e Prime & Bond NT tratados superficialmente com ácido fosfórico e/ou jateamento com óxido de alumínio. A explicação do fato ocorrido parece estar correlacionada a uma série de fatores. Para o melhor entendimento, consideremos que o tecido dentinário recém-cortado é o substrato ideal para a adesão dentinária. Porém, segundo alguns autores, quando a dentina é contaminada com cimentos provisórios pode ocorrer diminuição na resistência de união e isto parece ser mais crítico em sistemas adesivos que não removem completamente a lama dentinária (PAUL et al., 1997; MAGNE et al., 2005).

Na técnica de pré-hibridização, também chamada de “selamento dentinário imediato” (SDI), o risco de contaminação da dentina pelo cimento provisório é evitado pela formação da camada híbrida logo após o preparo (PASHLEY et al., 1992; BERTSCHINGER et al., 1996; DIETSCHI et al., 2002; STAVRIDAKIS et al., 2005; MAGNE, 2005). Além disso, a resistência de união pode ser aumentada (MAGNE et al., 2005) através da aplicação de uma segunda camada de adesivo no momento da cimentação definitiva, que por ficar mais espessa, pode funcionar como uma camada de relaxamento do estresse gerado na mastigação (VAN MEERBEEK et al., 2001; DIETSCHI et al., 2003). Segundo estes princípios, a técnica de SDI parece apresentar algumas propriedades

físicas semelhantes à técnica de recobrimento com resina de alto escoamento proposta por alguns autores (DIETSCHI et al., 2003).

A pré-polimerização de sistemas adesivos na confecção de restaurações diretas é uma técnica já estabelecida, no entanto, o mesmo não é verdadeiro para a cimentação de restaurações indiretas. Pela técnica clássica de cimentação adesiva, um sistema adesivo de polimerização dual deveria ser utilizado para evitar a desadaptação da restauração provocada pela espessura de película da camada de adesivo (STAVRIDAKIS et al., 2005). Porém, pode ocorrer o colapso da camada híbrida não polimerizada causado pela pressão gerada durante a colocação ou assentamento da restauração. Isso acarreta a diminuição do conteúdo de resina impregnada nas fibras colágenas fragilizando a camada híbrida formada (MacCABE et al., 1994; FRANKENBERG et al., 1999). Este fato pode determinar a presença de sensibilidade pós-operatória, menor resistência de união, e maior formação de valamento na interface de união (PASHLEY et al., 1992; CHRISTENSEN G., 2000; DIETSCHI et al., 2002).

Seguindo a orientação dos estudos de MAGNE et al. (2005) e STAVRIDAKIS et al. (2005) foi utilizado um gel de glicerina solúvel em água para possibilitar uma polimerização mais efetiva da camada adesiva, sem que ocorra a inibição desta pelo oxigênio. Esta manobra evita que haja interação dos sistemas adesivos utilizados com o material de moldagem (principalmente os poliéteres) e com o material de temporização.

Este trabalho utilizou dois sistemas adesivos com diferentes composições químicas, porém ambos com partículas de carga, pois segundo MAGNE et al. (2005) o SDI deveria ser realizado com um sistema adesivo dentinário com carga para evitar que o procedimento de micro-jateamento destrua a camada híbrida obtida.

Os sistemas adesivos utilizados foram os seguintes: Single Bond 2 (3M ESPE) – sistema adesivo dentinário com carga de nanopartículas, que emprega o condicionamento simultâneo de esmalte e dentina previamente à aplicação do primer/adesivo (frasco único) e Prime&Bond NT (Dentsply) – sistema adesivo dentinário, com condicionamento ácido total e de frasco único (primer/adesivo), com adição de nanopartículas na composição.

O acréscimo de diferentes tipos de partículas inorgânicas aos adesivos faz com que o valor do módulo de elasticidade do adesivo aumente. Porém, apesar da maior rigidez do material, a adição de partículas de carga, proporciona uma melhor distribuição das forças oclusais na camada adesiva, sendo capaz também de distribuir e dissipar a força de contração gerada durante a polimerização das resinas compostas (NAKABAYASHI e PASHLEY, 1998; DAUVILLIER et al., 2000; HALLER, 2000; VAN MEERBEEK et al., 2001).

O sistema adesivo Prime&Bond NT, utilizado neste estudo, apresenta a acetona como diluente em sua composição. Este diluente apresenta evaporação rápida, apresentando, após a aplicação, visíveis áreas com falhas de adesivo. Isso pode causar a formação de uma camada adesiva muito fina e irregular, portanto, estes devem ser aplicados

em mais camadas até que a superfície adesiva fique visualmente homogênea.

O sistema adesivo Single Bond 2, também utilizado neste trabalho, apresenta como diluente a água, o que faz com que a evaporação deste seja mais lenta e a camada adesiva formada seja mais uniforme. Além disso, a etapa de secagem pós-condicionamento com ácido fosfórico não é tão crítica devido à capacidade que este adesivo apresenta de reidratar a rede de colágeno caso esta seja demasiadamente seca. Essa capacidade de manter as fibras colágenas hidratadas é fundamental para que os monômeros possam permear por entre elas e formar a camada híbrida (NAKABAYASHI et al., 1982; ERICKSON, 1992; EICK et al., 1993; TERADA, 2001; VAN MEERBEEK et al., 2001).

A resistência de união dentinária aumenta com o passar do tempo, devido à complementação do processo de copolimerização que ocorre em diferentes monômeros. Portanto, quando a técnica de SDI é utilizada em restaurações adesivas indiretas, devido à cimentação posterior da restauração definitiva e postergação da presença de carga oclusal, a adesão dentinária pode ser completada sem estresse, resultando em um aumento na adaptação da restauração. Por esse motivo é necessário que, após a confecção dos corpos de prova, seja aguardado um período entre 24 horas e uma semana para a realização dos testes mecânicos.

Segundo REIS et al. (2004), os melhores resultados de resistência de união foram encontrados nos grupos que permaneceram uma semana armazenados em água, enquanto que os grupos que permaneceram armazenados apenas 10 minutos apresentaram os menores resultados. A



maioria dos estudos que empregam o teste de microtração aguarda um período de 24 – 48 horas para a realização dos testes corroborando o período de armazenagem selecionado neste estudo.

Outro fator que pode interferir nos valores de resistência de união é a velocidade de corte empregada no momento da confecção dos “palitos”. Segundo REIS et al. (2004) velocidades mais altas (em torno de 500 RPM) geram menor estresse na interface adesiva e maiores resultados de resistência de união. Baseado neste estudo todos os corpos de prova utilizados para este trabalho foram seccionados em velocidade máxima na máquina de corte LabCut 1010, ficando esta entre 500-512 RPM.

Atualmente os ensaios mecânicos têm grande relevância no lançamento de novos produtos no mercado odontológico. Com a crescente formulação de novos materiais, principalmente para a área de Dentística, a indústria de ensaios laboratoriais também evoluiu, pois a realização de estudos clínicos tornou-se inviável pelo tempo necessário para avaliar os materiais adesivos, alto custo, além de dificuldades técnicas relativas aos hábitos específicos de cada paciente (VAN NOORT, 1994).

Os dentes e materiais restauradores, quando submetidos às forças mastigatórias, sofrem a influência principalmente de cisalhamento, tração e compressão, sendo possível simular a ação de cada força em laboratório. Os testes de cisalhamento e tração, segundo AL-SALEHI e BURKE (1997), são os mais amplamente empregados em estudos de resistência de união, porém trabalhos como o de VAN NOORT et al. (1989) mostram, que tanto o ensaio de tração quanto o de cisalhamento, possuem uma distribuição de estresse na interface adesiva altamente não-uniforme. Esta

distribuição foi sensível a fatores como módulo de elasticidade, formato e tamanho do cilindro de resina composta e forma como a tensão é aplicada, com o ensaio de cisalhamento sendo particularmente sensível a este último fator.

Dentre os ensaios de simulação, a microtração tem ganhado espaço cada vez maior, pois se destaca pela simplicidade e rapidez, além de necessitar de um reduzido número de dentes e de ter uma melhor distribuição de forças no momento da sua realização. Este tipo de método de simulação apresenta também como vantagens a possibilidade de determinar valores elevados de resistências de união com poucas falhas coesivas em dentina, apresentando predominância de falhas na interface adesiva, além de permitir múltiplas avaliações em um mesmo dente diminuindo a variabilidade causada pelo substrato (SANO et al., 1994). Além disso, vantagens como menor coeficiente de variação, habilidade de medir resistências de união regionais em áreas muito pequenas ou irregulares, e facilitar o exame de falha por MEV foram determinantes para a escolha deste tipo de teste (PASHLEY et al., 1995; CARDOSO, 1998; SCHREINER et al., 1998; PASHLEY et al., 1999; CARRILHO et al., 2002).

Neste estudo, bem como nos estudos recentes de microtração encontrados na literatura, as amostras foram confeccionadas em forma de “palito” com uma área de adesão de  $0,51 \text{ mm}^2 (\pm 0,06)$ . (CARVALHO et al., 1994; SHONO et al., 1997; PHRUKKANON et al., 1998; CASTRO et al., 2001; NUNES et al., 2001; TAVARES, 2002; MASOTTI, 2002; CARRILHO et al., 2002).

Com o emprego da técnica de SDI existe a necessidade de limpar a superfície de adesivo contaminada pelo cimento provisório e saliva previamente ao procedimento adesivo utilizado para a cimentação definitiva.

Segundo MAGNE et al. (2005b), uma limpeza meticulosa da camada de adesivo deve ser realizada com micro-jateamento com óxido de alumínio, antes do procedimento de cimentação, para que o cimento provisório seja removido completamente. Os mesmos autores relataram a utilização de pedra pomes ou ponta diamantada em baixa rotação para criar rugosidades como alternativa para limpar a superfície pré – hibridizada. Já STAVRIDAKIS et al. (2005), em trabalho de avaliação do efeito de limpeza da superfície pré-hibridizada, demonstrou que com o micro - jateamento com óxido de alumínio se consegue uma limpeza de superfície mais homogênea quando comparada com pedra pomes.

Portanto, devido a falta de padronização deste procedimento, neste trabalho foram empregados 3 técnicas de limpeza da superfície adesiva após a remoção do cimento resinoso com curetas. Foram estas: aplicação de ácido fosfórico 37%, aplicação de micro - jateamento com óxido de alumínio, e a combinação dos dois procedimentos sendo aplicado primeiramente o micro - jateamento e posteriormente o ácido fosfórico.

Os resultados dos testes de microtração mostraram que entre os diferentes tratamentos de superfície da camada pré-hibridizada os grupos que receberam micro – jateamento com óxido de alumínio + ácido fosfórico apresentaram os melhores resultados.

Não houve diferença estatística significativa entre os tempos de armazenagem (48h e 4 meses) e os sistemas adesivos (Prime&Bond NT e Single Bond 2) entre os mesmos grupos de tratamento de superfície.

Resultados semelhantes foram encontrados para os quatro grupos controle (técnica adesiva direta - 48h e 4 meses). Apesar de apresentarem médias inferiores, não houve diferença estatística significativa quando comparados com os grupos óxido + ácido.

Resultados semelhantes de resistência de união na presença de selamento dentinário imediato (pré-hibridização) foram encontrados por uma série de autores (MAGNE et al., 2005b; OZTURK et al., 2003; PAUL et al., 1997; BERTSCHINGER et al., 1996).

As médias de resistência de união encontradas para os grupos que receberam apenas óxido como tratamento (1A, 1B, 4A e 4B) foram as mais baixas, não havendo diferença estatística significativa entre os mesmos, independente do tipo de sistema adesivo e tempo de armazenagem (TABELA 3). Os valores de resistência de união significativamente mais baixos encontrados para os grupos de tratamento com óxido (1A, 1B, 4A e 4B) podem ser explicados pela possibilidade de redução da espessura e resistência coesiva da camada adesiva provocada pela aplicação do micro-jateamento com óxido de alumínio. Esta teoria pode ser embasada pelos resultados encontrados por STAVRIDAKIS et al. (2005), que relatou que a aplicação de micro-jateamento, por período de apenas 5 segundos, gerou uma diminuição na espessura de película em uma variação de 0 a 60  $\mu\text{m}$ , havendo o risco de remoção completa da camada adesiva durante o procedimento de limpeza do cimento provisório.

Os grupos que receberam apenas a remoção do excesso de cimento provisório com cureta seguido de condicionamento com ácido fosfórico (2A, 2B, 5A e 5B) apresentaram valores um pouco mais altos que os grupos com óxido (1A, 1B, 4A E 4B). Da mesma maneira que nos grupos anteriores, não foram registradas diferenças estatísticas significantes em relação ao tipo de sistema adesivo e tempos de armazenagem para o mesmo tipo de tratamento de superfície. Uma possível razão para estes valores inferiores poderia ser justificada pelo procedimento de limpeza da dentina que foi realizado apenas com cureta, e que talvez não seja suficiente para remover todo resíduo remanescente do cimento provisório (BERTSCHINGER et al. 1996).

Ao associar o condicionamento com ácido fosfórico após a aplicação do jateamento com óxido de alumínio (3A, 3B, 6A e 6B) as áreas que possivelmente sofreram uma diminuição de espessura de película ou até mesmo completa remoção da camada híbrida podem ter sido restabelecidas com o novo condicionamento e aplicação de adesivo.

Os grupos de tratamento com óxido e sistema adesivo Prime&Bond NT (4A e 4B) apresentaram diferença estatística significativa dos grupos 2A, 2B, 5A e 5B (TABELA 3). Este fato pode estar relacionado à composição química dos adesivos com relação ao diluente. Por apresentar acetona o Prime&Bond NT pode formar uma camada adesiva mais irregular do que o Single Bond 2, que apresenta água e etanol. Este fato ocorre devido à evaporação mais rápida da acetona que dificulta a penetração dos monômeros no substrato, gerando uma camada adesiva fina (VAN MEERBEEK et al., 2001). Em associação com o jateamento com

óxido de alumínio esta camada adesiva possivelmente se torne ainda mais fragilizada fazendo com que os valores de resistência de união sejam mais baixos.

Quanto à espessura de camada adesiva, todos os grupos apresentaram aumento destes valores quando a segunda camada de adesivo foi aplicada. O sistema adesivo Prime&Bond NT no grupo controle obteve os menores valores de espessura (25,23  $\mu\text{m}$ ), provavelmente devido à rápida evaporação do solvente (acetona), ocorrendo a formação de uma camada adesiva fina e irregular, conforme descrito por PLATT et al., 2001. O sistema adesivo Single Bond 2, para os grupos controle apresentou resultado significativamente superior (28,53  $\mu\text{m}$ ) em relação ao controle Prime&Bond NT. Os maiores resultados de espessura da camada adesiva foram encontrados para os grupos de tratamento com ácido, Prime&Bond NT (54,41  $\mu\text{m}$ ) e Single Bond 2 (58,31  $\mu\text{m}$ ), provavelmente em função desta camada adesiva não sofrer nenhum tipo de desgaste durante o procedimento de limpeza, apenas remoção do cimento provisório com cureta. Já os grupos que receberam micro – jateamento com óxido apresentaram resultados de espessura de película menores quando comparados com os anteriores. Na avaliação da espessura de película destes grupos, algumas regiões apresentavam um valor muito próximo àqueles registrados para os grupos controle, provavelmente devido à remoção total da camada de adesivo com o micro – jateamento em algumas regiões (TABELA 3).

Resultados semelhantes foram encontrados por STAVRIDAKIS et al. (2005), que comparou o micro – jateamento com pedra pomes,

mostrando que a limpeza da superfície com micro – jateamento é menos agressiva e irregular. Estes mesmos autores relatam a importância do uso de um gel à base de glicerina solúvel em água sobre a camada adesiva no momento da fotopolimerização para evitar a formação de uma fina e frágil camada de adesivo que poderia ser totalmente removida pelo processo de limpeza da superfície.

Para análise do padrão de falhas este estudo empregou a microscopia eletrônica de varredura, pois segundo ELIADES (1994) e PASHLEY et al. (1995), com a utilização de microscopia óptica somente falhas realmente óbvias podem ser determinadas.

Segundo ARMSTRONG et al. (1998) as falhas podem ser classificadas como: falha na interface adesiva (coesiva no adesivo e/ou camada híbrida) sendo esta classificação subdividida em topo e base de camada híbrida, falha coesiva no substrato (dentina e/ou resina composta) ou mista, quando na mesma área encontra-se mais de um padrão (adesiva+substrato).

Com MEV se consegue observar a ocorrência na maioria das vezes de falhas mistas na interface adesiva, onde há a presença de áreas de fratura coesiva em dentina associadas a áreas de fratura coesiva em adesivo e resina composta. A ocorrência de falhas exclusivamente na camada adesiva é característica de materiais onde ocorre baixa interação do material com o substrato (CASTRO et al., 2001). Isso explica porque neste trabalho este tipo de falha ocorreu em alguns grupos que apresentaram valores de resistência de união mais baixos (1A, 1B, 2A, 2B, 4A, 4B, 5A, 5B).

Nesta análise de fratura podemos verificar que das 320 superfícies fraturadas analisadas, 240 apresentaram fratura do tipo mista, representando um total de 75% e 67 apresentaram fratura do tipo interfacial (21%), enquanto que as falhas coesivas em resina composta e dentina representaram, respectivamente, 3% e 1% do total de falhas encontradas (TABELA 2). Estes resultados estão em acordo com os encontrados pelos trabalhos de SANO et al. (1994); SHONO et al. (1997); SCHREINER et al. (1998); CARRILHO et al. (2002) e MAGNE et al. (2005).

Os estudos realizados por HASEGAWA et al. (1999) e LELOUP et al. (2001) mostraram que a quantidade de falhas coesivas em substrato (dentina/ resina composta) é diretamente proporcional aos valores de resistência de união. Esses achados corroboram o trabalho de NUNES et al. (2001) que afirma a ocorrência de falha coesiva em resina composta à aproximadamente 2mm da interface adesiva, relacionando este fato à resistência ser maior na camada de adesivo do que entre os incrementos de resina composta, quando valores altos são encontrados no teste de microtração. MASOTTI (2002) afirma que a relação existente entre o padrão de falha coesiva em adesivo e os valores de resistência de união é inversamente proporcional.

Neste trabalho, o maior número de falhas mistas (94%) e coesivas (6%) foram encontrados nos grupos que apresentaram maior resistência adesiva (controle e óxido-ácido) (TABELA 4). Através da análise de fractografia (MEV) se constatou uma maior quantidade de áreas em resina composta nas falhas mistas (TABELA 5). Este achado está de acordo com



os estudos anteriormente citados, (HASEGAWA et al., 1999; LELOUP et al., 2001, NUNES et al., 2001 e MASOTTI, 2002 ).

Dentro dos grupos que receberam apenas ácido fosfórico como tratamento de superfície (2A, 2B, 5A e 5B), dos 80 palitos testados, 45% das falhas eram mistas, 52% das falhas eram na interface e 3% eram coesivas em resina composta. Pelas imagens obtidas com microscopia eletrônica de varredura (MEV) houve uma maior quantidade de fratura de topo de camada híbrida (TABELA 5). Uma possível razão para este resultado poderia ser justificada pela interferência do resíduo remanescente do cimento provisório conforme descrita anteriormente (BERTSCHINGER et al. 1996).

Nos grupos que receberam apenas óxido como tratamento de superfície (1A, 1B, 4A e 4B), dos 80 palitos testados, 67% das falhas eram mistas e 33% eram na interface. O procedimento de jateamento com óxido pode gerar a remoção irregular e às vezes completa da superfície do sistema adesivo prévio, gerando algumas áreas com ausência de adesivo e exposição do tecido dentinário. A segunda camada de adesivo aplicada pode apresentar em algumas áreas espessura muito fina, fragilizando a união junto à base da camada híbrida. Este fato pode estar relacionado à maior quantidade de falhas na base da camada híbrida apresentada dentre as falhas na interface, e a maior quantidade de falhas do tipo mista com presença muito pequena de dentina (1,04% e 2,06%) (TABELA 5).

Os resultados encontrados neste trabalho podem contribuir significativamente para a evolução da técnica de cimentação adesiva, de modo à melhorar os resultados de resistência de união e minimizar a

ocorrência de sensibilidade pós-operatória e danos ao tecido pulpar. Porém estes resultados não podem ser extrapolados para a realidade clínica, pois mais estudos sobre a técnica de selamento dentinário imediato associado às resinas de alto escoamento e diferentes procedimentos de limpeza de superfície devem ser realizados. Além destes, estudos de durabilidade da resistência de união e análise da camada híbrida após períodos longos de armazenagem “in vitro”, e estudos longitudinais “in vivo” de acompanhamento de restaurações realizadas com esta técnica devem ser realizados antes que esta seja indicada para utilização clínica.

---

## **7. CONCLUSÕES**

## 7. CONCLUSÕES

1. A associação do jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fosfórico proporcionou os maiores valores de resistência de união dos sistemas adesivos SingleBond 2 e Prime&Bond NT à dentina pré-hibridizada.
2. Os tempos de armazenagem (48h e 4 meses) e os sistemas adesivos utilizados (SingleBond 2 e Prime&Bond NT) não interferiram significativamente nos valores de resistência de união.
3. O tratamento da superfície com o emprego de apenas umas das técnicas, jateamento com óxido de alumínio ou condicionamento com ácido fosfórico, resultou em valores de resistência de união significativamente inferiores.
4. A falha predominante após o teste de microtração foi do tipo mista, seguida da falha interfacial.
5. Os tratamentos de superfície influenciaram significativamente as espessuras da camada adesiva para ambos os sistemas adesivos testados.

6. Os grupos que receberam aplicação de condicionamento ácido apresentaram os maiores valores de espessura de camada adesiva, enquanto que os grupos que receberam jateamento com óxido de alumínio e os grupos controle resultaram nos menores valores de espessura.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS <sup>1\*</sup>

AL-SALEHI, S.K.; BURKE, F.J.T. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. **Quint Int**, v.28, n.11, p.717-723, nov. 1997.

ARMSTRONG, S.R.; BOYER, D.B.; KELLER, J.C. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. **Dent Mat**, v.14, n.1, p.44-50, jan. 1998.

ARMSTRONG, S.R.; KELLER, J.C.; BOYER, D.B. Mode of failure in dentin-adhesive-resin composite bonded joint as determined by strength-based ( $\mu$ TBS) and fracture-based (CNSB) mechanical testing. **Dent Mat**, v.17, p.201-210, 2001.

BERTSCHINGER, C.; PAUL, S.J.; LÜTHY, H.; et al. Dual application of dentin bonding agents: Effect on bond strength. **Am J Dent**, v.9, n.3, p.115-119, jun. 1996.

CARDOSO, E.C.; BRAGA, R.R.; CARRILHO, M.R.O. Evaluation of microtensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. **Dent Mat**, v.14, n.6, p.394-398, nov. 1998.

CARRILHO et al. Resistência de união à dentina de quatro sistemas adesivos. **Pesqui Odontol Bras**, v.16, n.3, p.251-256, jul-set. 2002.

CARVALHO, R.M. et al. Determinação da resistência adesiva a dentina através de um dispositivo de microtração. **Rev. FOB**, v.2, n.3, p.77-82, jul./set. 1994.

CASTRO, F.L.A. et al. Resistência à microtração de dois adesivos particulados e um sem carga à dentina. In: REUNIÃO ANUAL DA

---

<sup>1\*</sup> Seguindo o padrão da ABNT- NBR 6023 de agosto de 2002

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 15, 2001, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: SBPqO, 2001.p.169.

CHRISTENSEN, G.J. Resin cements and postoperative sensitivity. **JADA**, v.131, ago. 2000.

DAUVILLIER, B.S. et al. Developments in shrinkage control of adhesive restoratives. **J. Esthet. Dent.** v.12, n.6, p.291-299, 2000.

DIETSCHI, D.; MONASEVIC, M.; KREJCI, I. et al. Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. **J Dent**, v.30, p.259-269, 2002.

DIETSCHI, D.; OLSBURG, S.; KREJCI, I. et al. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation after occlusal stressing of indirect class II composite restorations with different resinous bases. **Eur J Oral Sci**, v.111, p.73-80, 2003.

EICK, J.D. et al. Adhesives and non-shrinking dental resins of the future. **Quintessence Int.**, v.24, n.9, p.632-640, set. 1993.

ELIADES, G. Clinical relevance of the formulation and testing of dentine bonding systems. **J. Dent.**, v.22, n.2, p.73-81, abr. 1994.

ERICKSON, R.L. Surface interaction of dentin adhesive materials. **Oper Dent**, Suppl. 5, p.81-94, 1992.

FRANKENBERGER, R.; SINDEL, J.; KRÄMER, N. et al. Dentin bond strength and marginal adaptation: direct composite resins vs ceramic inlays. **Oper Dent**, v.24, n.6, p.147-155, 1999.

HALLER, B; Recent developments in dentin bonding. **Am. J. Dent**, v.13, n.1, p. 44 – 50, feb., 2000.

HASEGAWA, T. et al. Effect of mechanical properties of resin composites on the efficacy of dentin bonding system. **Oper Dent**, v.24, n.6, p.323-330, nov-dez. 1999.

JAYASOORIYA, P.R.; PEREIRA, P.N.R.; NIKAIDO, T. et al. Efficacy of resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. **J Esthet Restor Dent**, v.15, n.2, p.105-113, 2003.

LELOUP, G. et al. Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. **J. Dent. Res**, v.80, n.7, p. 1605-1614, jul. 2001.

MAGNE, P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. **J Esthet Restor Dent** v.17, n.3, p.144-155, 2005.

MAGNE, P.; DOUGLAS, W.H. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. **Int. J Prosthodont**, v.12, n.2, p.111-121, 1999.

MAGNE, P.; KIM, T.H.; CASCIONE, D. et al. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. **J Prosthet Dent**, v.94, n.6, p. 511-519, dez. 2005.

MASOTTI, A.S. Influência de velocidade de carregamento na resistência de união à dentina e modo de falha no ensaio de microtração. Porto Alegre – 2002. **Dissertação (Mestrado) 139p.-** Faculdade de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

McCABE, J.F.; RUSBY,S. Dentine bonding – the effect of pre-curing the bonding resin. **Br Dent J**, v.176, n.7, p.333-336, mai. 1994.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biom Mat Res**, v.16, n.2, p.265-273, 1982.

NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. Hybridization of Dental Hard Tissue. Quintessence Publishing, Tokyo, 1998.

NAKAJIMA, M. et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentina using denting adhesives. **J Dent Res**, v.74, n.10, p.1679-1688. out. 1995



NUNES, M.F.; SWIFT, E.J.; PERDIGÃO, J. Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin. **Am J Dent**, v.14, n.6, p.340-343, mar. 2001.

OZTURK, N.; AYKENT, F. Dentin bond strengths of two ceramic inlay systems after cementation with three different techniques and one bonding system. **J Prosthet Dent**, v.89, n.3, p. 275-281, mar. 2003.

PASHLEY, D.H. *et al.* Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. **Dent Mat**, v.11, n.4, p.117-125, winter, 1995.

PASHLEY, D.H. *et al.* The microtensile bond test: A review. **J Adhesive Dent**, v.1, p. 299-309, 1999.

PASHLEY, E.L.; COMER, R.W.; SIMPSON, M.D. *et al.* Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. **Oper Dent**, v.17, n.6, p.13-20, 1992.

PAUL, S.J.; SCHÄRER, P. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. **J Oral Rehab**, v.24, p.8-14, 1997.

PAUL, S.J.; SCHÄRER, P. The dual bonding technique: a modified method to improve adhesive luting procedures. **Int J Periodont Res Dent**, v.17, n.6, p.537-545, 1997.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. **Dent Mat**, v.14, n.2, p.120-128, mar. 1998.

PLATT, J.A. *et al.* The effect of double adhesive application on the shear bond strength to dentin of compomers using three one-bottle adhesive systems. **Oper. Dent.**, v.26, n.3, p.313-317, mai-jun. 2001.

REIS, A.; CARRILHO, M.R.O.; SCHROEDER, M. *et al.* The influence of storage time and cutting speed on microtensile bond strength. **J Adhes Dent**, v.6, n.1, p.7-11, 2004.

SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength - Evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mat.**, v.10, n.4, p.236-240, jul. 1994.

SCHREINER, R.F. et al. Microtensile testing of dentin adhesives. **Dent Mat**, v.14, n.3, p.194-201, jun. 1998.

SENGUN, A.; ÜNLU, N.; OZTURK, B. et al. Microtensile bond strength of two resin composite materials placed with direct and indirect techniques under simulated pulpal pressure. **J Adhes Dent**, v.7, n.3, p.197-202, 2005.

SHONO, Y. *et al.* Effects of cross-sectional area on resin-enamel tensile bond strength. **Dent Mat**, v.13, n.5, p.290-296. set. 1997.

STAVRIDAKIS, M.M.; KREJCI, I.; MAGNE, P. Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured dentin bonding agent and effect of surface cleaning. **Oper Dent**, v.30, n.6, p.747-757, 2005.

TAVARES, J.G. Resistência à microtração de três sistemas adesivos à dentina. Porto Alegre – 2002. **Dissertação (Mestrado) 93p.** - Faculdade de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

TERADA, R.S.S. Mapeamento da variação regional da resistência adesiva em superfícies planas de dentina. Bauru – 2001. **Tese (Doutorado) 176p.** Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

VAN MEERBEEK, B et al. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. **Oper Dent** Suppl. 6, p. 119-144, 2001.

VAN NOORT, R. Clinical relevance of laboratory studies on dental materials: strength determination – a personal view. **J Dent**, v.22, Suppl 1., s4-8, 1994.

VAN NOORT, R.; CARDEW, G.E.; HOWARD, I.C. et al. A critique of bond strength measurements. **J Dent**, v.17, n.2, p.61-67, abr. 1989.



## ANEXO 2 – Tabelas e gráficos do teste estatístico

### Estimates

Dependent Variable: valores

tratamentos	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
controle	40.811(a)	1.718	37.431	44.191
acido	28.804(b)	.876	27.081	30.527
oxido	21.344(c)	.876	19.620	23.067
acido/oxido	45.620(d)	.876	43.897	47.343

a Based on modified population marginal mean.

### Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
pbntac	20	0.9616	0.5764
pbntacox	20	0.9512	0.3863
pbntcont	20	0.9242	0.1193
pbntox	20	0.9183	0.0919
sb2ac	20	0.9061	0.0537
sb2acox	20	0.9386	0.2255
sb2cont	20	0.9183	0.0918
sb2ox	20	0.9473	0.3282

### Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
pbntac	20	0.9416	0.2573
pbntacox	20	0.9516	0.3915
pbntcont	20	0.9774	0.8965
pbntox	20	0.9568	0.4814
sb2ac	20	0.9174	0.0885
sb2acox	20	0.9400	0.2403
sb2cont	20	0.9127	0.0718
sb2ox	20	0.9374	0.2140

### Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
pbntac	20	0.9616	0.5764
pbntacox	20	0.9512	0.3863
pbntcont	20	0.9242	0.1193
pbntox	20	0.9183	0.0919
sb2ac	20	0.9061	0.0537
sb2acox	20	0.9386	0.2255
sb2cont	20	0.9183	0.0918
sb2ox	20	0.9473	0.3282

### Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
pbntac	20	0.9416	0.2573
pbntacox	20	0.9516	0.3915
pbntcont	20	0.9774	0.8965

pbntox	20	0.9568	0.4814
sb2ac	20	0.9174	0.0885
sb2acox	20	0.9400	0.2403
sb2cont	20	0.9127	0.0718
sb2ox	20	0.9374	0.2140

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: valores

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Observed Power(a)
Corrected Model	30404,260(b)	15	2026,951	33,151	,000	1,000
Intercept	374110,400	1	374110,400	6118,536	,000	1,000
adesivos	31,482	1	31,482	,515	,474	,110
tempos	26,675	1	26,675	,436	,509	,101
tratamentos	29685,137	3	9895,046	161,832	,000	1,000
adesivos * tempos	4,601	1	4,601	,075	,784	,059
adesivos * tratamentos	600,823	3	200,274	3,275	,021	,747
tempos * tratamentos	33,051	3	11,017	,180	,910	,083
adesivos * tempos * tratamentos	22,492	3	7,497	,123	,947	,072
Error	18587,707	304	61,144			
Total	423102,367	320				
Corrected Total	48991,967	319				

a Computed using alpha = ,05

b R Squared = ,621 (Adjusted R Squared = ,602)

#### Tukey HSD

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 61.337.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 19.994.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c Alpha = .05.

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test

Variable Mean Homogeneous Groups

sb2ac 58.314 A

pbntac 54.414 B

sb2acox 35.712 C

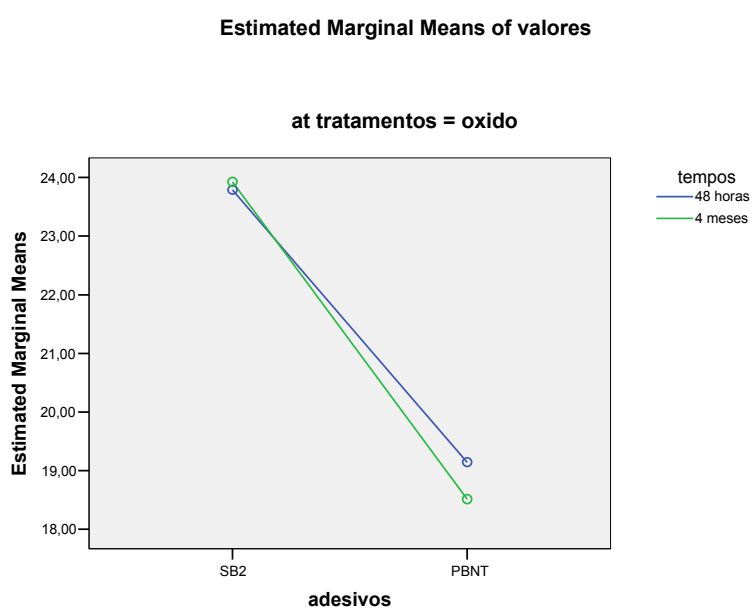
pbntacox 32.513 D

sb2ox 31.340 D

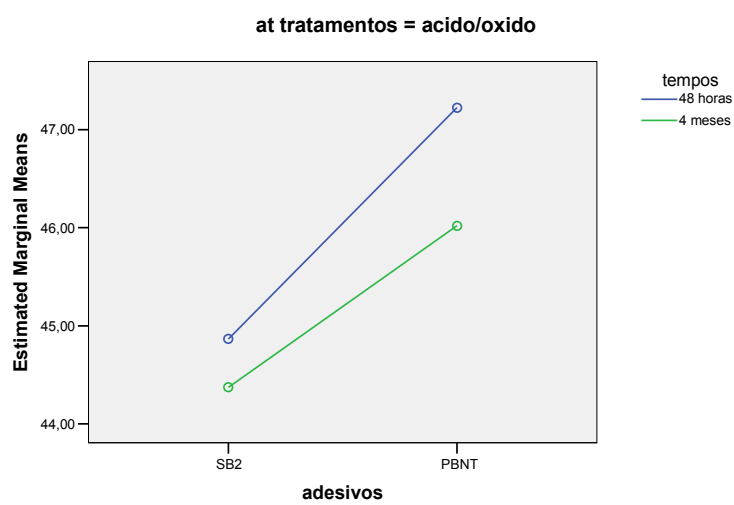
sb2cont 28.536 E

pbntox 28.352 E  
pbntcont 25.234 F

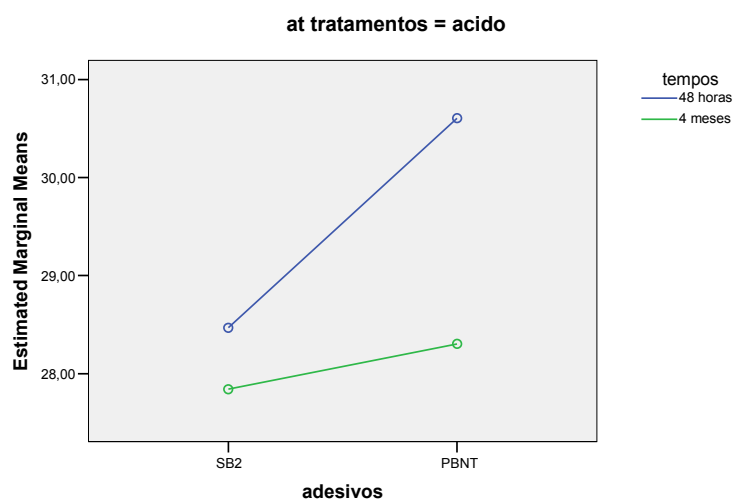
Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.4396  
Critical Q Value 4.430 Critical Value for Comparison 1.3768  
There are 6 groups (A, B, etc.) in which the means  
are not significantly different from one another.

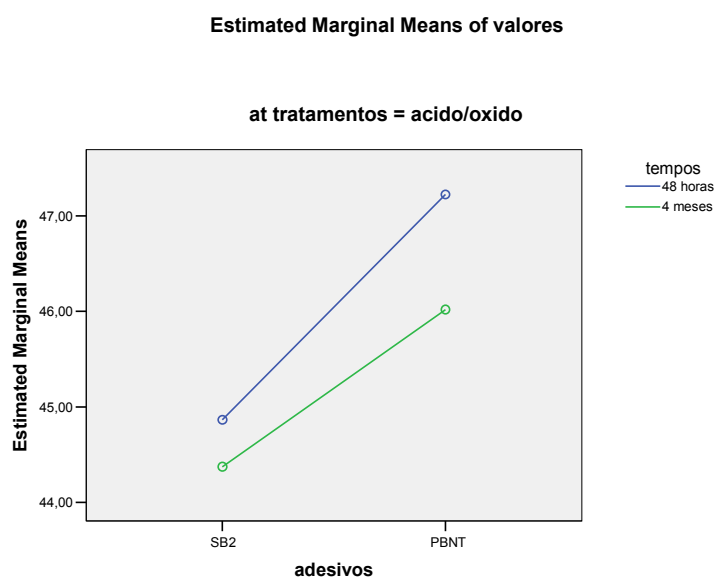
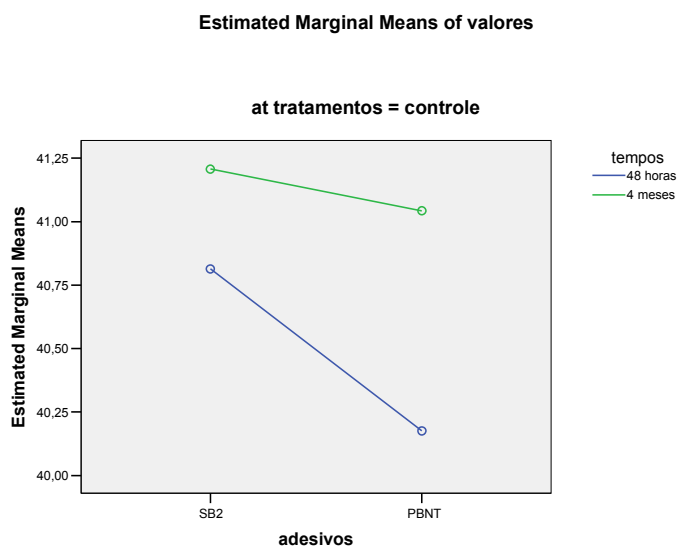


## Estimated Marginal Means of valores

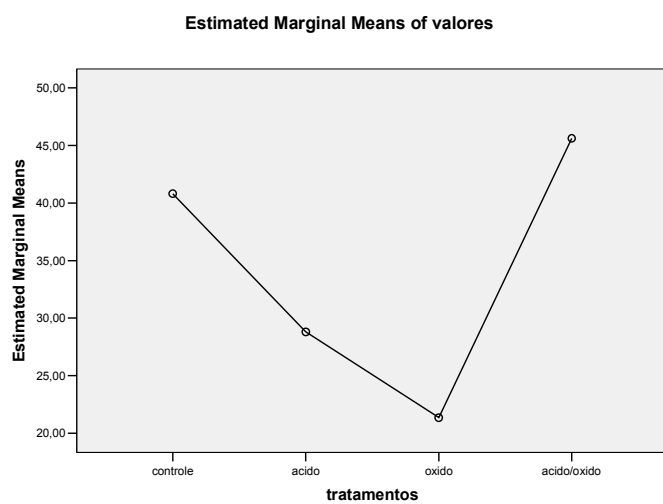


## Estimated Marginal Means of valores









### ANEXO 3

#### Valores de resistência de união e tipo de falha

CP	Grupo	Mpa	RC. (%)	Dent. (%)	Base CH (%)	Topo CH (%)	Ades. (%)	Tipo de Falha *
1	1A	23,23	20,35		50,31	20,24	9,10	2
2	1A	19,09	23,12		32,01	34,46	10,32	2
3	1A	26,72	13,29		49,48		37,23	2
4	1A	18,27			100			1
5	1A	22,08	17,23	12,05	50,57	6,69	13,46	2
6	1A	16,83	27,15			25,5	47,35	2
7	1A	26,87	5,86		52,76	14,14	27,24	2
8	1A	19,92	13,01	14,37	35,98	33,83	2,81	2
9	1A	14,69			100			1
10	1A	29,89			45,21	45,04	9,75	1
11	1A	23,09			33,42	29,83	37,75	1
12	1A	31,31		7,87	15,34	76,79		2
13	1A	26,14			35,9	45,04	19,06	1
14	1A	31,31			25,13	46,79	28,08	1
15	1A	16,89			44,65	55,35		1
16	1A	16,49			63,5	15,86	20,64	1
17	1A	33,07	10,85		52,65	15,86	20,64	2
18	1A	21,23	5,01			92,78	2,21	2
19	1A	33,55	6,03		23,12	23,05	47,8	2
20	1A	25,15	29,17		45,73	25,1		2
21	1B	14,15			95,46		4,54	1
22	1B	16,34			100			1
23	1B	19,22	15,96			71,92	12,12	2
24	1B	31,79			45,74	41,85	12,41	1
25	1B	19,24			78,71	15,28	6,01	1
26	1B	29,53			23,37	17,45	59,18	1
27	1B	29,53	9,68			77,93	12,39	2
28	1B	16,18	34,7		27,12	29,15	9,03	2
29	1B	26,65	9,13		48,31	42,56		2
30	1B	29,1	31,03		52,41	16,56		2
31	1B	26,8	17,1			51,22	31,68	2
32	1B	18,42			100			1
33	1B	24,72			45,87	21,44	32,69	1
34	1B	28,88	12,03		42,31	25,69	19,97	2
35	1B	31,27	42,23		49,65		8,12	2
36	1B	23,45	96,51				3,49	2
37	1B	27,95	21,45		38,21	11,47	28,87	2
38	1B	19,42	9,25		43,12	34,62	13,01	2
39	1B	22,81	24,27		70,72		5,01	2
40	1B	23,08	31,75		48,31		19,94	2

CP	Grupo	Mpa	RC. (%)	Dent. (%)	Base CH (%)	Topo CH (%)	Ades. (%)	Tipo de Falha *
41	2A	25,75	100					4
42	2A	35,4				100		1
43	2A	36,25	13,47		16,75	62,65	7,13	2
44	2A	26,48	56,21			23,74	20,05	2
45	2A	29,42	5,29				94,71	2
46	2A	36,35				55,82	44,18	1
47	2A	18,96	19,15		7,64	44,24	28,97	2
48	2A	19,23	29,01			65,48	5,51	2
49	2A	36,81			31,55	39,89	28,56	1
50	2A	18,19			29,35	52,23	18,42	1
51	2A	33,2	47,59			11,91	40,5	2
52	2A	21,67	47,85	8,74	8,63		34,79	2
53	2A	29,93				100		1
54	2A	30,19			32,01	48,96	19,03	1
55	2A	27,71				100		1
56	2A	35,78	36,03			42,12	21,85	2
57	2A	31,46	18,56		3,5	77,95		2
58	2A	19				100		1
59	2A	34,29			26,31	25,56	48,13	1
60	2A	23,29				100		1
61	2B	24,5	1,71			84,11	14,18	2
62	2B	25,13			3,94	85,39	10,67	1
63	2B	26,07	5,3			91,85	2,85	2
64	2B	28,49				93,9	6,1	1
65	2B	33,86			8,65	64,31	27,04	1
66	2B	24,16	13,53		28,34	47,61	10,52	2
67	2B	26,06				100		1
68	2B	25,15			15,01	38,21	36,78	1
69	2B	25,78				100		1
70	2B	35,32	15,65		8,31	55,73	20,31	2
71	2B	31,19	3,52				96,48	2
72	2B	28,69				100		1
73	2B	23,57	21,05			60,92	18,03	2
74	2B	28,51	5,31		13,46	60,76	20,47	2
75	2B	26,58	15,6			84,4		2
76	2B	28,05				100		1
77	2B	27,77			10,35	53,45	36,2	1
78	2B	29,9				100		1
79	2B	25,34				100		1
80	2B	32,7	100					4

CP	Grupo	Mpa	RC. (%)	Dent. (%)	Base CH (%)	Topo CH (%)	Ades. (%)	Tipo de Falha *
81	3A	31,38	70,03	5,23			24,74	2
82	3A	49,82	60,83			7,23	31,94	2
83	3A	48,88	59,05	10,64			30,31	2
84	3A	39,98				100		2
85	3A	66,78	90,21				9,79	2
86	3A	60,76	48,31		4,03	15,37	32,29	2
87	3A	39,11	68,57			31,43		2
88	3A	61,12	23,68	23,45		12,56	40,31	2
89	3A	32,89	100					4
90	3A	50,64	86,12				13,88	2
91	3A	41,81	58,33		5,31		36,36	2
92	3A	41,86	82,31				17,69	2
93	3A	38,49	36,73				63,27	2
94	3A	33,87	72,86				27,14	2
95	3A	57,79	66,42			7,23	26,35	2
96	3A	46,07	67,21		21,32		11,47	2
97	3A	38,77	52,01				47,99	2
98	3A	47,79	34,16			35,13	30,71	2
99	3A	39,08	63,02			12,45	24,53	2
100	3A	30,41	9,49			22,3	68,21	2
101	3B	38,39	33,56				66,44	2
102	3B	43,97	89,23				10,77	2
103	3B	50,67	91,24				8,76	2
104	3B	48,88	92,37				7,63	2
105	3B	40,9	56,33			13,54	30,13	2
106	3B	34,38	78,44				21,56	2
107	3B	50,16	69,23	5,63			25,14	2
108	3B	35,11	78,53			14,55	6,92	2
109	3B	44,65	59,31				40,69	2
110	3B	59,43	71,03			16,40	12,57	2
111	3B	45,22	25,17	31,27		12,3	31,26	2
112	3B	48,37	100					4
113	3B	29,88	96,3				3,7	2
114	3B	38,03	58,25	7,81			33,94	2
115	3B	68,7	38,46		23,05	12,08	26,41	2
116	3B	44,76	69,21			11,03	19,76	2
117	3B	42,38	78,3				21,7	2
118	3B	44,27	34,21	30,45			35,34	2
119	3B	32,55	67,21			13,47	19,32	2
120	3B	46,76	75,12				24,88	2

CP	Grupo	Mpa	RC. (%)	Dent. (%)	Base CH (%)	Topo CH (%)	Ades. (%)	Tipo de Falha *
121	4A	16,64	16,1			51,68	32,22	2
122	4A	15,2			100			1
123	4A	14,34			45,87	21,44	32,69	1
124	4A	17,67	13,31		42,03	24,69	19,97	2
125	4A	17,27	42,23		49,65		8,12	2
126	4A	16,34	96,51				3,49	2
127	4A	22,65	21,45		38,21	11,47	28,87	2
128	4A	18,55	9,25		43,12	34,62	13,01	2
129	4A	16,91	24,27		70,72		5,01	2
130	4A	15,32	31,75		48,31		19,94	2
131	4A	14,59			95,46		4,54	1
132	4A	13,05			100			1
133	4A	21,88	8,02		15,43	65,21	11,34	2
134	4A	19,24			45,74	41,85	12,41	1
135	4A	30,05			77,28	16,8	6,01	1
136	4A	14,25	23,45		23,37	19,31	33,87	2
137	4A	26,69	10,93			76,68	12,39	2
138	4A	25,31	34,7		27,12	29,15	9,03	2
139	4A	23,52	9,13		48,31	42,56		2
140	4A	23,4	31,03		52,41	16,56		2
141	4B	17,86	20,35		50,31	20,24	9,10	2
142	4B	18,2	23,12		32,01	34,46	10,32	2
143	4B	15,97	13,29		49,48		37,23	2
144	4B	24,42			100			1
145	4B	13,14	7,69	12,05	50,57	16,23	13,46	2
146	4B	20,51	17,15			35,5	47,35	2
147	4B	22,58	14,72		49,23	9,57	26,48	2
148	4B	17,79	12,37		6,21	59,47	21,95	2
149	4B	22,71			100			1
150	4B	15,1			45,04	45,75	9,21	1
151	4B	27,8	21,31		33,42	18,52	27,75	2
152	4B	23,1		8,87	15,34	75,79		2
153	4B	23,72	20,06		34,9	45,04		2
154	4B	15,09			26,13	45,08	28,79	1
155	4B	22,45			44,65	55,35		1
156	4B	11,21	12,41		51,09	15,86	20,64	2
157	4B	16,92	11,85		51,65	15,64	20,86	2
158	4B	12,02	6,01			91,78	2,21	2
159	4B	15,44	7,03		23,12	22,05	47,8	2
160	4B	14,23	28,17		46,73	25,1		2

CP	Grupo	Mpa	RC. (%)	Dent. (%)	Base CH (%)	Topo CH (%)	Ades. (%)	Tipo de Falha *
161	5A	23,15	13,69				86,31	2
162	5A	36,16				100		1
163	5A	41,47	18,05			60,92	21,03	2
164	5A	28,63	9,43		12,4	58,41	19,76	2
165	5A	36,66	21,66			78,34		2
166	5A	30,94				100		1
167	5A	33,49	15,02			62,34	22,64	2
168	5A	34,47				100		1
169	5A	23,71					100	1
170	5A	32,08					100	1
171	5A	31,35	4,56			84,11	11,33	2
172	5A	32,01	6,5		12,13	61,23	20,14	2
173	5A	39,09	4,55			86,42	9,03	2
174	5A	27,14				89,3	10,7	1
175	5A	30,43			8,65	64,31	27,04	1
176	5A	33,25	14,23		19,02	55,33	11,42	2
177	5A	23,04				100		1
178	5A	22,65			16,32	42,31	41,37	1
179	5A	26,45				100		1
180	5A	25,92	19,61		7,43	56,73	16,23	2
181	5B	25,27			17,65	61,32	21,03	1
182	5B	30,5	45,71			12,97	41,32	2
183	5B	30,12	46,35	10,83	10,32		32,5	2
184	5B	26,49				100		1
185	5B	25,91			33,42	52,03	14,55	1
186	5B	28,72				100		1
187	5B	38,18	43,56			51,37	7,81	2
188	5B	29,74	19,74		8,88	71,38		2
189	5B	29,74				100		1
190	5B	26,57			25,42	27,56	47,02	1
191	5B	32,21				100		1
192	5B	24,08	100					4
193	5B	24,81				100		1
194	5B	29,11	4,56		12,33	61,32	21,79	2
195	5B	18,43	49,31			23,42	27,27	2
196	5B	29,74	7,69				92,31	2
197	5B	26,53				56,78	43,22	1
198	5B	32,28	8,33			78,45	13,22	2
199	5B	28,22	18,43			71,32	10,25	2
200	5B	29,43			29,35	42,75	27,9	1

CP	Grupo	Mpa	RC. (%)	Dent. (%)	Base CH (%)	Topo CH (%)	Ades. (%)	Tipo de Falha *
201	6A	58,77	37,21	24,37		14,32	24,1	2
202	6A	63,33	74,31				25,69	2
203	6A	43,03	92,3				7,7	2
204	6A	36,41	59,34	32,37			8,29	2
205	6A	53,13	37,25		21,44	11,42	29,89	2
206	6A	37,24	70,48			10,09	19,43	2
207	6A	44,67	79,3				20,7	2
208	6A	46,14	32,45	33,53			34,02	2
209	6A	49,33	68,32			13,26	18,42	2
210	6A	56,74	77,57				22,43	2
211	6A	57,81	36,53				63,47	2
212	6A	38,45	85,23				14,77	2
213	6A	64,59	92,63				7,37	2
214	6A	30,34	78,42				21,58	2
215	6A	44,45	54,45			12,43	33,12	2
216	6A	43,67	77,63				22,37	2
217	6A	38,45	68,75	4,82			26,43	2
218	6A	45,17	73,32			14,23	12,45	2
219	6A	34,08	58,79				41,21	2
220	6A	58,68	73,42			11,03	15,55	2
221	6B	57,76	56,33		4,55		39,12	2
222	6B	62,23	83,21				16,79	2
223	6B	44,03	38,43				61,57	2
224	6B	35,11	71,23				28,77	2
225	6B	52,23	67,75			8,8	23,45	2
226	6B	36,14	69,43		20,34		10,23	2
227	6B	43,57	53,23				46,77	2
228	6B	45,4	35,68			31,24	33,08	2
229	6B	48,33	68,43			9,01	22,56	2
230	6B	55,64	10,55			18,43	71,02	2
231	6B	56,81	71,83	8,64			19,53	2
232	6B	36,86	59,86			10,51	29,63	2
233	6B	63,49	60,13	10,51			29,36	2
234	6B	29,03				100		2
235	6B	43,23	89,23				10,77	2
236	6B	41,36	45,24		7,09	16,24	31,43	2
237	6B	35,48	69,53			30,47		2
238	6B	44,17	22,13	21,57		14,67	41,63	2
239	6B	32,05	100					4
240	6B	57,46	87,13				12,87	2

CP	Grupo	Mpa	RC. (%)	Dent. (%)	Base CH (%)	Topo CH (%)	Ades. (%)	Tipo de Falha *
241	7A	42,9	43,21				56,79	2
242	7A	43,93	86,24				13,76	2
243	7A	34,81	92,13				7,87	2
244	7A	43,36	74,73				25,27	2
245	7A	36,48	53,13			15,43	31,44	2
246	7A	50,64	76,34				23,66	2
247	7A	49,96	76,23	10,41			22,36	2
248	7A	50,3	100					4
249	7A	32,62	57,75				42,25	2
250	7A	39,6	71,35			14,34	14,31	2
251	7A	38,72	57,21		7,16		35,63	2
252	7A	34,6	85,03				14,97	2
253	7A	43,97	40,05				59,95	2
254	7A	35,57	70,31				29,69	2
255	7A	45,04	66,05			5,62	28,33	2
256	7A	36,78	67,43		19,83		12,74	2
257	7A	59,36	56,78				43,22	2
258	7A	34,58	37,04			30,44	32,52	2
259	7A	38,29	69,31			9,36	21,33	2
260	7A	39,97	36,22	21,03		12,75	30	2
261	7B	38,65	71,3				28,7	2
262	7B	38,62	91,23				8,77	2
263	7B	34,84	58,66	31,47			9,87	2
264	7B	44,42		100				3
265	7B	42,12	71,05			10,39	18,56	2
266	7B	43,69	85,31				14,69	2
267	7B	41,74	33,03	31,23			35,74	2
268	7B	26,32	55,21			12,73	32,06	2
269	7B	36,02	71,83			11,32	16,85	2
270	7B	34,9	15,32			56,32	28,36	2
271	7B	43,99	65,31	9,3			25,39	2
272	7B	41,12	58,23			11,42	30,35	2
273	7B	35,81	59,03	11,7			29,27	2
274	7B	27,66				100		2
275	7B	37,97	90,05				9,95	2
276	7B	34,45	44,32		8,3	15,42	31,96	2
277	7B	44,51	70,31			29,69		2
278	7B	60,37	25,34	22,43		13,02	39,21	2
279	7B	53,97	100					4
280	7B	62,97	88,43				11,57	2



CP	Grupo	Mpa	RC. (%)	Dent. (%)	Base CH (%)	Topo CH (%)	Ades. (%)	Tipo de Falha *
281	8A	27,76	13,41		16,03	38,42	32,14	2
282	8A	45,37	13,04		10,33	45,12	31,51	2
283	8A	44,03		100				3
284	8A	35,11	87,23				12,77	2
285	8A	62,23	29,33		12,45	48,52	9,7	2
286	8A	56,14	79,34				20,66	2
287	8A	33,57	51,22				48,78	2
288	8A	55,4	81,23				18,77	2
289	8A	28,33	65,32			6,25	28,43	2
290	8A	45,64	71,23		15,63		13,14	2
291	8A	36,81	58,61				41,39	2
292	8A	36,86	38,03			31,78	30,19	2
293	8A	33,49	68,24			11,72	20,04	2
294	8A	29,03	13,43		24,03	44,57	17,97	2
295	8A	53,23	45,31		11,02	38,42	5,25	2
296	8A	41,36	100					4
297	8A	35,48	8,3		22,14	45,31	24,25	2
298	8A	44,17	29,4		21,02	35,74	13,84	2
299	8A	32,05	11,43				88,57	2
300	8A	27,46	69,23	6,32			24,45	2
301	8B	35,42	65,33			8,42	26,25	2
302	8B	23,92	61,31	8,54			30,15	2
303	8B	46,82	71,41				28,59	2
304	8B	43	68,34			7,3	24,36	2
305	8B	44,06	68,43		18,24		13,33	2
306	8B	45,31	57,31				42,69	2
307	8B	50,33	35,21			33,75	31,04	2
308	8B	52,94	70,43			8,23	21,34	2
309	8B	58,28	37,43	15,37		11,42	35,78	2
310	8B	39,35	72,31				27,69	2
311	8B	33,65	89,43				10,57	2
312	8B	60,39	57,58	29,35			13,07	2
313	8B	47,15	25,54		21,58	32,71	21,17	2
314	8B	55,17	100					4
315	8B	32,19	35,43		12,03	38,42	14,12	2
316	8B	39,34	11,33		14,03	38,42	36,22	2
317	8B	28,86	88,21			3,45	8,34	2
318	8B	29,27	68,32			22,31	9,35	2
319	8B	34,1	55,71				44,29	2
320	8B	21,31	38,42			43,25	18,33	2

**ANEXO 4****Valores de espessura da camada adesiva por grupo ( $\mu\text{m}$ )**

Sb2cont	sb2ac	sb2 ox	sb2ac ox	pbnt cont	pbnt ac	pbnt ox	pbnt ac ox
29,11	58,35	31,53	35,32	24,31	54,31	29,72	31,87
28,43	58,23	31,78	36,78	25,34	54,47	29,45	33,41
27,85	57,93	31,44	36,52	25,43	54,03	27,45	32,43
27,72	58,54	32,58	35,43	26,56	53,45	26,34	33,11
29,43	58,03	29,87	35,01	24,78	54,35	25,65	29,89
28,83	59,25	30,34	34,56	25,42	55,78	28,65	32,37
28,47	57,32	30,37	35,67	24,54	54,13	28,36	32,89
28,42	59,75	31,72	35,89	25,31	54,75	29,32	33,87
28,56	57,43	32,43	36,23	25,42	54,46	30,23	32,78
28,53556	58,31444	31,34	35,71222	25,23444	54,41444	28,35222	32,51333

## ANEXO 5

### Medidas da área adesiva dos corpos de prova “palitos”(mm)

CP	Grupo	DENTE	MED. A	MED. B	ÁREA
1	1A	1	0,84	0,68	0,5712
2	1A	1	0,7	0,69	0,4830
3	1A	1	0,78	0,66	0,5148
4	1A	1	0,87	0,68	0,5916
5	1A	1	0,73	0,66	0,4818
6	1A	1	0,87	0,79	0,6873
7	1A	1	0,89	0,66	0,5874
8	1A	1	0,71	0,77	0,5467
9	1A	1	0,67	0,67	0,4489
10	1A	1	0,87	0,72	0,6264
11	1A	2	0,69	0,87	0,6003
12	1A	2	0,95	0,69	0,6555
13	1A	2	0,99	0,68	0,6732
14	1A	2	0,87	0,69	0,6003
15	1A	2	0,88	0,69	0,6072
16	1A	2	0,83	0,71	0,5893
17	1A	2	0,88	0,68	0,5984
18	1A	2	0,71	0,67	0,4757
19	1A	2	0,79	0,74	0,5846
20	1A	2	0,87	0,68	0,5916
21	1B	3	0,77	0,65	0,5005
22	1B	3	0,88	0,68	0,5984
23	1B	3	0,76	0,67	0,5092
24	1B	3	0,87	0,71	0,6177
25	1B	3	0,77	0,71	0,5467
26	1B	3	0,71	0,67	0,4757
27	1B	3	0,88	0,68	0,5984
28	1B	3	0,7	0,69	0,4830
29	1B	3	0,88	0,67	0,5896
30	1B	4	0,88	0,68	0,5984
31	1B	4	0,85	0,68	0,5780
32	1B	4	0,85	0,67	0,5695
33	1B	4	0,7	0,7	0,4900
34	1B	4	0,85	0,66	0,5610
35	1B	4	0,91	0,67	0,6097
36	1B	4	0,81	0,68	0,5508
37	1B	4	0,81	0,74	0,5994
38	1B	4	0,78	0,71	0,5538
39	1B	4	0,87	0,71	0,6177
40	1B	5	0,7	0,69	0,4830
41	2A	5	0,7	0,66	0,4620
42	2A	5	0,98	0,67	0,6566
43	2A	5	0,76	0,68	0,5168
44	2A	5	0,76	0,68	0,5168
45	2A	5	0,99	0,67	0,6633
46	2A	5	0,7	0,68	0,4760
47	2A	5	0,71	0,69	0,4899
48	2A	5	0,87	0,67	0,5829
49	2A	5	0,86	0,71	0,6106
50	2A	6	0,99	0,69	0,6831
51	2A	6	0,8	0,72	0,5760
52	2A	6	0,95	0,68	0,6460
53	2A	6	0,7	0,66	0,4620

320	8B	32	0,7	0,69	0,4830
319	8B	32	0,88	0,68	0,5984
318	8B	32	0,81	0,67	0,5427
317	8B	32	0,87	0,71	0,6177
316	8B	32	0,97	0,71	0,6887
315	8B	32	0,96	0,67	0,6432
314	8B	32	0,88	0,68	0,5984
313	8B	32	0,87	0,65	0,5655
312	8B	32	0,87	0,68	0,5916
311	8B	32	0,79	0,74	0,5846
310	8B	31	0,71	0,67	0,4757
309	8B	31	0,67	0,68	0,4556
308	8B	31	0,65	0,71	0,4615
307	8B	31	0,68	0,69	0,4692
306	8B	31	0,67	0,69	0,4623
305	8B	31	0,69	0,68	0,4692
304	8B	31	0,65	0,69	0,4485
303	8B	31	0,89	0,67	0,5963
302	8B	31	0,87	0,72	0,6264
301	8B	31	0,87	0,67	0,5829
300	8A	30	0,78	0,67	0,5226
299	8A	30	0,71	0,67	0,4757
298	8A	30	0,89	0,66	0,5874
297	8A	30	0,76	0,66	0,5016
296	8A	30	0,79	0,72	0,5688
295	8A	30	0,79	0,68	0,5372
294	8A	30	0,71	0,69	0,4899
293	8A	30	0,78	0,68	0,5304
292	8A	30	0,88	0,69	0,6072
291	8A	30	0,88	0,61	0,5368
290	8A	30	0,88	0,68	0,5984
289	8A	29	0,88	0,63	0,5544
288	8A	29	0,86	0,63	0,5418
287	8A	29	0,88	0,68	0,5984
286	8A	29	0,88	0,68	0,5984
285	8A	29	0,7	0,65	0,4550
284	8A	29	0,88	0,65	0,5720
283	8A	29	0,7	0,65	0,4550
282	8A	29	0,87	0,67	0,5829
281	8A	29	0,88	0,68	0,5984
280	7B	29	0,82	0,67	0,5494
279	7B	28	0,87	0,68	0,5916
278	7B	28	0,7	0,67	0,4690
277	7B	28	0,86	0,66	0,5676
276	7B	28	0,87	0,69	0,6003
275	7B	28	0,71	0,69	0,4899
274	7B	28	0,7	0,66	0,4620
273	7B	28	0,85	0,68	0,5780
272	7B	28	0,73	0,72	0,5256
271	7B	28	0,79	0,69	0,5451
270	7B	28	0,76	0,71	0,5396
269	7B	27	0,77	0,67	0,5159
268	7B	27	0,71	0,69	0,4899
267	7B	27	0,7	0,68	0,4760
266	7B	27	0,79	0,67	0,5293
265	7B	27	0,76	0,68	0,5168
264	7B	27	0,76	0,68	0,5168

263	7B	27	0,88	0,67	0,5896
262	7B	27	0,7	0,66	0,4620
261	7B	27	0,7	0,69	0,4830
260	7A	27	0,87	0,71	0,6177
259	7A	26	0,88	0,71	0,6248
258	7A	26	0,81	0,74	0,5994
257	7A	26	0,81	0,68	0,5508
256	7A	26	0,91	0,67	0,6097
255	7A	26	0,85	0,66	0,5610
254	7A	26	0,7	0,7	0,4900
253	7A	26	0,85	0,67	0,5695
252	7A	26	0,85	0,68	0,5780
251	7A	26	0,78	0,68	0,5304
250	7A	26	0,88	0,67	0,5896
249	7A	25	0,7	0,69	0,4830
248	7A	25	0,88	0,68	0,5984
247	7A	25	0,71	0,67	0,4757
246	7A	25	0,87	0,71	0,6177
245	7A	25	0,87	0,71	0,6177
244	7A	25	0,76	0,67	0,5092
243	7A	25	0,88	0,68	0,5984
242	7A	25	0,87	0,65	0,5655
241	7A	25	0,77	0,68	0,5236
240	6B	25	0,89	0,74	0,6586
239	6B	24	0,71	0,67	0,4757
238	6B	24	0,78	0,68	0,5304
237	6B	24	0,77	0,65	0,5005
236	6B	24	0,87	0,68	0,5916
235	6B	24	0,79	0,74	0,5846
234	6B	24	0,71	0,67	0,4757
233	6B	24	0,77	0,68	0,5236
232	6B	24	0,78	0,71	0,5538
231	6B	24	0,88	0,69	0,6072
230	6B	24	0,88	0,69	0,6072
229	6B	23	0,79	0,68	0,5372
228	6B	23	0,75	0,69	0,5175
227	6B	23	0,79	0,67	0,5293
226	6B	23	0,77	0,72	0,5544
225	6B	23	0,77	0,67	0,5159
224	6B	23	0,71	0,67	0,4757
223	6B	23	0,79	0,66	0,5214
222	6B	23	0,76	0,66	0,5016
221	6B	23	0,79	0,72	0,5688
220	6A	23	0,79	0,68	0,5372
219	6A	22	0,71	0,69	0,4899
218	6A	22	0,78	0,69	0,5382
217	6A	22	0,88	0,61	0,5368
216	6A	22	0,88	0,68	0,5984
215	6A	22	0,88	0,63	0,5544
214	6A	22	0,86	0,63	0,5418
213	6A	22	0,88	0,68	0,5984
212	6A	22	0,88	0,68	0,5984
211	6A	22	0,7	0,65	0,4550
210	6A	22	0,88	0,7	0,6160
209	6A	21	0,7	0,65	0,4550
208	6A	21	0,87	0,67	0,5829
207	6A	21	0,88	0,68	0,5984
206	6A	21	0,82	0,67	0,5494
205	6A	21	0,87	0,68	0,5916

204	6A	21	0,7	0,67	0,4690
203	6A	21	0,86	0,66	0,5676
202	6A	21	0,87	0,69	0,6003
201	6A	21	0,71	0,69	0,4899
200	5B	20	0,7	0,66	0,4620
199	5B	20	0,85	0,68	0,5780
198	5B	20	0,73	0,72	0,5256
197	5B	20	0,89	0,69	0,6141
196	5B	20	0,86	0,71	0,6106
195	5B	20	0,87	0,67	0,5829
194	5B	20	0,71	0,69	0,4899
193	5B	20	0,7	0,68	0,4760
192	5B	20	0,89	0,67	0,5963
191	5B	20	0,76	0,68	0,5168
190	5B	19	0,76	0,68	0,5168
189	5B	19	0,88	0,67	0,5896
188	5B	19	0,7	0,66	0,4620
187	5B	19	0,7	0,69	0,4830
186	5B	19	0,87	0,71	0,6177
185	5B	19	0,88	0,71	0,6248
184	5B	19	0,81	0,74	0,5994
183	5B	19	0,81	0,68	0,5508
182	5B	19	0,91	0,67	0,6097
181	5B	19	0,85	0,66	0,5610
180	5A	19	0,81	0,74	0,5994
179	5A	18	0,81	0,68	0,5508
178	5A	18	0,91	0,67	0,6097
177	5A	18	0,85	0,66	0,5610
176	5A	18	0,7	0,7	0,4900
175	5A	18	0,75	0,67	0,5025
174	5A	18	0,75	0,68	0,5100
173	5A	18	0,78	0,68	0,5304
172	5A	18	0,87	0,67	0,5829
171	5A	18	0,7	0,69	0,4830
170	5A	17	0,88	0,68	0,5984
169	5A	17	0,71	0,67	0,4757
168	5A	17	0,87	0,71	0,6177
167	5A	17	0,87	0,71	0,6177
166	5A	17	0,76	0,67	0,5092
165	5A	17	0,78	0,68	0,5304
164	5A	17	0,77	0,65	0,5005
163	5A	17	0,77	0,68	0,5236
162	5A	17	0,79	0,74	0,5846
161	5A	17	0,71	0,67	0,4757
160	4B	17	0,77	0,68	0,5236
159	4B	16	0,7	0,71	0,4970
158	4B	16	0,78	0,69	0,5382
157	4B	16	0,77	0,69	0,5313
156	4B	16	0,79	0,68	0,5372
155	4B	16	0,85	0,69	0,5865
154	4B	16	0,89	0,67	0,5963
153	4B	16	0,87	0,72	0,6264
152	4B	16	0,97	0,67	0,6499
151	4B	16	0,71	0,67	0,4757
150	4B	16	0,89	0,66	0,5874
149	4B	15	0,7	0,69	0,4830
148	4B	15	0,83	0,66	0,5478
147	4B	15	0,87	0,68	0,5916
146	4B	15	0,88	0,66	0,5808

145	4B	15	0,7	0,69	0,4830
144	4B	15	0,76	0,66	0,5016
143	4B	15	0,79	0,72	0,5688
142	4B	15	0,79	0,68	0,5372
141	4B	15	0,71	0,69	0,4899
140	4A	15	0,88	0,69	0,6072
139	4A	14	0,88	0,61	0,5368
138	4A	14	0,88	0,68	0,5984
137	4A	14	0,78	0,63	0,4914
136	4A	14	0,76	0,63	0,4788
135	4A	14	0,78	0,68	0,5304
134	4A	14	0,78	0,68	0,5304
133	4A	14	0,7	0,65	0,4550
132	4A	14	0,88	0,65	0,5720
131	4A	14	0,7	0,65	0,4550
130	4A	14	0,87	0,67	0,5829
129	4A	13	0,88	0,68	0,5984
128	4A	13	0,82	0,67	0,5494
127	4A	13	0,87	0,68	0,5916
126	4A	13	0,7	0,67	0,4690
125	4A	13	0,86	0,66	0,5676
124	4A	13	0,67	0,69	0,4623
123	4A	13	0,71	0,69	0,4899
122	4A	13	0,7	0,66	0,4620
121	4A	13	0,85	0,68	0,5780
120	3B	13	0,73	0,72	0,5256
119	3B	12	0,89	0,69	0,6141
118	3B	12	0,86	0,71	0,6106
117	3B	12	0,87	0,67	0,5829
116	3B	12	0,71	0,69	0,4899
115	3B	12	0,7	0,68	0,4760
114	3B	12	0,89	0,67	0,5963
113	3B	12	0,76	0,68	0,5168
112	3B	12	0,76	0,68	0,5168
111	3B	12	0,68	0,67	0,4556
110	3B	12	0,7	0,66	0,4620
109	3B	11	0,7	0,69	0,4830
108	3B	11	0,77	0,71	0,5467
107	3B	11	0,78	0,71	0,5538
106	3B	11	0,61	0,74	0,4514
105	3B	11	0,71	0,68	0,4828
104	3B	11	0,71	0,67	0,4757
103	3B	11	0,75	0,66	0,4950
102	3B	11	0,7	0,7	0,4900
101	3B	11	0,75	0,67	0,5025
100	3A	11	0,75	0,68	0,5100
99	3A	10	0,78	0,68	0,5304
98	3A	10	0,78	0,67	0,5226
97	3A	10	0,7	0,69	0,4830
96	3A	10	0,78	0,68	0,5304
95	3A	10	0,71	0,67	0,4757
94	3A	10	0,77	0,71	0,5467
93	3A	10	0,77	0,71	0,5467
92	3A	10	0,77	0,67	0,5159
91	3A	10	0,78	0,68	0,5304
90	3A	10	0,67	0,65	0,4355
89	3A	9	0,77	0,68	0,5236
88	3A	9	0,79	0,74	0,5846
87	3A	9	0,71	0,67	0,4757

86	3A	9	0,77	0,68	0,5236
85	3A	9	0,75	0,71	0,5325
84	3A	9	0,78	0,69	0,5382
83	3A	9	0,77	0,69	0,5313
82	3A	9	0,89	0,68	0,6052
81	3A	9	0,85	0,69	0,5865
80	2B	9	0,99	0,67	0,6633
79	2B	8	0,87	0,72	0,6264
78	2B	8	0,87	0,67	0,5829
77	2B	8	0,71	0,67	0,4757
76	2B	8	0,89	0,66	0,5874
75	2B	8	0,86	0,66	0,5676
74	2B	8	0,89	0,72	0,6408
73	2B	8	0,89	0,68	0,6052
72	2B	8	0,71	0,69	0,4899
71	2B	8	0,68	0,69	0,4692
70	2B	8	0,68	0,61	0,4148
69	2B	7	0,68	0,68	0,4624
68	2B	7	0,68	0,63	0,4284
67	2B	7	0,66	0,63	0,4158
66	2B	7	0,68	0,68	0,4624
65	2B	7	0,68	0,68	0,4624
64	2B	7	0,7	0,65	0,4550
63	2B	7	0,68	0,65	0,4420
62	2B	7	0,7	0,65	0,4550
61	2B	7	0,67	0,67	0,4489
60	2A	7	0,78	0,68	0,5304
59	2A	6	0,82	0,67	0,5494
58	2A	6	0,67	0,68	0,4556
57	2A	6	0,7	0,67	0,4690
56	2A	6	0,66	0,66	0,4356
55	2A	6	0,87	0,69	0,6003
54	2A	6	0,71	0,69	0,4899



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)