

**CLÓVIS PAGANI**

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA ADESIVA AO CISALHAMENTO  
ENTRE A DENTINA BOVINA, CIMENTOS RESINOSOS E MATERIAIS  
RESTAURADORES INDIRETOS, TRATADOS OU NÃO COM JATO DE  
ÓXIDO DE ALUMÍNIO, ÁCIDO FLUORÍDRICO E SILANO.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" como parte dos requisitos para obtenção do título de Livre Docente.



*São José dos Campos*

2001

**CLÓVIS PAGANI**

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA ADESIVA AO CISALHAMENTO  
ENTRE A DENTINA BOVINA, CIMENTOS RESINOSOS E MATERIAIS  
RESTAURADORES INDIRETOS, TRATADOS OU NÃO COM JATO DE  
ÓXIDO DE ALUMÍNIO, ÁCIDO FLUORÍDRICO E SILANO.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" como parte dos requisitos para obtenção do título de Livre Docente.

*São José dos Campos*

2001

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:  
BELLINI, A.B.; SILVA, E.A. Manual para elaboração de monografias:  
estrutura do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP,  
2000. 81P.

PAGANI, Clóvis

**Avaliação *in vitro* da resistência adesiva ao cisalhamento entre a dentina bovina, cimentos resinosos e materiais restauradores indiretos, tratados ou não com jato de óxido de alumínio ácido fluorídrico e silano.** / Clóvis Pagani – São Paulo, 2001.

163p

Tese (Livre-Docência em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

Título em inglês: Evaluation *in vitro* of the shear bond strenght at the interface bovine dentine and adhesive luting cements and aesthetics restorative materials treated with microetching with aluminium oxide, fluoridric acid and silane.

1.Cimentação 2.cimentos adesivos 3.cisalhamento 4.porcelana  
5. polímero de vidro.

## AGRADECIMENTOS

---

Márcia

Obrigado pelo apoio,  
paciência, incentivo e amor dedicados  
em todas as fases  
difíceis da elaboração  
deste trabalho

Rodrigo,

Vinicius e

Lucas

Filhos, agradeço a compreensão, inspiração  
e peço desculpas pela minha  
ausência em muitos momentos  
importantes

Vocês quatro são o principal  
estímulo que tenho  
em tudo que realizo  
não deixando que eu esmoreça  
no rumo de minha vida

Aos meus pais Francesco *in memoriam* Malvira e meu irmão Giacomo pelo esforço, sacrifício, dedicação, carinho e amor doados durante todo o tempo da minha formação.

---

Gostaria de dedicar este trabalho

À Profa. Titular Maria Amélia Máximo de Araújo, exemplo de dedicação ao ensino e à pesquisa. Incentivadora deste trabalho e grande responsável pelo meu retorno à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, a qual tanto amamos e pela qual tanto lutamos.

Ao Prof. Dr. José Roberto Rodrigues, o outro responsável pelo meu retorno. Amigo/irmão de todas as horas. Amizade invejada. Idealista. Grande cultura. Depois de anos me recebeu de braços abertos, dividindo seu espaço.

É muito importante poder contar com o apoio, atenção e principalmente a amizade de vocês, obrigado pela oportunidade de realizar este trabalho.

Isto é uma forma simples, modesta e sincera de retribuir-lhes um pouco pelo muito que me proporcionaram.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

A realização de qualquer trabalho é o resultado da contribuição de várias pessoas. Meus agradecimentos são dirigidos aos que me ajudaram, de forma direta ou indireta, a trilhar o caminho que venho seguindo até aqui; a todos os professores, que me incentivaram o gosto pela Odontologia; aos amigos que acreditaram no meu trabalho e ainda a tantas outras pessoas que me permitiram ser o que hoje sou.

Inúmeras pessoas e profissionais participaram da minha formação acadêmica e profissional, as quais, eu jamais esquecerei e que aqui quero homenageá-las.

Prof. Cervantes Jardim *in memoriam* e Profa. Marly de Campos Russo, por acreditarem em mim. Pela responsabilidade e orientação de meu ingresso como aluno na Faculdade de Odontologia de São José dos Campos.

Prof. Dr. Delcio Pasin, com sua alegria e seu sorriso inconfundível, acreditou, confiou e convidou um recém-formado para estagiar na disciplina de Odontologia Restauradora, onde iniciei os primeiros passos da carreira acadêmica.

Prof. Dr. Armando Curti Junior e Prof. Dr. Newton José Giachetti, grandes mestres, conselheiros e orientadores sinceros, com os quais aprendi a escrever e publiquei meus primeiros artigos científicos. Eles lançaram e impulsionaram minha vida na Odontologia.

Prof. Dr. Ruy Fonseca Brunetti, após algumas batalhas travadas como aluno, conheci seu jeito de ser, seu enorme coração e seu carinho por mim e pela nossa profissão. Aprendi e adquiri muito dos seus conhecimentos, passei a entendê-lo e a respeitá-lo. Lançador e grande

responsável pela minha carreira na Prótese Dentária, sempre me incentivando.

Prof. Dr. João Vieira de Moraes, sempre pronto a estudar e ensinar. Pela orientação quando dos meus estágios em sua clínica particular, na disciplina de Prótese Dentária da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos e na Faculdade de Odontologia Paris VII.

Prof. Dr. Henrique Cerveira Netto, pela confiança depositada em um jovem, para participar pela primeira vez como Auxiliar de Ensino, Professor Assistente e responsável pela clínica de Prótese em sua equipe na Faculdade de Odontologia de Santos.

Prof. Dr. Gino Emilio Lasco, com seu gênio e personalidade fortes. Primeiramente com reservas, depois, total confiança. Doou-me uma bolsa em seu curso de Especialização em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial na APCD-EAP. Aprendi muito participando de sua equipe no Hospital das Clínicas, Gastroclínica e em sua clínica particular.

Prof. Dr. Dan Mihail Fichman, com sua paciência, calma e dedicação orientou artigos científicos, e minhas teses de Mestrado e Doutorado. Confiou e abriu as portas da Disciplina de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo-FOUSP para um desconhecido.

Prof. Dr. Júlio Jorge D'Albuquerque Lossio, amigo que dedicou horas de sua vida particular e colocou à minha disposição as chaves do Laboratório de Materiais Dentários para a execução dos testes da tese de doutorado, da qual foi incansável co-orientador.

Prof. Dr. Pedro Américo Machado Bastos, meu pai na Odontologia Restauradora. Abriu-me portas na especialidade, me promovendo e me dando a oportunidade de escrever artigos e co-autoria de

livros. Amigo do dia a dia, sempre pronto para ler, discutir, traduzir, ensinar e explicar dúvidas dos materiais e técnicas usados na Odontologia.

Prof. Dr. Haroldo Montagna *in memoriam*, Prof. Dr. Marcelo Augusto Galante *in memoriam* e Prof. Dr. Paulo Guerra Filho, colegas que com a minha chegada ao C.O.P. se tornaram amigos e me deram a oportunidade de trabalhar em Congressos Paulista de Odontologia, APCD/EAP e Grupo de Estudos do C.O.P.

## **AGRADECIMENTOS**

À Faculdade de Odontologia do Campus de São José dos Campos - UNESP, na pessoa de sua diretoria, Professora Titular Maria Amélia Máximo de Araújo, pela oportunidade de realizar este trabalho.

À colega Maria Filomena Huthala, pela colaboração durante a fase do plano piloto.

Aos colegas de Departamento, Alberto, Ana Paula, Carlos Henrique, João Cândido, Márcia, Regina Célia, Rosehelene e Sérgio, pela convivência e constante estímulo durante a elaboração deste trabalho.

Prof. Dr. Marco Antonio Leonel Caetano, pelo auxílio na execução da análise estatística, e pela grande ajuda para que eu pudesse entender esta etapa do trabalho.

À Photoimagem 5 através do amigo Frederico German Ferreira Lorca, pela incansável colaboração e orientação na confecção das fotografias, gráficos e tabelas.

À Lorenzetti S.A. Indústria Brasileira Eletrometalúrgica, através de seus diretores e amigos Alexandre José Antonio Lorenzetti e Claudio Lourenço Lorenzetti pela execução da matriz para confecção dos cilindros.

Engenheiro Rodolfo de Queiroz Padilha do AMR/CTA pelo auxílio na realização dos testes da fase experimental.

Aos colegas Carlos Augusto Pavanelli, pela execução das caixas para inclusão dos dentes e base de duralumínio para acoplar a máquina Instron e Eduardo Shigueyuki Uemura, pela colaboração nas referências bibliográficas.

Aos Laboratórios de Prótese Carlos Albuquerque Paes e Lian, onde foram realizados os cilindros de resina e porcelana pelos técnicos Manoel Masao Takinami e Renata Trevi.

À técnica de laboratório Michelle pela enorme colaboração na confecção dos corpos-de-prova.

À Angela de Brito Bellini, pelo auxílio na revisão bibliográfica.

Às secretárias, Liliane, Tirza e Terezinha, que desde minha chegada ao Departamento estiveram sempre prontas para colaborar com boa vontade e disposição.

À secretária Maria José, pelo carinho na digitação deste trabalho.

Às firmas Ivoclar, Heraeus/Kulzer, Dentsply e Oraltech, pelos materiais doados para a realização desse trabalho.

## SUMÁRIO

### RESUMO

### LISTA DE ABREVIATURAS

### LISTA DE FIGURAS

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	7
2.1. Dentes e técnicas adesivas à dentina .....	8
2.2. Condicionamento ácido. Esmalte e dentina .....	24
2.3. Restaurações indiretas de resina composta e porcelana. Cimentos resinosos e cimentação .....	30
<b>3. PROPOSIÇÃO</b> .....	62
<b>4. MATERIAL E MÉTODO</b> .....	64
4.1. Obtenção, limpeza e preparo dos dentes .....	65
4.2. Materiais e confecção dos cilindros .....	67
4.2.1. <i>ArtGlass</i> .....	67
4.2.2. <i>Targis</i> .....	71
4.2.3. <i>I.P.S. Empress 2</i> .....	72
4.3. Condicionador ácido .....	75
4.4. Agentes adesivos e cimentos resinosos .....	75
4.4.1. <i>Prime &amp; Bond 2.1</i> .....	75
4.4.2. <i>Ed Primer</i> .....	76
4.4.3. <i>Enforce com Flúor</i> .....	76
4.4.4. <i>Panavia F</i> .....	76

4.5. Jato de óxido de alumínio .....	77
4.6. Ácido fluorídrico.....	77
4.7. Silano .....	77
4.8. Obtenção e preparo dos corpos-de-prova.....	78
4.9. Preparo da superfície dos cilindros com jato de óxido de alumínio .....	81
4.10. Ataque ácido dos cilindros .....	82
4.11. Silanização.....	82
4.12. Técnica de cimentação .....	82
4.13. Divisão e distribuição dos corpos-de-prova.....	87
4.14. Teste de resistência ao cisalhamento .....	89
4.14.1. <i>Dispositivo para fixação dos corpos-de-prova</i> .....	89
4.14.2. <i>Ensaio mecânico</i> .....	90
4.15. Análise estatística .....	91
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>92</b>
5.1. Variáveis .....	93
5.2. Interação das variáveis .....	103
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>107</b>
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>115</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>117</b>

**ABSTRACT**

## RESUMO

---

PAGANI, C. Avaliação *in vitro* da resistência adesiva ao cisalhamento entre a dentina bovina, cimentos resinosos e materiais restauradores indiretos, tratados ou não com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano. 2001. Tese (Livre-Docência em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

## RESUMO

Neste trabalho avaliamos *in vitro* a resistência adesiva aos testes de cisalhamento na dentina bovina, com as seguintes variáveis: cimentos resinosos Enforce e Panavia F; materiais restauradores Art Glass, IPS Empress 2 e Targis e o tratamento das superfícies destes materiais com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, nos períodos de 24h e 30 dias. Foram utilizados 288 dentes bovinos hígidos de animais com três anos de idade, com os quais foram confeccionados os corpos-de-prova, em caixas de resina poliéster. Os testes foram executados em máquina de ensaios mecânicos *Instron*, modelo 430, com célula de 500kg de carga e com velocidade da ponta de 0,5 mm/min. Os resultados obtidos em kgf foram transformados em MPa e analisados estatisticamente pelo ANOVA, teste de Tukey e Box-Whisker Plot. O material IPS Empress 2 tratado com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, cimentado com Panavia F e estocado em água destilada a 37°C, durante trinta dias, quando submetido aos testes de resistência ao cisalhamento, mostrou os melhores resultados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cimentação, cimentos adesivos, cisalhamento, porcelana, polímero de vidro.

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>BHT</b>	Bisfenil hidroxitrimeliato
<b>Bis-GMA</b>	Bisfenol Glicidil metacrilato
<b>BPDM</b>	Bisfenil dimetacrilato
<b>EDAB</b>	Ácido diaminobenzóico
<b>EDTA</b>	Ácido etileno diaminotetraácetico
<b>Fenil-P</b>	Fenil fosfato
<b>GPDMA</b>	Glicerol fosfato dimetacrilato
<b>HEMA</b>	2 Hidroxietil metacrilato
<b>MDP</b>	Metacrilóidecilo hidrogênio fosfato
<b>MEV</b>	Microscopia eletrônica de varredura
<b>µm</b>	Micrômetro
<b>MMA</b>	Metacrilato de metila
<b>MPa</b>	Mega Pascal
<b>NPG-GMA</b>	N-fenil glicina glicidil metacrilato
<b>NTG-GMA</b>	N (p-tolil) glicina glicidil metacrilato
<b>Penta</b>	Dipentaeritritol pentacrilato de ácido fosfórico
<b>PMDM</b>	Ácido pirometílico dietil metacrilato
<b>PMMA</b>	Polimetil metacrilato
<b>psi</b>	Libras por polegada ao quadrado
<b>TBB</b>	Tri-n-butil borano
<b>TBB-O</b>	Tri-n-butil borano oxidizado
<b>TEG-DMA</b>	Trietileno glicol dimetacrilato
<b>TEG-GMA</b>	Trietileno glicol glicidil metacrilato
<b>UDMA</b>	Uretano dimetacrilato
<b>4-META</b>	4-Metacrilóxi-etil trimetacrilato anidrido
<b>4-META/ MMA-TBB</b>	4-Metacrilóxi-etil trimetacrilato metil metacrilato tri-n-butil borano
<b>10 MDP</b>	10 Metacrilóidecilo dihidrogênio fosfato
<b>AG</b>	ArtGlass
<b>IPS</b>	IPS Empress 2
<b>TARG</b>	Targis
<b>ENF</b>	Enforce
<b>PAN F</b>	Panavia F
<b>SJ</b>	Sem jato
<b>CJ</b>	Com jato

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Dentes Bovinos  
**Figura 2** Matriz em aço inoxidável fechada  
**Figura 3** Matriz em aço inoxidável aberta  
**Figura 4** Matriz em aço inoxidável com prancha  
**Figura 5** Material compactado para obtenção dos cilindros  
**Figura 6** Cilindros de ArtGlass  
**Figura 7** Cilindros de Targis  
**Figura 8** Matriz com orifícios preenchidos pela cera  
**Figura 9** Matriz com cilindros injetados IPS Empress 2  
**Figura 10** Cilindros de IPS Empress 2 (antes do acabamento)  
**Figura 11** Bloco de acrílico com inclusão de dente  
**Figura 12** Bloco de acrílico com inclusão de dente e fita *teflon*  
**Figura 13** Bloco de acrílico com inclusão de dente, fita *teflon* e cilindro cimentado  
**Figura 14** Delineador modificado  
**Figura 15** Ponta plana mantendo cilindro em posição  
**Figura 16** Ponta plana mantendo cilindro em posição com Oxiguard II  
**Figura 17** Aparelho para apreensão e fixação dos corpos-de-prova com base de duralumínio  
**Figura 18** Ponta metálica com formato de meia-cana para encaixe preciso nos cilindros de testes de resistência ao cisalhamento  
**Figura 19** Ponta tangenciando superfície do dente para teste de cisalhamento  
**Figura 20** Histograma dos materiais restauradores  
**Figura 21** Estatística descritiva dos materiais restauradores  
**Figura 22** Estatística descritiva dos cimentos  
**Figura 23** Estatística descritiva dos tempos de armazenagem  
**Figura 24** Estatística descritiva do tratamento dos cilindros  
**Figura 25** Média de resistência dos materiais restauradores  
**Figura 26** Média de resistência dos cimentos  
**Figura 27** Média de resistência dos tempos de armazenagem  
**Figura 28** Média de resistência do tratamento  
**Figura 29** Interação da média de resistência: materiais x tratamento

## 1. INTRODUÇÃO

---

A Dentística Restauradora vive hoje uma era de transição com o desenvolvimento de novos materiais e técnicas, enquanto alguns procedimentos tradicionais são questionados e abandonados. Essa rápida evolução nos obriga a uma atualização contínua e a procura de novos caminhos.

Paralelamente, abraçando novos valores, a sociedade passou a dar grande importância à estética, não mais desejando ter em sua boca restaurações metálicas consagradas, como as incrustações a ouro e em amálgama de prata, dando preferência a materiais estéticos como a porcelana e os polímeros. Estes materiais possuem boas propriedades óticas de absorção, refração, transmissão e reflexão da luz, enfim, qualidades que as restaurações metálicas não possuem e que satisfazem os desejos dos pacientes,

Há que se somar a este culto a aparência e a estética, a influência da mídia e da indústria, que estimulam os pacientes à solicitação de restaurações estéticas (Bastos<sup>5</sup>, 1997). Os próprios dentistas, que antes consideravam a função como o principal objetivo da restauração dental, passaram a dar maior ênfase à estética (Ruffenacht<sup>128</sup>, 1990). Para os mais sensatos, como Peter Dawson<sup>33</sup>, 1980, conceituado reabilitador americano, estética e função devem caminhar juntas.

Ao mesmo tempo, procurava-se desenvolver materiais que, sendo estéticos, possuíssem adesão à estrutura dental, de forma a promover retenção do material ao dente e vedação da interface dente/restauração. Como este material ainda não havia sido desenvolvido na época, outras alternativas foram procuradas tais como: o condicionamento ácido do esmalte (Buonocore<sup>18</sup>, 1955), adesivos dentinários (Bowen<sup>12</sup>, 1965), e também materiais que pudessem aproveitar as vantagens dessas duas técnicas.

Dentro deste quadro tivemos duas descobertas que provocaram uma verdadeira revolução na Dentística Restauradora: o condicionamento ácido do esmalte (Buonocore<sup>18</sup>, 1955) e a introdução da resina composta (Bowen<sup>11</sup>, 1963).

Buonocore<sup>18</sup>, 1955, baseando-se em um princípio industrial que aumentava a retenção de tintas e vernizes resinosos a metais, desenvolveu uma técnica simples e engenhosa. Usando o ácido fosfórico em esmalte, conseguiu retenções microscópicas que uniam fortemente a resina acrílica ao esmalte humano. Esta técnica possibilitou pela primeira vez, a aplicação de materiais restauradores ao dente sem a necessidade de retenções mecânicas preparadas com instrumentos rotatórios.

Bowen<sup>11</sup> apresentou, em 1963, uma resina reforçada por partículas de quartzo, especialmente desenvolvida para uso odontológico. Este material, conhecido como resina composta, é atualmente um dos materiais mais utilizados em restauração dental direta em dentística.

Como os materiais restauradores não apresentavam adesão à dentina, vários pesquisadores procuraram desenvolver adesivos poliméricos, que aplicados ao dente e ao material restaurador, aderissem eficazmente à dentina (Buonocore et al.<sup>21</sup>; 1956, Buonocore & Quigley<sup>20</sup>, 1958;; Bowen<sup>12</sup>, 1965; Blair<sup>8</sup>, 1967; Lee & Orłowski<sup>81</sup>, 1974; Buonocore<sup>19</sup>, 1975; Asmussen & Muskgaard<sup>3</sup> 1985).

Outras técnicas foram desenvolvidas procurando melhorar a adesão dos materiais restauradores ao dente. Fusayama et al.<sup>54</sup>, 1979, no Japão, introduziram um novo conceito: o condicionamento total, com o tratamento tanto do esmalte como da dentina com ácido fosfórico, antes da aplicação do adesivo dentinário. Esta técnica é hoje amplamente utilizada, tanto para as restaurações diretas como para as restaurações indiretas.

Nakabayashi et al.<sup>96</sup> (1982), no Japão, apresentaram outra técnica, que condicionando a dentina com ácido e usando *primers* resinosos

hidrofílicos que removiam a hidroxiapatita, expunham a trama de colágeno, e formavam uma estrutura híbrida de dentina e resina adesiva, por ele denominada de camada híbrida. Com este procedimento conseguiram um aumento considerável da adesão do material restaurador ao dente (Nakabayashi et al.<sup>97</sup> 1991; Nakabayashi et al.<sup>95</sup> 1992; Nakabayashi & Pashley<sup>94</sup> 2000).

Os adesivos dentinários (Araújo & Bottino<sup>2</sup> 1998; Carvalho<sup>24</sup>, 1998; Bottino et al.<sup>9</sup>, 2001), em constante evolução constituem hoje uma realidade, ampliando cada vez mais o campo de suas aplicações e oferecendo perspectivas promissoras. Os adesivos tem sido utilizados não somente nas restaurações diretas de resinas compostas, mas também na fixação com cimentos resinosos de *inlays/onlays*, facetas, coroas, próteses fixas convencionais, próteses fixas adesivas, próteses livres de metal, amálgama adesivo e em várias outras aplicações na Odontologia.

O conhecimento do substrato dental ao qual o adesivo é aplicado, foi fundamental para o sucesso de novas restaurações. Eick et al.<sup>49</sup>, 1970, e Eick et al.<sup>50</sup>, 1972, descreveram pela primeira vez a formação de uma camada compactada em dentina e esmalte, resultante da ação de instrumentos usados no preparo de cavidades. Essa camada, conhecida hoje como *smear layer* (Brännström<sup>17</sup>, 1984; Gwinnett<sup>62</sup>, 1984; Pashley<sup>106</sup>, 1984), é de fundamental importância para a adesão. Alguns sistemas adesivos promovem a sua remoção completa através do condicionamento ácido total, enquanto outros somente a modificam.

As resinas compostas atuais, embora sejam mais resistentes ao desgaste, do que suas formulações iniciais, ainda apresentam algumas deficiências: desgaste localizado em áreas de contato oclusal (Leinfelder<sup>82</sup>, 1996), alta contração de polimerização e dificuldade de obtenção de contorno e contatos proximais (Torres et al.<sup>143</sup>, 2000). Estes problemas levaram ao desenvolvimento de técnicas restauradoras indiretas de resina composta e

porcelana. As restaurações estéticas indiretas são de grande valia quando restauramos dentes com grande perda de estrutura dental.

A evolução dos materiais estéticos para dentes posteriores é enorme e vários são os estudos comparativos para restaurações ideais (Sarfati et al.<sup>130</sup>, 1995; Touati<sup>144</sup> 1996; Dental Advisor<sup>37</sup>, 1999).

Vários sistemas foram desenvolvidos para restaurações estéticas indiretas: diretos, diretos-indiretos e indiretos (Wendt Junior<sup>156</sup>, 1987; Reinhardt et al.<sup>121</sup>, 1994; Leinfelder<sup>83</sup>, 1997).

O sistema indireto ArtGlass, da Heraeus-Kulzer é um dos mais utilizados em nosso meio. É um polímero de vidro fotopolimerizado em uma unidade de luz especial com lâmpadas estroboscópicas (Leinfelder<sup>83</sup>, 1997; Garone & Burger<sup>57</sup>, 1998; Miara<sup>89</sup>, 1999).

Outro sistema/material é o Targis da Ivoclar que, segundo Touati<sup>144</sup> (1996); Touati & Aidan<sup>145</sup> (1997); Touati & Miara<sup>146</sup> (1998); Miara<sup>89</sup> (1999) pode ser classificado como material de segunda geração: o cerômero. Este material é constituído por partículas finas e tridimensionais de cerâmica, homogeneizadas, densamente compactadas, embebidas em uma matriz orgânica polimerizada por luz e calor (Ivoclar<sup>72</sup>, 1998).

Segundo alguns autores (Simonetti<sup>135</sup>, 1997; Dental Advisor<sup>37</sup>, 1999), estes materiais citados possuem maior resistência ao desgaste, maior resistência à flexão, melhor elasticidade e, conseqüentemente, menor tendência à fratura, principalmente durante os procedimentos de prova.

Outro sistema/material largamente utilizado, principalmente para a região posterior, é o de restaurações cerâmicas (Roulet<sup>125</sup>, 1991; Garber & Goldstein<sup>56</sup>, 1996; Dietschi & Spreafico<sup>40</sup>, 1997; Eduardo et al.<sup>47</sup>, 1998; Galan Junior<sup>55</sup>, 1999; Eduardo et al.<sup>48</sup>, 2000; Goldstein<sup>59</sup>, 2000). Este sistema/material deve seu sucesso a vários fatores: são quimicamente inertes, possuem baixa condutibilidade térmica e elétrica, boa resistência à

compressão, embora sejam frágeis e por isso suscetíveis à fratura, alta resistência ao desgaste e excelentes propriedades óticas que simulam bem a aparência dos dentes naturais (Kelly et al.<sup>77</sup>, 1996).

A cerâmica dental segundo Jones<sup>75</sup>, 1988; Dental Advisor<sup>35</sup>, 1989; Qualtrough et al.<sup>119</sup>, 1990; Dental Advisor<sup>36</sup>, 1993; Dietschi et al.<sup>41</sup>, 1994; Van Noort<sup>151</sup>, 1994; Touati et al.<sup>147</sup>, 1999, vem sendo utilizada há muitas décadas. No início com as porcelanas feldspáticas, que infelizmente eram de baixa resistência e possuíam alta contração de cocção. Atualmente para se conseguir melhores resultados, novas alternativas tem sido propostas: sistemas/materiais de porcelana aluminizada, vidros ceramizados, vidros ceramizados fundidos, vidros ceramizados prensados e vidros ceramizados injetados.

Um dos sistema/material de vidro ceramizado injetado, mais conhecido e utilizado nos dias atuais, é o IPS Empress 2, da Ivoclar (Heintze<sup>67</sup>, 1998; Höland<sup>68</sup>, 1998). A técnica para este sistema é o da cera perdida. Pastilhas de vidro pré-ceramizadas, com alto conteúdo cristalino de lítio di-silicato, são fundidas e injetadas sob pressão hidrostática à vácuo, dentro de um molde de revestimento especial (Ivoclar, 1998<sup>71</sup> e 1999<sup>73</sup>; Edelhoff<sup>46</sup>, 1999).

Para o bom desempenho clínico e estético, tanto das cerâmicas quanto das resinas, deve-se levar em consideração as propriedades e o tipo de agente cimentante a ser utilizado.

A escolha do agente cimentante adequado para o material restaurador a ser utilizado, para uma determinada situação clínica, deve se basear nas características próprias de cada cimento (White<sup>157</sup>, 1993). Segundo Vieira<sup>154</sup>, 1976; Wilson et al.<sup>159</sup>, 1977, o agente cimentante ideal deve apresentar: a) alta resistência à compressão, tração e cisalhamento; b) adesividade, tanto à estrutura dental como à restauração; c) biocompatibilidade e ação cariostática; d) baixa solubilidade nos fluidos

bucais; e) tempo de trabalho prolongado e presa rápida na boca; f) não interferência na estética; e g) baixa viscosidade e espessura mínima de película.

A crescente aplicação clínica dos materiais restauradores estéticos em restaurações indiretas de dentes posteriores, provocou o aparecimento de uma grande variedade de cimentos resinosos (Dental Advisor<sup>34</sup>, 1988; Dental Advisor<sup>36</sup>, 1993; Dental Advisor<sup>38</sup>, 2000). Estes cimentos visam: melhor estética e melhor união às estruturas dentais, quando utilizados juntamente com os já citados adesivos dentinários.

Ainda existem muitas dúvidas quanto à seleção do agente cimentante, à interação do mesmo com o material restaurador, ao tratamento do material, e ainda, em relação à resistência à tração, compressão e cisalhamento destes cimentos através do tempo (Qualtrough et al.<sup>120</sup>, 1991; Van Meerbeek et al.<sup>150</sup>, 1992; Dietschi et al.<sup>41</sup>, 1994; Milleding et al.<sup>91</sup>, 1995).

Encontramos na literatura dados referentes à resistência ao cisalhamento de alguns agentes de cimentação para ligas metálicas, com vários meios auxiliares de retenção (Pagani<sup>105</sup>, 1988; Rubo & Pegoraro<sup>127</sup>, 1995; Dixon & Breeding<sup>42</sup>, 1997; Uemura<sup>148</sup>, 1999).

Uma forma de melhorar a retenção dos materiais restauradores estéticos ao dente, é a obtenção de micro-retenções por meios físicos e químicos, como por exemplo: jato de óxido de alumínio e ácido fluorídrico, complementados por silanização do material restaurador (Chen et al.<sup>29</sup>, 1998; Bouschlicher et al.<sup>10</sup>, 1999; Jardel et al.<sup>74</sup>, 1999).

Toda essa problemática, envolvendo um tema de tão grande importância e atualidade, levou-nos à avaliar a resistência ao cisalhamento, após jateamento com óxido de alumínio, a utilização de ácido fluorídrico e silanização, de três materiais usados para restaurações estéticas indiretas, cimentadas com dois cimentos resinosos e seus respectivos adesivos, em dentina bovina.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

---

Esta revisão da literatura foi dividida nos seguintes tópicos: dentes e técnicas adesivas à dentina, condicionamento ácido do esmalte e dentina, resinas compostas e porcelanas para restaurações indiretas, cimentos resinosos e cimentação.

## 2.1 Dentes e técnicas adesivas à dentina

Causton & Johnson<sup>25</sup>, 1979, afirmaram que a dentina é extremamente heterogênea, e dependendo da profundidade do plano de desgaste e da história do dente, poderá apresentar em sua maior parte túbulos esclerosados, vazios ou que ainda possuam processos odontoblásticos. Por isso, a dentina de dentes extraídos é consideravelmente diferente daquela de dentes vivos. Esta diferença deve ser levada em consideração na interpretação dos resultados dos experimentos, que incluem testes mecânicos e ensaios químicos da dentina.

Para Bowen et al.<sup>13</sup>, 1982, a adesão de resinas na dentina melhorou as restaurações dos casos de erosões cervicais, cáries de raiz e outras condições clínicas que requeriam mutilação de dentina sadia para a retenção dos materiais restauradores. Concluíram que os materiais adesivos sobre a dentina têm aumentado a resistência adesiva *in vitro*. Citaram ainda a necessidade de mais testes, inclusive os clínicos, para o desenvolvimento continuado desses materiais. Os autores conseguiram aumentar a adesão à dentina *in vitro* significativamente com resultados chegando a atingir 13,1MPa.

Nakamichi et al.<sup>98</sup>, 1983, estudaram e compararam os dentes bovinos como possíveis substitutos dos dentes humanos. As superfícies vestibulares dos dentes foram aplainadas em esmalte, dentina superficial e dentina profunda. Os autores consideraram como dentina profunda, o remanescente dentinário de 0,2 a 0,9mm de espessura, e como superficial

quando restava 1,4 a 2,1mm de dentina. Para os testes de adesão foram utilizados três tipos de cimentos: poliacrilato, fosfato de zinco, ionômero de vidro, e duas resinas (Adaptic-Johnson & Johnson e Clearfil-Kuraray). Os resultados mostraram que a adesão foi maior na dentina superficial do que na profunda. Os valores médios de adesão na dentina superficial de dentes recém extraídos foram maiores que na dentina profunda tanto em dentes humanos como em dentes bovinos. Na comparação das médias de resistência, não houve diferença significativa entre dentes humanos e bovinos na camada superficial de dentina e no esmalte, porém os valores foram sempre maiores para dentes humanos quando comparados aos dentes bovinos.

Williams & Svare<sup>158</sup>, 1984, estudaram o tempo de armazenagem dos dentes antes dos testes de adesão ao esmalte. Para isso avaliaram 24 dentes humanos, dos quais 12 foram armazenados por cinco anos, e os outros 12 haviam sido extraídos há três meses. Chegaram à conclusão que o tempo de armazenamento não afeta os mecanismos ou a resistência de adesão da resina composta ao esmalte.

Em pesquisa com adesivos dentinários, Mitchem & Gronas<sup>92</sup>, 1986, concluíram que não existe diferença significativa na adesão dentinária entre dentes extraídos após 1 hora ou 26 dias antes do ensaio. Quanto à profundidade de corte dos mesmos, concluíram que a adesão sobre as camadas mais profundas da dentina, é menor em cerca de 44% que na dentina superficial. Isto por que os túbulos dentinários aumentam seu diâmetro e número, à medida que se aproximam da polpa. Por isso, a espessura da dentina remanescente deve ser relatada em todas as pesquisas *in vitro* sobre adesão de materiais. Na pesquisa desses autores, os dentes extraídos foram estocados inicialmente em solução de formalina a 10% e depois em água destilada na temperatura ambiente, totalizando dois anos, o que segundo os mesmos influenciou pouco nos resultados.

Retief et al.<sup>122</sup>, 1973, relataram o frequente fracasso encontrado em alguns corpos-de-prova ao serem submetidos aos testes de adesão, utilizando quatro sistemas adesivos à dentina. Concluíram que, a adesão dos sistemas adesivos à dentina variava em larga escala, e que o uso de condicionamento com ácido fosfórico ou ácido cítrico não influenciaram os resultados. A eficácia dos sistemas avaliados foi imprevisível, havendo a necessidade de uma padronização dos métodos de avaliação *in vitro* nos testes de adesão.

Retief et al.<sup>123</sup>, 1988, chamaram a atenção para a padronização dos testes de adesão em dentina, já que os valores obtidos variaram muito em cada método empregado. Relataram que se devia estabelecer uma correlação entre os resultados de testes *in vivo* e *in vitro*.

Saunders<sup>131</sup>, em 1988, estudou a resistência ao cisalhamento de quatro adesivos dentinários à dentina humana e bovina, na união da resina composta com seus respectivos agentes adesivos. Concluiu que, o uso de dentina bovina como substrato para experimentos laboratoriais, em substituição à dentina humana, é apropriado e deve ser considerado.

Tao & Pashley<sup>141</sup>, 1988, compararam a resistência da união ao cisalhamento do Scotchbond/Silux-3M, a *smear layer* criada com lixas de papel de granulação 320, com brocas carbide número 37 de cone-invertido e operada em peça de mão à baixa velocidade. Foram comparadas as uniões à dentina superficial, média e profunda, antes e depois de diferentes pré tratamentos: sem tratamento, banho de ultra-som, EDTA a 0,2%, ácido acético a 6% e ácido fosfórico a 37%, para remoção de quantidades variáveis de *smear layer*. Quando a *smear layer* foi criada usando-se lixa de papel, de sílica/carbide de granulação 320, sem condicionamento da dentina, não houve diferença estatística significativa na resistência de união do Scotchbond/Silux à dentina superficial, média e profunda. A resistência de

união à dentina superficial e média, cobertas com diferentes tipos de *smear layer* foram muito consistentes, já os resultados obtidos em dentina profunda foram mais variáveis. Segundo os autores, este estudo mostrou que houve diferenças significativas na força de adesão em diferentes profundidades da dentina, após o condicionamento da superfície. Porém, não houve diferença significativa quanto à manipulação da camada de *smear layer*, se fosse mantida intacta, ou seja, sem condicionamento.

Díaz-Arnold et al.<sup>39</sup>, 1990, observaram a necessidade de se manter o dente hidratado, desde o momento da extração até o teste de adesão, para diminuir as possíveis variações nos resultados. Concluíram que, quando se realiza teste de adesão à dentina, os dentes devem ser armazenados ou expostos em condições que simulem as condições *in vivo*.

Retief et al.<sup>124</sup>, 1990, compararam a adesão dentinária do sistema Scotchbond 2 - Silux à superfície oclusal de 25 terceiros molares humanos e à superfície vestibular de 25 incisivos bovinos com idade de dois anos. Os resultados médios de adesão obtidos foram  $6,2 \pm 2,9$ MPa para os molares humanos e  $4,4 \pm 1,2$ MPa para os dentes bovinos. Por observarem que o sistema restaurador, penetrou mais densamente na dentina bovina, os autores concluíram que o uso de dentes bovinos ao invés de dentes humanos, em testes de adesão, não é indicado.

Fowler et al.<sup>53</sup>, 1992, analisaram diversas variáveis em testes de adesão, comparando o substrato dentinário de humanos e bovinos. Concluíram que houve uma tendência da dentina bovina apresentar maiores níveis de resistência à adesão do que a humana, embora esta pequena diferença não tenha sido estatisticamente significativa.

Pashley<sup>107</sup>, 1992, afirmou que o condicionamento ácido em dentina tem dois principais objetivos: remover ou reduzir os 1 a 2  $\mu$ m de *smear-layer*, que é conseguido com poucos segundos de condicionamento, e

provocar uma desmineralização da matriz da dentina para aumentar a sua porosidade. A porosidade superficial é conseguida através da dissolução dos cristais de hidroxiapatita e do componente colágeno da matriz dentinária. Existe o risco de que os ácidos usados para desmineralizar a dentina possam denaturar ou enfraquecer o colágeno. Diante disso, concluiu-se que a dentina devia ser desmineralizada, e o agente adesivo devia conter resina hidrofílica, que serviria para selamento tanto da dentina peritubular como da intratubular, evitando a migração e infiltração de bactérias na dentina pré condicionada.

Eick et al.<sup>51</sup>, 1993, analisaram a categoria III dos adesivos dentinários, estabelecendo as médias de resistência de união ao cisalhamento do Superbond-Sun Medical, Scotchbond Multi-Purpose-3M e All-Bond-Bisco, comparados ao sistema Prisma Universal Bond 3-Caulk/Dentsply, com características de adesivos dentinários das categorias I e II. Os valores de resistência da união ao cisalhamento atingidos com a maioria dos sistemas de categoria III, foram altos o suficiente para causar falhas coesivas na dentina durante o teste de resistência da união. Este resultado foi atribuído a uma combinação de fatores como "molhamento" efetivo, penetração do agente de união na superfície dentinária preparada, e tendência a manter as fibras de colágeno estruturalmente intactas na interface adesivo/dentina. Este estudo mostrou que a estrutura do colágeno na camada desmineralizada da dentina podia influenciar o comportamento da união. Sistemas adesivos que não denaturam completamente o colágeno e deixam-no entrelaçado, em forma de bandas na camada desmineralizada, como o Superbond e Scotchbond Multi-Purpose, produziam resistência de união superior. Esta categoria III de adesivos mostrou ter suficiente resistência adesiva, de tal modo que, a maioria das falhas de união ocorriam coesivamente na dentina ou, possivelmente, na resina composta. Estes

adesivos produziam valores de união ao cisalhamento iguais ou maiores que 17MPa.

Goodis et al.<sup>60</sup>, 1993, estudaram os efeitos da solução de estocagem para os dentes, e a duração da mesma no período de oito dias, quinze dias e seis meses, sobre a permeabilidade dentinária e a resistência da união ao cisalhamento. Nesta investigação foram usados terceiros molares humanos extraídos. Imediatamente após a extração, eles foram colocados por uma semana numa das cinco soluções de estocagem: etanol a 70%; formalina a 10%; água destilada com 0,02% de timol; água destilada e solução salina tamponada com fosfato com 0,02% de timol. O timol funcionou para inibir o crescimento de bactérias. Os dentes foram seccionados para exposição da dentina, e foi usado o Scotchbond II-3M como agente de união e o Silux-3M como resina composta. No período de estocagem, a permeabilidade variou com o tipo de solução, sendo maior após 13 dias e seis meses para o etanol, 15 dias para formalina, seis meses para água destilada e timol, e oito dias para o timol. Onze corpos-de-prova estocados em etanol, aumentaram a permeabilidade, enquanto sete sofreram diminuição da mesma, e dois permaneceram iguais durante o período de teste de seis meses. Para o mesmo período de tempo, nove corpos-de-prova estocados em formalina, aumentaram a permeabilidade, enquanto 11 diminuíram. Os corpos-de-prova estocados em soluções aquosas tiveram as maiores alterações na permeabilidade, quando ficou maior tempo nas soluções. A estocagem em formalina resultou nas menores alterações da permeabilidade com o tempo, seguida de perto pelo etanol. A resistência de união não foi afetada pelo tipo de solução, exceto para a solução salina. Entretanto, este estudo concluiu que tanto a permeabilidade da dentina como a resistência de união, foram significativamente afetadas pelo tipo de solução e duração da estocagem.

Pashley et al.<sup>108</sup>, 1993, realizaram um estudo com o objetivo de comparar a estrutura da dentina fraturada coberta com *smear layer*, antes e depois do condicionamento ácido, com MEV de alta resolução, para identificar porosidades na superfície da dentina, que permitissem a infiltração da resina durante o processo de adesão. Fragmentos retangulares de dentina, obtidos por ação de brocas e discos de diamante, proporcionaram a formação de quatro grupos, com oito metades de dentina cada um, onde os grupos experimentais seriam tratados e um grupo seria o controle. No grupo 1, a dentina foi fraturada e condicionada com ácido; no grupo 2, fraturada, condicionada e seca com ar; no grupo 3, foi produzida a *smear layer* e em seguida foi condicionada com ácido; no grupo 4, foi produzida *smear layer* condicionada e seca com ar. Os autores concluíram que nos sistemas adesivos, a remoção da *smear layer* oferecia a possibilidade de penetração da resina nos túbulos e na dentina intertubular. Isto ocorria, se a fase mineral da dentina fosse removida por condicionamento, sem que houvesse, entretanto, o colapso do colágeno remanescente. Os canais para infiltração da resina eram espaços ao redor das fibras colágenas da dentina, criados pela remoção seletiva dos cristais de apatita por ácidos.

Pashley et al.<sup>110</sup>, 1993, compararam a resistência da união ao cisalhamento em função da profundidade da dentina de quatro sistemas de união. Os autores utilizaram molares e caninos de cães. Os resultados mostraram que os dentes caninos apresentaram valores mais altos que os molares. A maioria dos sistemas de união apresentaram valores maiores para dentina superficial e valores de união progressivamente menores para a dentina profunda. As maiores médias de resistências da união foram obtidas com Clearfill Liner Bond-Kuraray seguidos pelo Superbond C&B-Sun Medical, Scotchbond 2-3M e o Tenure -Den Mat. Nos caninos, os dois primeiros produtos tiveram médias de resistência da união que foram maiores que 10MPa, independentemente da profundidade da dentina,

enquanto os dois últimos obtiveram médias de resistência da união menores que 10MPa. Nos molares, para os mesmos sistemas de união foi observado o mesmo valor, mas a diferença que separou o mais alto do mais baixo foi de 5MPa. Os autores ressaltaram que, a resistência da união obtida usando dentina de cães foi um pouco menor que aquelas obtidas usando dentes humanos extraídos. Isto não foi devido às condições *in vivo*, porque valores baixos similares também foram obtidos *in vitro*, em dentes extraídos de cães.

Plasmans et al.<sup>117</sup>, 1993, investigaram *in vitro* a sensibilidade à umidade do ar na resistência das uniões à dentina com quatro sistemas comerciais: Syntac/Helioprogress-Vivadent, Denthesive/Durafill-Kulzer, Gluma 2000/Pekalux-Bayer e Scotchbond Multi Purpose/Z100-3M. Foram usados dentes molares humanos extraídos há algumas semanas, que tinham sido estocados em água com 1% de cloramina T. Antes dos procedimentos de união os dentes foram lavados com água destilada. Cada quatro operadores fizeram dois corpos-de-prova com as respectivas combinações de tratamentos: a) dentes clinicamente secos (temperatura de 25°C e umidade relativa de 40%); b) dentes com alta umidade (temperatura de 35°C e umidade relativa de 95%). Depois das uniões, todos os corpos-de-prova foram estocados a 37°C por 24h, seguido de testes de cisalhamento. Os valores da força de rompimento da adesão no grupo de elevada umidade foram baixos (<3MPa) para Gluma 2000, Denthesive e Syntac, enquanto que os valores médios para o Scotchbond Multi-Purpose foram significativamente maiores (12MPa). No grupo com dentes clinicamente secos os valores do Gluma e Scotchbond Multi-Purpose foram cerca de duas vezes maiores que do grupo de elevada umidade, e do Denthesive e Syntac, cinco vezes maior quando comparado ao grupo de elevada umidade. Todas as falhas com Syntac, Denthesive e Gluma 2000 foram do tipo adesivo. O Scotchbond Multi-Purpose proporcionou fraturas do tipo coesivo tanto na resina como na dentina em 75% e 37,5% dos casos "clinicamente secos" e com "alta

umidade”, respectivamente. Concluiu-se que, em geral, os sistemas adesivos são altamente sensíveis à umidade dentinária extrínseca, resultando em valores de adesão muito baixos. Os autores concluíram que alguns sistemas de união comercialmente disponíveis, eram mais sensíveis à umidade extrínseca que outros. O Scotchbond Multi-Purpose mostrou resultados promissores na união à dentina com altos níveis de umidade (95% umidade relativa), enquanto os outros materiais testados mostraram valores significativamente menores.

Takemori et al.<sup>139</sup>, 1993, examinaram cinco fatores que podiam afetar a resistência de união de um sistema experimental de resina à dentina: a) incluir ou não os dentes numa resina epóxica; b) espessura da dentina (1, 3 ou 5mm); c) velocidade da ponta durante o teste de mensuração (0,5, 1 ou 3mm/min; d) tempo de estocagem dos dentes (10 min e 1, 3, 6 e 12h); e) profundidade do substrato dentinário. Foram preparadas superfícies planas de dentina em 148 dentes humanos extraídos, estocados em água, num refrigerador a 4°C e usados num prazo de três meses após a extração. Os dentes foram incluídos em resina epóxica de cerca de 10mm de espessura, usando no estágio final da preparação uma lixa de papel de granulação 1000. As superfícies de dentina foram limpas com bolinhas de esponja embebidas em 0,5mol/L EDTA por 60s. Depois de lavar e secar, um *primer* experimental, solução aquosa a 35% de gliceril-metacrilato, foi aplicado na superfície por 60s e seco completamente com ar comprimido. Um molde de *teflon* foi utilizado para colocação do substrato dentinário. Depois de aplicar um agente de união à dentina através da janela do molde, foi aplicada uma camada de resina composta fotopolimerizada, usando Silux, com aproximadamente 2mm de espessura. O remanescente do molde foi então preenchido com resina composta P10-3M, e uma broca esférica nº 6 foi inserida na resina ainda não polimerizada, para prover um eixo para a medição da resistência da união. Depois da polimerização, os corpos-de-

prova foram estocados em água à temperatura ambiente ( $24^{\circ}\text{C} \pm 1$ ) por 24h, e a resistência da união à tração foi medida usando uma máquina Instron. Esta série se constituiu no grupo controle. Os autores concluíram que somente a espessura da dentina afetou significativamente a força de adesão medida, sendo que os espécimes extremamente finos ( $\pm 1\text{mm}$ ) mostraram os mais baixos índices de força de adesão.

Burrow et al.<sup>23</sup>, 1994, investigaram a influência da idade e profundidade dentinária, que poderiam interferir na força de adesão, usando três adesivos: Scotchbond Multi-Purpose - 3M, Superbond D Liner-Sun Medical e Liner Bond 2-Kuraray em molares humanos. Os dentes recém extraídos foram estocados em solução fisiológica com cristais de timol a  $4^{\circ}\text{C}$ , até trinta meses após a extração e divididos em dois grupos: aqueles vindos de pacientes com menos de trinta anos e outros de pacientes com mais de cinquenta anos. Foram preparados discos de dentina de aproximadamente 3mm de espessura, sendo que a porção oclusal forneceu a dentina superficial através da remoção da camada de esmalte, e a porção pulpar forneceu a dentina profunda através do desgaste até os cornos pulpares. Estes discos receberam acabamento com lixa de papel de granulação 600 molhados em água. O adesivo foi usado simultaneamente em ambos os lados para evitar o excesso de desidratação. A resina composta utilizada foi a Photo Clearfil Anterior-Kuraray. Os corpos-de-prova foram estocados em água deionizada à  $37^{\circ}\text{C}$  por 24 e 48h antes dos testes de tração. Os autores obtiveram resultados acima de 10MPa para todos os materiais utilizados, e houve pequena variação com respeito à profundidade ou idade da dentina, que pode ter ocorrido devido ao método experimental usado, o qual diminuía a presença de umidade nos túbulos dentinários. Esta variação só foi estatisticamente significante para o Superbond D-Liner quando comparou-se a dentina profunda de pacientes mais jovens (10,8MPa) com a dentina

superficial de pacientes mais idosos (17,4MPa) e pode ser explicada pelo pequeno número de corpos-de-prova utilizados, seis de cada. Os corpos-de-prova aderidos à dentina profunda mostraram valores ligeiramente menores que os da superficial. A observação pela MEV mostrou camada de resina impregnada mais espessa para o Scotchbond Multi-Purpose e Superbond D-Liner quando comparadas com Liner Bond II. Para o autor, a idade ou profundidade da dentina, podia não ser a maior influência na força de adesão com os tipos de sistemas adesivos mais atuais. Acredita-se que, o fator mais importante para se obter elevados valores na força de adesão à tração, seja mais a qualidade da camada de resina impregnada que a espessura da mesma.

Gwinnett<sup>63</sup>, 1994, desenvolveu um novo método para testar a resistência coesiva da dentina, na qual aplicou uma força de cisalhamento a uma coluna cilíndrica de dentina de dimensões padronizadas. A média de resistência coesiva da dentina ao teste de cisalhamento foi de  $36,18 \pm 6,81$ MPa. O autor considerou que, recentes avanços nos sistemas de união à dentina resultaram em relatos de falhas coesivas, pois excederam a resistência coesiva do tecido. Muitos fatores como o teste, espessura da dentina, direção dos túbulos e estado de hidratação e maturação da dentina, poderiam ser responsáveis pelos maiores valores alcançados nos testes de resistência ao cisalhamento. Por outro lado, os valores encontrados previamente, poderiam ter sido exagerados devido a falhas na metodologia. O autor concluiu que, o novo teste para resistência coesiva da dentina, medido perpendicularmente ao longo eixo dos túbulos, resultou em valores significativamente menores do que aqueles encontrados previamente com outros métodos, conduzidos num plano similar ao do teste atual. Os valores no referido estudo, ofereceram uma explicação para as falhas coesivas dos tecidos, descritos na literatura em testes recentes da última geração de

agentes de união, cuja resistência do conjunto, pode algumas vezes exceder a resistência coesiva do tecido.

Sano et al.<sup>129</sup>, 1994, avaliaram *in vitro* o grau de contribuição da matriz dentinária desmineralizada, na resistência à tração da dentina humana e bovina. Compararam também o módulo de elasticidade da dentina mineralizada e não mineralizada através do teste de microtensão. Os dentes humanos foram usados no prazo de um mês após a extração, estocados a 4°C em solução isotônica salina contendo 0,2% de azida sódica para inibir o crescimento bacteriano. Foram preparados cortes de dentina com aproximadamente 0,5mm de espessura. Nos dentes a serem desmineralizados, foi aplicado esmalte para unha nos dois lados do corte, para limitar a desmineralização no seu centro, e depois foram deixados em banho de EDTA por quatro dias, lavados e testados enquanto úmidos. Os autores encontraram uma resistência à tração de 104MPa para a dentina mineralizada humana, na porção coronária, e 91MPa para a dentina bovina coronária. O módulo de elasticidade da dentina humana e bovina mineralizada variou entre 13 e 15MPa. Em dentina desmineralizada, o módulo de elasticidade passou a 0,25MPa e a resistência à tração de 26 a 32MPa. Tais resultados indicaram que o colágeno contribuiu com 30% na resistência da dentina mineralizada.

Pashley et al.<sup>109</sup>, 1995, fizeram a mais extensa revisão sobre testes de adesão da união de resina à dentina, incluindo-se as variáveis envolvidas no ataque ácido, aplicação do *primer* e *bond*, as variações da estocagem e dos vários testes. Os autores apontaram que os recentes avanços no desenvolvimento de novos sistemas de união resultaram em resistência de união da ordem de 20-30MPa, e nesta resistência de união, a maioria dos modos de falhas foram coesivas na dentina. Como isto não possibilitava a mensuração da resistência da união da interface resina/dentina, novos métodos precisariam ser desenvolvidos. Os autores

concluíram que nos últimos dez anos foram obtidas melhorias significativas nos procedimentos de união, a ponto da resistência de união à dentina tornar-se freqüentemente mais alta que as uniões obtidas anteriormente. Esta união mais resistente na dentina, desenvolveu distribuições não uniformes de estresse durante testes *in vitro*, e causou mais falhas coesivas no substrato do que na interface de união dentina/resina. Ainda segundo os autores, os métodos convencionais de teste de união não podem mais ser usados para detectar avanços nos produtos ou em procedimentos de união, e mais ênfase precisa ser colocada na união à dentina esclerótica cervical e dentina afetada por cáries, para se aperfeiçoar os materiais e técnicas.

Para Swift Júnior et al.<sup>138</sup>, 1995, a adesão de resinas sobre a dentina, mostrou ser mais difícil e menos previsível do que sobre o esmalte. Isto se deve à estrutura histológica complexa da dentina em relação ao esmalte. Enquanto o esmalte apresenta 92% da sua estrutura composta de hidroxiapatita, a dentina apresenta apenas 45% em média. Diferentemente do arranjo dos cristais do esmalte, a hidroxiapatita dentinária apresenta um arranjo disperso numa matriz orgânica que consiste principalmente de colágeno. Concluíram que a despeito de toda a complexidade, os avanços dos sistemas adesivos que usam o condicionamento ácido para a remoção da *smear layer*, resinas hidrofílicas e hidrofóbicas na sua composição, tem representado um grande avanço na tecnologia dos adesivos dentinários. Estes fatos mudaram radicalmente os rumos da Odontologia Restauradora, para procedimentos que primam pela conservação da estrutura dentária, melhores restaurações e aumento da estética.

Nikaido et al.<sup>100</sup>, 1996, estudaram a qualidade da abrasão a ar com óxido de alumínio ou pérolas de vidro, no pré-tratamento do esmalte e da dentina para adesão de resina composta. O estudo foi conduzido em dentes bovinos, que segundo os autores, foram utilizados para substituir os dentes humanos, pois neste tipo de experimento há necessidade de um

grande número de dentes, o que inviabilizava o uso de dentes humanos. O tamanho dos dentes bovinos também foi utilizado como justificativa, pois facilitavam o processo experimental. As superfícies vestibulares dos dentes foram desgastadas e aplainadas com lixa de sílica carbide de granulação 600. Um grupo serviu de controle e outros dois sofreram pré-tratamento das superfícies através da abrasão com esferas de vidro ou óxido de alumínio. A área de trabalho foi demarcada com o uso de uma fita de vinil vazada numa área de 4mm de diâmetro. O adesivo utilizado, tanto no esmalte como na dentina foi o Superbond D Liner Plus-Sun Medical, e a resina o Photoclearfil Bright-Kuraray. Após o processo de adesão em esmalte ou dentina, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração. Os autores concluíram que, o uso de abrasão a ar pode diminuir as forças de adesão da resina ao esmalte e à dentina, exceto para a dentina abrasionada com óxido de alumínio. Os resultados encontrados foram: dentina controle 17,3MPa, esferas de vidro 10,9MPa e óxido de alumínio 18,1MPa; esmalte controle 18,7MPa, esferas de vidro 8,5MPa e óxido de alumínio 11,4MPa.

Patierno et al.<sup>111</sup>, 1996, avaliaram a força de adesão à dentina de uma resina composta Herculite XRV-Kerr utilizando um sistema adesivo Optibond Dual Cure-Kerr. O estudo foi realizado utilizando a parte interna cervical de dentes bovinos, e o objetivo dos autores foi comparar a força de adesão quando utilizavam a técnica direta ou a indireta. Os dentes foram seccionados transversalmente para produzir corpos-de-prova de 4mm de espessura. Os canais radiculares foram alargados até uma abertura padronizada, e após o tratamento da dentina, a resina composta foi aplicada diretamente, ou foi utilizada a técnica indireta de *inlay* pré-polimerizado. Os resultados mostraram valores médios de resistência à adesão de 8,5MPa para a técnica indireta, e 5,0MPa quando a resina foi depositada diretamente com a técnica incremental. A avaliação ao MEV revelou que a técnica indireta quando comparada à técnica direta, demonstrou maior densidade e

comprimento dos tags resinosos, justificando desta forma, a obtenção de maiores valores médios de adesão quando utilizaram a técnica indireta.

Para Silva<sup>134</sup>, 1996, em seu trabalho sobre testes de adesão, realizados em períodos que variaram de um a sete dias com amostras humanas, bovinas e suínas, concluiu que os resultados não apresentavam diferenças significativas entre si.

Tonami et al.<sup>142</sup>, 1996, estudaram o efeito das condições de estocagem sobre as propriedades mecânicas da dentina bovina que não eram conhecidas. Sessenta pares de incisivos inferiores bovinos foram extraídos imediatamente após o sacrifício e divididos em grupos: controle e experimental. O tempo de observação foi de: 8h após extração; uma semana de armazenamento em freezer; quatro semanas de armazenamento em freezer; 45min em água fervente. Os testes de resistência à tração foram realizados em uma máquina Instron, e os resultados expressos em MPa. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle, 77,7MPa, uma semana no freezer e quatro semanas no freezer, 78,7 e 79,9MPa, respectivamente. Porém, houve diminuição na média de resistência à tração quando do armazenamento em água fervente 70,3MPa. Os autores concluíram que, o armazenamento em freezer pode ser indicado para manter a integridade do tecido dentinário bovino, previamente à execução da metodologia dos procedimentos experimentais *in vitro*.

Chan et al.<sup>28</sup>, 1997, realizaram trabalho sobre adesão dentinária em dentes bovinos *in vitro*, e afirmaram que as maiores forças de adesão à dentina são conseguidas, quando ácidos mais diluídos do que os fornecidos pelo fabricante são utilizados, e que no caso do Scotchbond Multi-Purpose, o ácido mais indicado para atacar a dentina era o ácido maléico e não o ortofosfórico.

Versluis et al.<sup>153</sup>, 1997, realizaram testes de adesão com dentina bovina *in vitro* e chamaram a atenção para a avaliação de esforços

adesivos baseados nos mecanismos de fratura interfacial, que devem ser considerados em testes de resistência adesiva de materiais restauradores. Concluíram que as fraturas coesivas em testes de adesão, não significam, necessariamente, resistência adesiva superior de um determinado material, ou que a resistência coesiva da dentina tenha diminuído.

Schilke et al.<sup>132</sup> avaliaram em 1999, a conveniência do uso de dentina coronária e radicular bovina, como substitutos para dentina decídua e permanente humana, em testes de resistência ao cisalhamento para adesivos dentinários. Foram seccionados mesio-distalmente trinta incisivos centrais permanentes bovinos, trinta molares decíduos humanos e trinta terceiros molares humanos. As superfícies pulpar e vestibular da dentina dos cortes bucais, foram desgastados com uma broca até uma espessura de 1,0mm. Um adesivo dentinário e uma resina composta híbrida foram aplicados de acordo com as instruções, nas superfícies vestibulares e pulpares, com exceção dos dentes decíduos onde só a superfície vestibular foi usada. Os corpos-de-prova foram armazenados em uma solução aquosa por 24h e submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Os resultados foram estatisticamente analisados com o teste Wilcoxon e com o Man-Whitney-U. A dentina permanente e a dentina coronária bovina não apresentaram diferenças durante os testes de resistência ao cisalhamento (13.3+/-6.1 vs. 15.2+/-7.6), tanto na superfícies pulpar como na vestibular. A dentina radicular bovina e a dentina decídua humana apresentaram diferenças significantes (17.4+/-8.3 vs. 7.7+/-5.0,  $p<0.001$ ). Também foram achadas diferenças significantes entre a dentina radicular bovina e a dentina permanente humana (17.4+/-8.3 vs. 13.3+/-6.1,  $p<0.05$ , entre radicular bovina e dentina coronária (17.4+/-8.3 vs. 15.2+/-7.6,  $p<0.05$ ). Além disso, foram registradas diferenças significativas entre dentina decídua e permanente humana (7.7+/-5.0 vs. 13.3+/-6.1,  $p<0.001$ ) e dentina coronária bovina (7.7+/-5.0 vs. 15.2+/-7.6,  $p<0.001$ ).

## 2.2 Condicionamento ácido. Esmalte e dentina.

Buonocore<sup>18</sup> em 1955, idealizou a técnica do condicionamento ácido com uma solução comercial de fosfomolibdato diluída a 50%, contendo tungstato de sódio juntamente com uma solução de ácido fosfórico a 85%. Fazendo o tratamento da superfície dos dentes extraídos com fosfomolibdato-ácido oxálico, notou que a porção ácida do reagente podia remover camadas superficiais do esmalte, e o grupo tungstato podia unir-se ao material orgânico disponível do esmalte. Para outras alterações químicas da superfície do esmalte, utilizou o ácido oxálico, na esperança de incorporar ao esmalte grupos oxalato, quer pela troca, quer pela reação de precipitação. O uso do ácido fosfórico isolado, foi baseado na idéia de que uma simples descalcificação do esmalte poderia remover a estrutura superficial e seria suficiente para produzir uma superfície mas receptiva à adesão. Para testar a adesão, usou gotas de acrílico sobre as superfícies de esmalte tratado e não tratado pelo ácido, assim como nas superfícies de dentina de dentes extraídos, que tinham sido armazenados em água, antes e após a fixação da resina acrílica. Após a polimerização do acrílico, tentava-se removê-lo da superfície dental. Como os resultados mostraram que havia um aumento da adesão, no caso das superfícies tratadas, resolveu fazer os testes de laboratório, usando-se uma técnica mais acurada. Em vista dos resultados encorajadores, decidiu-se pela aplicação do método nos dentes. Como segundo método de tratamento, o autor aplicou o ácido fosfórico a 85%, a fim de determinar o efeito de uma simples descalcificação pelo ácido sobre a adesão. O método usado era praticamente o mesmo, com exceção do fato de que a gota de ácido era lavada com água após 30 segundos de contato com a superfície do esmalte. Verificou que nos 15 dentes tratados com fosfomolibdato-ácido oxálico, a resina acrílica permaneceu aderida durante 160 horas, em média, ao passo que em outros 15 dentes não

tratados, a duração média da adesão foi de apenas 6h. No caso do tratamento com ácido fosfórico, 10 dentes apresentaram uma duração média de adesão de 1070 horas, enquanto que nos outros dez dentes não tratados, essa duração foi de apenas 11h. O autor concluiu que, o aumento da adesão obtida sobre as superfícies de esmalte tratado poderia ser devido aos seguintes fatores: a) o ácido teria provocado, durante seu ataque, um notável aumento da área de superfície; b) a estrutura orgânica do esmalte, exposta pelo ataque ácido, serviria como uma rede, na qual o acrílico podia aderir; c) haveria a formação de uma nova superfície, devido à precipitação de uma nova substância, como por exemplo, o oxalato de cálcio ou o tungstato orgânico complexo, à qual o acrílico também poderia aderir; d) o ataque ácido removeria a velha superfície do esmalte, inerte e totalmente condicionada, fazendo com que se apresentasse uma nova superfície, mais reativa e favorável à adesão; e) poderia haver, ainda, na superfície do esmalte, a presença de uma camada absorvida de grupos fosfato, altamente polarizados e derivados do ácido usado. Independentemente do mecanismo envolvido, a verdade é que a adesão aumentava notavelmente quando o esmalte era tratado com ácido.

Em 1956, Buonocore et al.<sup>21</sup> voltaram a usar a técnica do ataque ácido para obter a adesão de um material acrílico Sevriton à dentina. Observaram, no entanto, que após 5 meses de imersão em água, a resistência da união diminuía de 53 kg/cm<sup>2</sup> para 28 kg/cm<sup>2</sup>. Na opinião deles, o ácido glicerofosfórico dimetacrilato constituinte do *seal* do material testado, seria o principal agente de ligação, pois o grupo fosfato existente nesse composto parecia ser adequado para uma combinação química com os constituintes da dentina.

Em 1965, Gwinnett & Buonocore<sup>64</sup> passaram a fazer o tratamento da superfície dental com uma solução de ácido fosfórico a 50% modificada. Para chegarem ao uso desta solução, testaram diversas

soluções condicionadoras, a saber: ácido fosfórico a 10%, 20%, 30% e 40%, além de uma solução a 50%, modificada, que chamaram de solução A. Usaram também o líquido do cimento de silicato da S.S. White, o ácido clorídrico a 4% mais fluoreto de sódio a 3%, o ácido clorídrico a 12% mais fluoreto de sódio a 3%, o sal dissódico do EDTA saturado, e o sal tetrassódico do EDTA a 10%. Notaram que os sais de EDTA requeriam pelo menos 2h de aplicação para produzir mudanças notáveis na superfície dental, e por isso foram considerados desprezíveis para uso clínico. Além disso, a adesão sobre superfícies tratadas com soluções de EDTA, não era tão boa quanto a adesão obtida sobre superfícies tratadas com outros agentes.

Em 1967, Gwinnett & Matsui<sup>66</sup>, trabalhando com diferentes tipos de adesivos, a fim de estudar a relação física entre os materiais adesivos e a superfície do esmalte tratado com ácido, usaram como solução condicionadora o líquido do cimento de fosfato de zinco, escolhido entre várias outras soluções previamente testadas, pelo fato de produzir um ataque ácido de não mais que 2 a 3µm de profundidade, com uma alteração histológica total de mais ou menos 10 µm. O líquido do cimento de fosfato de zinco foi aplicado durante 2min.

Em 1972, Gwinnett & Buonocore<sup>65</sup>, afirmaram que uma das chaves para o sucesso no uso de adesivos, era o condicionamento da superfície do esmalte antes da colocação do mesmo. Afirmaram também que soluções condicionadoras como o ácido fosfórico a 50%, contendo 7% por peso de óxido de zinco, e o ácido cítrico a 50%, serviam para remover a maior parte do material inorgânico condicionado e limpar a superfície do esmalte das substâncias proteicas e outros depósitos orgânicos. Serviam também para aumentar a área da superfície do esmalte, e aumentar os microporos existentes no tecido e/ou criar novos microporos que, pela

capilaridade, possibilitariam o embricamento mecânico do adesivo. Esta última função é que permitia os significativos efeitos mecânicos considerados responsáveis pela ligação, e seria suplementada pelas ligações físicas ou químicas que também poderiam ocorrer. Em outras palavras, a resina não se colocaria simplesmente sobre a superfície do dente, mas também agiria sobre ela.

Retief<sup>122</sup>, em 1973, observou que o ataque ácido do esmalte com ácido fosfórico a 50% aumentou a adesão de resinas epóxicas comerciais. Notou que o tratamento da superfície do esmalte com ácido fosfórico a 50%, durante 1 min, produziu um ataque às porções centrais das cabeças dos prismas, que foram dissolvidas em maior extensão do que a periferia dos mesmos. A superfície atacada teria então o aspecto de um "favo de mel". O padrão de ataque, no entanto, variou de dente para dente, e padrões diferentes foram observados em regiões adjacentes de um mesmo dente. A periferia dos prismas, foram atacadas algumas vezes, numa extensão maior que as porções centrais.

Fusayama et al.<sup>54</sup>, em 1979, introduziram nova metodologia para avaliar a resistência adesiva sobre o esmalte condicionado e não condicionado, sobre a dentina condicionada e não condicionada e sobre a dentina cariada não condicionada. Foi empregado um novo sistema adesivo Clearfil Bond System F-Kuraray, que foi comparado com o Adaptic Total System, com o Concise Enamel Bond e com o Palakan. As superfícies vestibulares dos incisivos e oclusais dos molares foram desgastadas, condicionadas ou não, recebendo em seguida os sistemas adesivos e as respectivas resinas compostas, aplicadas através de uma matriz de 5mm de diâmetro. Concluíram que, o novo sistema adesivo foi superior aos demais e ofereceu maior resistência adesiva. O condicionamento ácido do esmalte e dentina aumentou significativamente a resistência adesiva em ambos.

Bastos et al.<sup>6</sup> 1989, determinaram o efeito da duração do condicionamento ácido na resistência ao cisalhamento em esmalte, com uma resina composta polimerizada por luz visível. Foram usados sessenta incisivos permanentes humanos extraídos e estocados em álcool etílico a 70%. Os dentes foram incluídos em acrílico de polimerização a frio, e a face vestibular foi desgastada com papel de sílica-carbide de granulação 600, antes da preparação do corpo-de-prova. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de 15 cada, e as superfícies de esmalte desgastadas, foram condicionadas com solução de ácido fosfórico a 37% por: a) 60s; b) condicionada por 30s, lavada e recondicionada por 30s; c) condicionada por 30s; d) condicionada por 15s. Um molde circular de teflon dividido em dois e com diâmetro de 3mm, foi posicionado firmemente contra a superfície do esmalte condicionado, com um instrumento especial para inserir a resina composta Silux. Esta foi levada à abertura do molde de teflon e polimerizada em três incrementos, cada um por 30s. Os espécimes do teste foram armazenados em solução fisiológica por 24h e submetidos a carga de cisalhamento, em uma máquina Instron, a uma velocidade de 0,02 pol/min. A resistência ao cisalhamento foi calculada e expressa em MN/m<sup>2</sup>. Os dados foram avaliados por análise de variância a um nível de significância de 5%. A resistência ao cisalhamento em superfícies de esmalte condicionadas com ácido fosfórico a 37% por diferentes tempos, não foi significativamente diferente.

Yamaguchi et al.<sup>160</sup> em 1989, usaram como substrato para o sistema adesivo Clearfil Photo Bond-Kuraray, o esmalte condicionado com ácido fosfórico por 60s, a dentina não tratada, a dentina condicionada com ácido poliacrílico a 10% por 20s e a dentina condicionada com ácido fosfórico a 37% por 60s, para verificação da influência da utilização de vários substratos, das técnicas de polimerização e do tempo de estocagem na resistência adesiva. Os melhores resultados foram obtidos para o esmalte

seguido da dentina não tratada, dentina condicionada com ácido poliacrílico e dentina condicionada com ácido fosfórico. A polimerização e o tempo de estocagem, não interferiram nos resultados. Os autores concluíram que, o condicionamento da dentina pode ser importante na adesão com ácidos em concentrações mais fracas, e na neutralização dos contaminantes e microorganismos presentes na *smear layer*. Os resultados obtidos neste estudo, em relação à dentina não tratada pode não ter aplicação clínica direta.

Marshall et al.<sup>85</sup>, em 1995, relataram que não existe diferença no grau de desmineralização da dentina intertubular e intratubular. Embora se esperasse que os túbulos dentinários pudessem servir de via preferencial de penetração do ácido, a densa matriz dentinária peritubular poderia diminuir a velocidade do ácido, tanto quanto a da dentina intertubular menos densa.

Mauro<sup>87</sup>, em 1995, avaliou *in vitro*, a resistência de união ao cisalhamento de cinco sistemas adesivos dentinários, quando aplicados em dentina condicionada ou não com substâncias ácidas. Para o estudo foram usados 150 molares humanos irrompidos, recentemente extraídos, que foram incluídos com gesso especial em cano de PVC. As superfícies oclusais foram desgastadas até a exposição de dentina, que foi submetida à ação de uma lixa d'água de granulação 320. Sobre esta área, foi adaptada uma fita adesiva com perfuração padronizada de 3,5mm de diâmetro. Estas áreas receberam condicionamento com ácido fosfórico a 10%, 37% e ácido maleico a 10%, e logo após, a aplicação dos sistemas adesivos: Prisma Universal Bond 3 - Dentsply, Scotch Bond Multi-Purpose - 3M, Multi-Bond Alpha - DFL, All Bond 2 - Bisco e ProBond - Dentsply. Foi feita a inserção e polimerização dos cilindros de resina composta nos molares incluídos e foram executados os testes de cisalhamento. O autor concluiu que, o ácido fosfórico a 10% e 37% determinaram melhor desempenho dos sistemas adesivos.

Perdigão et al.<sup>113</sup>, em 1996, observaram que ácido fosfórico fabricado com gel de sílica tinha um pH mais alto do que um ácido fosfórico engrossado com polímero. Condicionaram superfícies dentinárias por 15s, com seis diferentes preparos de ácido fosfórico aquoso a 10% e 35%, gel de sílica, ou polímero na forma de gel. Obtiveram diferentes profundidades de condicionamento da dentina. Preparações aquosas e os géis engrossados com polímeros, condicionaram mais profundamente a dentina, do que os condicionados com preparações geleificadas com sílica. Não houve diferença significativa entre a profundidade da dentina condicionada com ácido fosfórico a 10% ou 37% geleificado com sílica. Porém, houve uma correlação altamente significativa entre a profundidade da dentina condicionada e o pH dos condicionadores.

Mauro<sup>88</sup>, em 1997, realizando trabalho para verificar a resistência de união proporcionada por sistemas adesivos quando aplicados em tecido dentinário, condicionado ou não com ácido fosfórico, determinou uma melhor resistência de união quando o tecido dentinário foi condicionado com ácido fosfórico a 37% ou 10%. A diferença nas concentrações ácidas empregadas, não determinou um comportamento distinto quanto à capacidade adesiva dos materiais testados. Afirmaram que, deve-se usar adesivos que determinem altos valores de resistência de união, que apresentem uma boa interação com a dentina e que sejam corretamente aplicados sobre o tecido dentinário úmido condicionado com ácido fosfórico.

### **2.3 Restaurações indiretas de resina composta e porcelana. Cimentos resinosos e cimentação.**

As resinas compostas e as porcelanas são os materiais restauradores estéticos mais utilizados na atualidade. Os cimentos resinosos são os agentes adesivos de escolha para a adesão na cimentação das

restaurações indiretas de resina e porcelana. Porém, a literatura que se refere aos testes de resistência ao cisalhamento dos cimentos resinosos não é muito extensa, por se tratar de um assunto relativamente recente.

Tanaka et al.<sup>140</sup>, em 1981, fizeram testes com a resina 4-META/MMA-TBB (4-Metacriloxietil trimetacrilato metil metacrilato-tri-n-butil borano) e a denominaram de resina opaca, também verificaram que esta nova resina mostrou boa adesão, mesmo quando utilizada a termoiclagem nos testes *in vitro*. Verificaram também que, mesmo após a imersão em água por trinta semanas, a força de união era de 250 kg/cm<sup>2</sup>, e esta união foi atribuída ao agente adesivo 4-META/MMA-TBB, pois em locais onde foi utilizada a resina comum MMA e Epoxiacrílico após a termociclagem e no mesmo período, a força de adesão foi de 80 kg/cm<sup>2</sup>, considerada pequena em relação ao alcançado com o 4-META/MMA-TBB.

Omura et al.<sup>101</sup>, em 1984, desenvolveram a resina adesiva, com 10-MDP (metacriloziloxidecil dihidrogênio fosfato) contido no monômero, que contém um grupo fosfatado na sua estrutura molecular e um pó com finas cargas inorgânicas. Classificaram-nas como resina composta, que contém um componente adesivo e apresenta grande poder de adesão em ligas de Ni-Cr, ligas de ouro, porcelanas, dentina e esmalte, mesmo quando as peças foram imersas em água durante nove meses. Depois de muitos testes em várias superfícies, e devido às grandes qualidades adesivas dessa nova resina dental, indicaram seu uso como agente cimentante e a chamaram de Panavia Ex. Esta possui características diferentes das outras resinas, pois apesar da sua polimerização ser química, é também anaeróbica, não se polimerizando em presença de oxigênio.

Wada<sup>155</sup>, em 1986, apresentou novos adesivos dentais como Clearfil F e Panavia Ex desenvolvidos pela Kuraray. Primeiramente, produziu-se uma resina, o 4-META, que combinada ao TBB-O (óxido de tributil borano), aderiu ao metal e à estrutura dental, foi denominada Super

Bond C&B. A adesão era muito forte inicialmente, mas decrescia com a armazenagem em água. As pesquisas foram de encontro a um novo monômero de fosfato, Panavia Ex, que apresentava forte adesão tanto à estrutura dental como às ligas metálicas e em alguns tipos de porcelana. Esta resina, sistema pó/líquido, quando em contato com o oxigênio tem sua polimerização bastante retardada. Esta propriedade anaeróbica permite que o excesso resultante da cimentação seja facilmente removido, sem a necessidade do uso de brocas ou pontas de acabamento. Por outro lado, foi desenvolvido um gel constituído de polietileno glicol, Oxyguard, para evitar que a linha de cimento marginal exposta e em contato com o oxigênio, permanesse sem polimerização. A espessura da película, menor que 20µm, é fina o suficiente para o assentamento completo de qualquer restauração. A força de união da resina Panavia Ex às ligas de Ni-Cr, está por volta de 356,88 kg/cm<sup>2</sup>, chegando aos 142,75 kg/cm<sup>2</sup> quando unida ao esmalte condicionado com ácido. A adesão às ligas preciosas alcança 203,93 kg/cm<sup>2</sup> mas decresce gradualmente com a armazenagem em água. A estabilidade de união às ligas de Ni-Cr permanece inalterada mesmo após 12 meses de estocagem em água a 37°C ou na termociclagem de até 3.000 ciclos a 4°C e 60°C.

Powers et al.<sup>118</sup>, em 1986, apresentaram um trabalho, cujo propósito foi determinar *in vitro* a força de união de cinco resina, ABC, Panavia Ex, Super Bond C&B, Conclude e Kerr, ao esmalte, com e sem condicionamento ácido, e à dentina sem condicionamento. Superfícies planas de esmalte e dentina foram preparadas nas faces vestibulares de incisivos centrais inferiores e oclusais de primeiros e segundos molares, através de uma lixa de granulação 600. Uma fita adesiva com um orifício de 3,0mm de diâmetro foi colocada sobre a superfície de esmalte, e de 5,0mm sobre a superfície de dentina, para delimitar a área de união. Cones

preenchidos com as cinco resinas foram fixados aos dentes, e os conjuntos assim formados foram armazenados em água a 37°C por 24h ou a 70°C por trinta dias. Testes de tração foram então realizados em uma máquina de ensaios universal a uma velocidade de 0,5mm/minuto. Os resultados mostraram que, somente a Panavia Ex e o Super Bond C&B, se uniram à dentina e esmalte, ambos sem condicionamento, sendo que a força de união ao esmalte foi duas vezes maior que à dentina, após 24h. Porém, caiu em 90% após a estocagem em água a 70°C por trinta dias. Todas as resinas que se uniram ao esmalte condicionado, mostraram valores variando de 60,16 kg/cm<sup>2</sup> para ABC a 154,99 kg/cm<sup>2</sup> para Super Bond C&B após 24h. Panavia Ex e Super Bond C&B mostraram a menor diminuição, menos de 6%, da resistência de união ao esmalte condicionado, após armazenagem em água a 70°C por trinta dias. As falhas de união à dentina e esmalte sem condicionamento foram adesivas, enquanto que aquelas do esmalte condicionado foram coesivas.

Cavel et al.<sup>26</sup>, em 1988, fizeram um dos primeiros estudos de avaliação clínica sobre restaurações de porcelana. Neste estudo, foram confeccionadas 31 restaurações de classe I e II com cerâmica Dicor que foram colocadas com um cimento de dupla ativação, o Dicor Light Activated Cement. Estas restaurações foram avaliadas durante seis meses, a respeito dos seguintes critérios: cor, adaptação marginal e descoloração marginal e obtiveram grau "alfa". Os contatos proximais permaneceram intactos e não foi encontrado cárie secundária. Os autores ainda elogiaram a fácil manipulação do cimento, relatando eficiência da técnica.

No Dental Advisor<sup>34</sup> de 1988, foi publicada uma revisão sobre cimentos resinosos estéticos. Foi citado que estes cimentos, normalmente, são resinas diacrilato com 20-80% de partículas inorgânicas de vidro, com a maioria delas com menos de 1,0µm de tamanho. Ainda foi citado que,



1496

comparados com os demais agentes cimentantes, estes materiais apresentavam baixa solubilidade, resistência média-alta, rigidez média e espessura de película variando de média a alta.

Nicholls<sup>99</sup>, em 1988, estudou a resistência à tração de cinco marcas de cimentos resinosos usados na colagem de trabalhos executados em porcelana. Foram acrescentadas algumas variáveis como: a marca do silano, a utilização ou não de adesivo, o efeito da contaminação por saliva e a demora de sete dias entre o condicionamento da porcelana e a aplicação do cimento. Nos resultados, com todos os cimentos que foram testados, a resistência foi superior a 27,7MPa, quando aplicados sobre porcelana silanizada, sendo que a marca de silano foi um fator significativo para a resistência da colagem. Para a descontaminação por saliva, o mais indicado foi a aplicação de ácido fosfórico a 37% durante 15s. Afirmou ainda que, o prazo de sete dias entre a silanização e a colagem não afetou a resistência à união.

No Dental Advisor<sup>35</sup> de 1989, foi publicada uma revisão sobre as restaurações cerâmicas e seus cimentos. Quanto aos cimentos utilizados para a fixação, foram citados como requisitos necessários: alta resistência mecânica, disponibilidade de cores, alta fluidez para diminuir porosidades, duplo sistema de ativação, fácil manipulação e radiopacidade.

Em 1989, Drummond & Khalal<sup>45</sup>, estudaram 15 marcas de cimentos resinosos, quanto à sua resistência coesiva sob teste de cisalhamento, e quanto à distribuição das partículas de carga. A correlação encontrada entre a porcentagem de carga e a resistência foi pequena. Segundo os autores, a resistência coesiva dos materiais variou entre 44 a 70MPa, superando os valores de união metal/resina e esmalte/resina relatados na literatura.

Donovan & Kahn<sup>44</sup>, em 1990, fizeram a avaliação das possíveis opções para as restaurações em dentes posteriores, discutindo as

vantagens e desvantagens das alternativas estéticas modernas sobre as tradicionais. As restaurações indiretas em resina composta, com alto teor de carga, que são polimerizadas sob a ação do calor, mostraram menor potencial de desgaste. Observaram várias vantagens sobre as resinas compostas realizadas diretamente nos dentes, que são: estética, boa integridade marginal, melhor contorno proximal e ausência de efeitos deletérios da contração de polimerização. As desvantagens foram: a falta de documentação sobre o selamento marginal na região cervical e o maior custo. Quanto às restaurações de porcelana, as vantagens foram a ótima condição estética e de desgaste. Como desvantagens, os autores citaram o alto potencial de fratura, a dificuldade de confecção de restaurações bem adaptadas e a falta de documentação sobre o selamento cervical e o desempenho clínico a longo prazo. A maior vantagem desta técnica reside no potencial de reforço do complexo entre o dente e a restauração.

Van Noort et al.<sup>152</sup>, em 1991, avaliaram a influência da geometria interfacial na resistência adesiva da dentina, referindo-se às modificações no estresse localizado na interface adesiva e dentina. Foi medida e comparada a resistência à tração, dos espécimes com e sem excesso de adesivo, através de análise por elemento finito. Os resultados mostraram que, quando o adesivo ficou restrito à interface, a resistência à tração foi de 3,10MPa, que aumentou para 6,9MPa quando um pequeno excesso de adesivo estava presente. Concluíram os autores que, quando a extensão do adesivo estava além dos limites da interface, mostraram altos valores de resistência adesiva artificial.

Em 1992, Christensen<sup>30</sup>, descreveu o processo de cimentação das restaurações cerâmicas, usando os cimentos de dupla cura. O autor relatou bons resultados obtidos com esta técnica. Lembrou ainda que a mesma seria uma ótima opção para as situações de alergia às ligas metálicas.

Em 1992, Lu et al.<sup>84</sup>, avaliaram o efeito de vários tratamentos de superfície na resistência ao cisalhamento, de colagens entre porcelana e cimentos resinosos. Foram também examinadas ao MEV, as características das fraturas obtidas após os testes. Os tratamentos avaliados foram com: ácido fluorídrico, silano, ácido fluorídrico mais silano e controle. O grupo tratado com ácido fluorídrico mais silano apresentou maior resistência (16,4MPa). No estudo ao MEV, observaram fratura adesiva apenas no grupo controle e fratura coesiva do corpo da porcelana nos demais grupos.

Christensen<sup>31</sup>, em 1993, classificou os cimentos resinosos em: autopolimerizáveis, fotopolimerizáveis e de dupla ativação. Quanto à indicação, são classificados em materiais de uso obrigatório em restaurações cerâmicas, freqüente em núcleos e coroas com pouca retenção, e de uso ocasional para fixação de aparelhos parciais fixos convencionais.

Christensen<sup>32</sup>, ainda em 1993, publicou um artigo abordando os cimentos resinosos para a cimentação das restaurações indiretas. Neste artigo, indicou os materiais de dupla ativação para os *inlays*, *onlays*, *overlays*; os fotoativados para as facetas, e os quimicamente ativados para as próteses fixas adesivas.

Donovan & Chee<sup>43</sup>, em 1993, discutiram as vantagens e desvantagens das porcelanas cimentadas com cimentos adesivos. Relataram que as porcelanas devem ser empregadas em casos cuidadosamente selecionados, pois tem pobre resistência à compressão, e se sua espessura não for adequada pode se fraturar. Citaram que a adaptação destas restaurações tem um papel importante, pois a sua precisão limita a espessura do agente cimentante, que pode em determinados locais como dentina, cemento, ou esmalte aprismático, superar a força de união criada entre os cimentos e a estrutura dentária.

No Dental Advisor<sup>36</sup> de 1993, sobre cimentos, foram citados como requisitos destes materiais: a biocompatibilidade, resistência mecânica,

fácil manipulação, adesão, baixa solubilidade e boa estética. Os cimentos resinosos receberam a maior pontuação entre os diversos materiais existentes para cimentação permanente.

Bernal et al.<sup>7</sup>, em 1993, estudaram a resistência das coroas de porcelana cimentadas com cimento resinoso Dicor, comparadas com as cimentadas usando-se cimento de fosfato de zinco e ionômero de vidro. O valor alcançado pelo cimento resinoso (14,3MPa) foi estatisticamente maior que o obtido pelo ionômero (10,5MPa) e pelo fosfato (9,8MPa).

Roulet et al.<sup>126</sup>, em 1993, relataram em seu trabalho, que os dentistas tem se deparado com um aumento no número de pacientes preocupados com a estética. O comportamento e os problemas dos vários sistemas foram discutidos com detalhes, e consideraram como um dos fatores, o fraco comportamento dos cimentos resinosos.

Suliman et al.<sup>137</sup>, em 1993, fizeram avaliação de várias possibilidades de tratamento superficial da porcelana; com ponta diamantada; condicionada com ácido fluorídico 9,6%; jateada com óxido de alumínio 50µm; tratada com ponta diamantada e condicionada pelo ácido fluorídico. Todos os grupos receberam silanização. Comprovaram que o sistema adesivo tem influência na resistência ao cisalhamento, assim como o tratamento de superfície, onde o tratamento com ponta diamantada mais condicionamento seguido da silanização, possibilitaram colagens mais resistentes.

White<sup>157</sup>, em 1993, fez uma extensa revisão a respeito dos agentes cimentantes e discutiu em profundidade as propriedades destes materiais. O autor fez considerações em relação à resistência, módulo de elasticidade, deformação plástica, solubilidade e estabilidade, espessura do filme, tempo de trabalho, integridade marginal, assentamento e microinfiltração, pH e sensibilidade dentinária, translucidez, liberação de

fluoreto, adesão e retenção. Além disso, fez um estudo minucioso dos seguintes agentes cimentantes: cimento de fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro, resina composta e híbridos de resina composta e ionômero de vidro. O autor concluiu que, não se deve eleger um agente cimentante para todos os casos clínicos, e embora os cimentos adesivos modernos sejam melhores, estes apresentam técnicas mais sensíveis em relação ao cimento de fosfato de zinco.

Yen et al.<sup>162</sup>, em 1993, estudaram o efeito do condicionamento pelo ácido fluorídrico na superfície da porcelana feldspática, Mirage, e da injetável, Dicor, no MEV. A resistência flexural dos corpos-de-prova, obtida pela colagem de duas peças de porcelana com resina composta, também foi estudada, tendo como variável quatro tempos diferentes de condicionamento ácido: 30s, 1, 2,5 e 5 min. Diferenças foram mostradas na análise ao MEV, na superfície dos materiais após o condicionamento. A porcelana feldspática mostrou-se rugosa, a porcelana injetada expôs na sua superfície inúmeros cristais com terminações arredondadas. Quanto à resistência das colagens, os autores encontraram que o tempo de condicionamento não interferiu no desempenho das uniões, com nenhuma das cerâmicas utilizadas no estudo.

Latta & Barkmeier<sup>80</sup>, em 1994, avaliaram a resistência ao cisalhamento, de um cimento resinoso para restaurações indiretas de resina composta. A superfície destas restaurações receberam tratamentos com: ácido fluorídrico por 60s; bifluoreto de amônia por 60s; resina adesiva; microabrasão com jato de óxido de alumínio mais resina e microabrasão com óxido de alumínio mais resina adesiva. Sessenta corpos foram confeccionados com uma resina para *inlays*. Todos receberam um dos tratamentos acima citados, foram cimentados em esmalte com superfícies planas e com cimento dual. Após o ensaio mecânico de cisalhamento, fizeram a análise em MEV para o exame da morfologia da superfície de

resina, antes e após o tratamento. Os resultados mostraram que a micro abrasão melhorou a adesão do cimento e o MEV evidenciou uma superfície irregular.

Kitasako et al.<sup>78</sup>, em 1995, compararam a resistência da união aos testes de cisalhamento e tração, para adesão de cimentos de resina composta em esmalte e dentina. Foram testados cinco agentes cimentantes: Panavia 21-Kuraray, Bistite-Tokuyama, Imperva Dual-Shofu, Optibond/Porcelite Dual Cure-Kerr, e Masa Bond-Sun Medical. Os autores utilizaram dentes bovinos embutidos em gesso e preferiram a utilização do gesso à resina acrílica, pois conserva melhor a umidade do dente, além de ter reação exotérmica bem menor que a da resina acrílica na fase de polimerização. Os dentes foram desgastados e aplainados com uma lixa de sílica-carbide, a área de trabalho foi demarcada através de uma fita de vinil com perfuração de 3mm de diâmetro, onde foram cimentados cilindros de resina composta, Clearfill CR Inlay-Kuraray, com um dos cinco agentes cimentantes em teste. Após os ensaios mecânicos, os resultados mostraram uma melhor adesão em esmalte dos agentes cimentantes Bistite e Imperva Dual, enquanto os resultados em dentina mostraram maiores valores para o Masa Bond e menores para o Optibond/Porcelite. Os autores concluíram que: a) os valores de resistência ao teste de cisalhamento foram maiores que para os testes de tração; b) embora existissem deficiências nos testes mecânicos de tração e cisalhamento, estes eram mais valiosos que as variáveis de substrato.

Ozden et al.<sup>103</sup>, em 1994, testaram a resistência ao cisalhamento da união entre porcelana e cimento, dupla polimerização, em função do tratamento superficial da porcelana. Seis tratamentos foram avaliados: silanização; condicionamento com ácido fluorídico; condicionamento mais silanização; tratamento com ponta diamantada seguido de silanização; tratamento mais condicionamento mais silanização;

tratamento mais condicionamento. O cimento utilizado foi o Opaque dual-cured-Vivadent. Após 24h de armazenagem e termociclagem, 100 ciclos, entre 6 e 60°C, os resultados mostraram que a aspereza seguida da silanização foi o tratamento que forneceu maior resistência de colagem.

Michelini et al.<sup>90</sup>, em 1995, fizeram um estudo *in vitro*, com a intenção de comparar a resistência à tração de *inlays* em ouro e em porcelana, confeccionados em cavidades padrão, preparadas em terceiros molares. Foram empregados para a cimentação três cimentos: fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro e resinoso. Os de ouro foram cimentados com o fosfato de zinco e com cimento ionômero de vidro. Os de porcelana foram cimentados com cimento ionômero de vidro e com cimento resinoso. Os de ouro, não receberam nenhum tratamento quando cimentados com fosfato de zinco. Foram jateados e receberam a aplicação de uma camada de óxido de alumínio, quando cimentados com cimento ionômero de vidro. Os de porcelana receberam como tratamento a aplicação de ácido e silano quando cimentados com cimento resinoso, e nenhum tratamento quando cimentados com o cimento ionômero de vidro. Houve diferenças significantes na análise estatística dos resultados dos testes de tração, quando o cimento empregado foi o fosfato de zinco ou o cimento de ionômero de vidro. A porcelana cimentada com o cimento resinoso apresentou resistência à tração duas ou três vezes maior que a oferecida pelos *inlays* de ouro.

Braga<sup>14</sup>, em 1995, avaliou a resistência ao cisalhamento de colagens entre porcelana e dentina, unidas por cimentos resinosos de dupla ativação, em seus momentos iniciais. Foram avaliados três materiais: Porcelite Dual Cure-Kerr, Dual Cement-Vivadent, além de um cimento quimicamente ativado C&B Lutting Composite-Bisco. Peças de porcelana de 3mm de altura, Ceramco II-Dentsply, cor A 3,5) foram tratadas com ácido fluorídico e silano e, a seguir, coladas em superfícies dentinárias

regularizadas com lixa nº 220, tratadas com adesivo Optibond -Kerr. A fotoativação foi realizada usando-se um aparelho com potência de 450mw/cm<sup>2</sup>. Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C até o momento do teste. Os tempos observados foram 10, 30, 90min e 7 dias, usado como referência de resistência máxima. Os resultados mostraram que aos 10 e 30min, os materiais de dupla ativação foram superiores ao material quimicamente ativado; aos 90min, o C&B Lutting Composite foi semelhante ao Porcelite Dual Cure, porém ainda inferior ao Dual Cement; aos 7 dias, os três cimentos apresentaram resistência semelhante. O autor afirmou que o elevado coeficiente de variação do experimento, torna arriscada a indicação de tempos menores que 90min para a entrada em função deste tipo de colagem.

Picard et al.<sup>114</sup>, em 1995, citaram que as técnicas adesivas são rotineiramente utilizadas para *veneers* de porcelana, laminados e *inlays onlays* cerâmicos. O condicionamento ácido da porcelana, para aumentar a retenção entre adesivos resinosos e as restaurações cerâmicas já foi amplamente testado. De acordo com o método de avaliação e a estrutura dos materiais investigados: cerâmica feldspática, cerâmica feldspática modificada e cerâmica vítrea, os resultados dos ensaios mecânicos de adesão apresentaram variações. A caracterização por energia de superfície associada a profilometria de contato tridimensional, pode ser aplicada como um método não destrutivo para avaliação da adesão. Após a conclusão da investigação mecânica convencional, um estudo sobre a energia potencial da adesão, foi executado em cerâmica de feldspática odontológica com fase cristalina alta, e em uma cerâmica vítrea incluindo um estudo topográfico possibilitando uma comparação dos resultados entre ambas as técnicas da pesquisa.

Anusavice<sup>1</sup>, em 1996, citou em seu trabalho, as diretrizes que conduzem o fenômeno da adesão, seus princípios e fatores, os quais

interagem para permitir uma boa ou má adesão. Relatou as propriedades inerentes aos cimentos resinosos, bem como seu desenvolvimento e desempenho clínico, e ainda, a idéia de que esse cimento é um material de grande qualidade.

Awliya et al.<sup>4</sup>, em 1996, realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a resistência ao cisalhamento de quatro cimentos resinosos, em superfícies tratadas por microabrasão de núcleos de alumina para coroas de cerâmica pura. Quarenta corpos-de-prova de alumínio densamente sinterizados foram fornecidos pela Procera/Sandvik. Todos os corpos-de-prova foram condicionados com partículas de óxido alumínio 50µm a 80psi por meio de um *microetcher*. Os corpos-de-prova foram divididos em quatro grupos de dez e cimentados com os seguintes agentes resinosos: Empress, C&B Metabond, Enforce e Panavia 21. Os cimentos foram aplicados e fotopolimerizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Todos os corpos-de-prova foram armazenados a 100% de umidade e à temperatura ambiente durante sete dias. Após o armazenamento, cada corpo-de-prova foi submetido a uma carga de cisalhamento em uma máquina de Ensaio Instron com uma velocidade de 0.5 mm/minuto. Os dados foram analisados pelo método ANOVA ( $p < 0.05$ ). A resistência adesiva ao cisalhamento resultante e o desvio-padrão para cada grupo foram: a) Empress  $8.842 \pm 2.945$ MPa; b) C&B Metabond  $10.765 \pm 1.545$ MPa.; c) Enforce  $11.991 \pm 3.114$ MPa.; d) Panavia 21  $16.813 \pm 4.018$ MPa. Os resultados demonstraram que os núcleos de alumina cimentados com Panavia 21 apresentaram elevada resistência adesiva ao cisalhamento, estatisticamente significativa quando comparada aos outros cimentos avaliados. Quanto à avaliação da resistência adesiva ao cisalhamento, entre os outros três cimentos, estes não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si.

Kupiec et al.<sup>79</sup>, em 1996, estudaram em laboratório, vários tratamentos para a superfície da porcelana associada ao emprego do sistema adesivo Pro Bond. Utilizaram três diferentes procedimentos para o preparo da porcelana: jato de óxido de alumínio, 50µm; ácido fluorídrico a 8%; jato de óxido de alumínio e ácido fluorídrico. Os 480 discos de porcelana foram divididos em oito grupos de 60 unidades, neles foram aplicados um ou mais componentes do sistema adesivo, silano, *primer* e adesivo, juntos ou alternados. Foram subdivididos em grupos de vinte, que receberam um dos três tratamentos para a superfície. À estas superfícies foi unida a resina Prisma TPH. A resistência ao cisalhamento foi determinada na máquina de teste Instron, após estocagem em água a 37°C, por 24h, e após três meses com termociclagem. A melhor combinação foi a do jato de óxido de alumínio, associado à aplicação do ácido fluorídrico. O estudo também indicou que a silanização da porcelana é criteriosa no desenvolvimento de uma adesão à resina composta.

Morikawa et al.<sup>93</sup>, em 1996, avaliaram *in vitro*, a adesão de uma cerâmica de cocção à base de mica Olympus Castable Ceramics- OCC, com o uso de um silano *primer* associado a um cimento adesivo. O *primer* continha silano e 4-META, enquanto o agente cimentante baseado em MMA, foi iniciado com um derivado do TBB e continha o 4-META 4-MMA-TBB. Os corpos-de-prova cerâmicos foram lixados com papel de carboneto de silicone nº 600, sendo em seguida jateados com alumina e/ou condicionados com o bifluoreto de amônia. Os corpos-de-prova foram cimentados com várias combinações, e os valores de resistência ao cisalhamento foram determinados. Os procedimentos de *priming* e jateamento com alumina aumentaram a adesão entre a resina 4-META e a porcelana Olympus Castable Ceramics. Apesar do condicionamento com o bifluoreto de amônia e do tratamento da superfície cerâmica, este procedimento não melhorou a

força adesiva. A microanálise por sonda eletrônica da superfície cerâmica, revelou uma diminuição nos elementos de silicone e alumínio, após o condicionamento com bifluoreto de amônia.

Nikaido et al.<sup>100</sup>, em 1996, fizeram teste do efeito da abrasão a ar com óxido de alumínio e pérolas de vidro, no esmalte e dentina do dente bovino, as quais foram aplainadas. Testes de tração e observações em MEV das superfícies abrasionadas foram realizados. A abrasão, segundo os autores, fez decrescer a adesão ao esmalte, porém não se observou este decréscimo na dentina.

Touati<sup>144</sup>, em 1996, fez uma avaliação de vários sistemas restauradores de resinas compostas e cerâmicas com modalidades de tratamento bem aceitas para as regiões anteriores e regiões posteriores. Este artigo apresentou o desenvolvimento histórico das restaurações estéticas, com início em 1882, até as atuais segundas gerações utilizadas em laboratório. Foram discutidas as causas e fracassos das primeiras cerâmicas e esboçadas suas qualidades, enumerando-se as melhorias de cada nova geração. O objetivo do artigo foi apresentar o desenvolvimento das restaurações estéticas de forma concisa, e indicar as características dos materiais atualmente disponíveis. O autor relata que o material restaurador deve ser resistente e duro, mas também deve ser suficientemente elástico para resistir às microdistorções. Considerou as resinas de laboratório menos sujeitas a microfraturas que as cerâmicas, as quais poderão ser melhoradas no futuro, introduzindo-se pressão de nitrogênio no processo de fabricação.

Fahl & Casellini<sup>52</sup>, em 1997, relataram que, com os recentes avanços tecnológicos, os materiais restauradores foram aprimorados esteticamente, o que permitiu a realização de preparos cavitários mais conservadores e forneceram reforço para a estrutura remanescente do dente. Estas restaurações incluíram modalidades de tratamento para dentes anteriores e posteriores, aplicadas tanto direta quanto indiretamente. Com o

crescente conhecimento por parte de muitos pacientes, das possíveis alternativas de tratamentos cosméticos, surgiu por parte destes, o desejo por restaurações estéticas duráveis e sem metal. Este artigo discutiu as propriedades e o protocolo clínico de um novo material que combinava um polímero cerâmico aperfeiçoado com uma infra-estrutura reforçada por fibra, para restaurações anteriores e posteriores duráveis e estéticas.

Groten & Pröbster<sup>61</sup>, em 1997, avaliaram *in vitro* o efeito do ácido fluorídrico e diferentes agentes cimentantes na resistência à fratura da porcelana feldspática IPS Empress-Ivoclar. Foram confeccionadas 120 coroas desta porcelana feldspática. As coroas foram divididas em seis grupos iguais, de acordo com o agente cimentante e com o tratamento com: a) fosfato de zinco sem tratamento; b) fosfato de zinco com ácido fluorídrico a 5% por 60s, silano e adesivo; c) ionômero de vidro sem tratamento; d) ionômero de vidro com ácido fluorídrico a 5% por 60s, silano e adesivo; e) cimento resinoso Dual Cement-Ivoclar com ácido fluorídrico 5% por 60s, silano e adesivo e; f) cimento resinoso Dual Cement com ácido fluorídrico a 5% por 60s, silano, adesivo e tratamento do molde (Rocatec). Todas as coroas foram cimentadas sob condições padronizadas em moldes de aço e, após 48h, cada grupo foi submetido ao teste de resistência à fratura (Zwick 1454, ULM, Germany). A análise estatística foi realizada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Os resultados mostraram que os maiores valores de resistência à fratura foram observados com as coroas tratadas com ácido fluorídrico e cimentadas com agente resinoso sobre moldes tratados. O tratamento do molde dobrou a resistência à fratura. O condicionamento com ácido fluorídrico a 5% não melhorou a resistência à fratura das coroas cimentadas com cimento de fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro.

Hummel et al.<sup>70</sup>, em 1997, realizaram um estudo para comparar os efeitos da combinação de ácido fosfórico e fluorídrico com a microabrasão dos corpos-de-prova no tratamento, antes da cimentação.

Foram preparados nove corpos-de-prova de resina composta, simulando as restaurações indiretas polimerizadas por calor. Cimentos resinosos foram usados para cimentar os discos de resina P50, nos corpos-de-prova tratados com ácido fosfórico. Estes foram estocados por quatro semanas e o teste de cisalhamento realizado. Os resultados mostraram que os tratamentos prévios em estudo, não alteraram a força de união entre os materiais. As resinas híbridas tiveram maior força de adesão com o condicionamento ácido.

Leinfelder<sup>83</sup>, em 1997, relatou o avanço no desenvolvimento de polímeros para substituir as cerâmicas, e a possibilidade de substituição do amálgama, baseado nesta nova tecnologia. O autor cita o ArtGlass, como um polímero não convencional, que está no mercado desde 1995. O material é usado em restaurações *inlays* e *onlays* e é mais resistente ao desgaste que as resinas compostas convencionais.

Matsumura et al.<sup>86</sup>, em 1997, fizeram um estudo *in vitro*, com a finalidade de avaliar a resistência adesiva de alguns materiais adesivos cerâmicos associados ao silano. Foram feitos corpos-de-prova de porcelana fundida em forma de disco, jateados com alumina, e unidos por meio de seis combinações de três silano-*primers*, e dois agentes cimentantes. Os corpos-de-prova também foram unidos com dois agentes cimentantes sem o *primer*. Os valores de resistência ao cisalhamento foram determinados antes e após a termociclagem. Concluíram que, os três foram necessários para o sucesso clínico a longo prazo, na cimentação das restaurações de porcelana feldspática.

Touati & Aidan<sup>145</sup>, em 1997, citaram que as melhores propriedades físico-mecânicas dos compostos, era devido a alta porcentagem de partículas inorgânicas. A pós-polimerização permitiu maior adesão entre a matriz de resina e partículas inorgânicas, maior resistência a abrasão e melhores propriedades mecânicas. Quando o processo de fabricação usou o calor e pressão, a resistência a abrasão foi menor. Citaram

a existência da resina de segunda geração para laboratório, o ArtGlass, assim denominada pela sua composição, ou seja, resina composta micro-híbrida, com alta densidade de partículas de carga de cerâmica, e por isso denominada de polímero cerâmico ou de vidro. O ArtGlass é indicado para restaurações estéticas indiretas, apresentando uma resistência flexural de 120 a 150MPa, maior que das porcelana feldspáticas, 65MPa, com a vantagem de ser resiliente, promovendo ainda uma excelente estética. Na opinião destes autores, este material se mostrava promissor, mais ainda era necessário a comprovação de um bom desempenho por longo período na cavidade oral. O jateamento com óxido de alumínio é usado em *inlays*, *onlays* e laminados antes da adesão, pois isto aumenta a micro retenção na área de superfície. Também é recomendada a aplicação do silano pois estes dois fatores, são processos seguros para promover uma forte retenção micromecânica entre restauração e o cimento.

Uno et al.<sup>149</sup>, em 1997, executaram um estudo em laboratório, para investigar a resistência da união de quarenta discos de porcelana ao esmalte e dentina, com o adesivo dentinário Gluma CPS e o cimento resinoso Variolink. Os discos de porcelana previamente condicionados e tratados com silano, foram cimentados em superfícies planas de esmalte e dentina, preparadas em dentes premolares e molares. No ato de cimentação, os discos foram estabilizados para manter uma camada de cimento de 100µm de espessura. Após a fotopolimerização do cimento, vinte espécimes, dez em esmalte e dez em dentina, foram imersos em água a 37°C por 24h e testados quanto à resistência da união às forças de cisalhamento. Os outros vinte, foram submetidos a 1500 ciclos térmicos antes de serem testados. Os dados obtidos com os valores médios de resistência ao cisalhamento após termociclagem de 23, 7MPa ao esmalte e de 13,5MPa a dentina, foram avaliados estatisticamente e a fratura analisada

em estereomicroscópio. Os autores puderam concluir que, a termociclagem não afetou a resistência da união ao esmalte ou à dentina, e ainda que, após a termociclagem predominou a fratura coesiva do cimento.

Burke & Watts<sup>22</sup>, em 1998, relataram o estado atual das coroas cerâmicas aderidas à dentina. Afirmaram que, estas coroas promoviam ótima estética e eram resistentes à fratura, podendo ser usadas em grandes perdas de tecido dental. A vantagem desta técnica seria a possibilidade de união entre a superfície da cerâmica condicionada e silanizada, com o agente cimentante dual, o sistema adesivo e a estrutura dental.

Chadwick et al.<sup>27</sup>, em 1998, fizeram um estudo para determinar e comparar a força de resistência ao cisalhamento entre uma resina composta dental, a Prisma TPH e a porcelana dental Matchmaker Porcelain, usando-se um dos três adesivos: Scotchbond Multi-Purpose Plus, One Step e Dentastic. Para cada sistema adesivo, foram fabricados vinte discos de porcelana. Os discos tiveram uma das faces preparada para receber a resina composta, recebendo jato de óxido de alumínio, 50µm, e um dos sistemas adesivos conforme a indicação do fabricante. Estes foram estocados em água destilada a 37°C, e os espécimes foram testados quanto à resistência ao cisalhamento na velocidade de 5mm/min. Os autores concluíram que, o teste de resistência ao cisalhamento empregado neste estudo, não reflete a resistência ao cisalhamento na interface porcelana/resina composta, e que um teste mais apropriado deveria ser desenvolvido.

Chen et al.<sup>29</sup>, em 1998, avaliaram o efeito de superfície da porcelana feldspática VMK 68 com ácido fluorídrico a 2,4% e 5%, na resistência de união de uma resina composta. Variaram o tempo de condicionamento e o uso combinado de condicionamento e silano. Foram

confeccionados 208 discos de porcelana feldspática VMK 68, A3, VITA- com 10mm de diâmetro por 2,5mm de espessura. Os discos foram divididos em três grupos, sendo que o grupo controle não sofreu tratamento, enquanto que os outros dois grupos foram tratados com ácido fluorídrico a 2,5% e 5%, respectivamente. Em seguida, os dois grupos tratados foram divididos em subgrupos de acordo com o tempo de aplicação de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 segundos. Oito discos do grupo controle e metade dos outros discos foram tratados com sistema adesivo autopolimerizável que não continha silano, Clearfil New Bond-J. Morita. Os discos remanescentes foram tratados com silano, Clearfil Porcelain Bond. A resina composta Clearfil APX, cor A3, foi então aplicada e fotopolimerizada por 40s. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24h, e as amostras foram incluídas em resina acrílica para a avaliação no MEV e para avaliação da resistência ao cisalhamento (DCS-500-Shimadzu Corp). Os valores foram submetidos ao teste ANOVA e teste de múltipla escolha DUNCAN. Os resultados demonstraram que a resistência ao cisalhamento foi influenciada pelo agente de união, condicionamento, tempo de condicionamento e pelas combinações entre condicionamento e período de condicionamento, entre condicionamento e agente de união, e período de condicionamento e agente de união. A resistência ao cisalhamento da resina composta aplicada à porcelana não tratada foi muito baixa. Verificaram ainda que, o período de condicionamento por mais de 30 segundos, efetivamente, aumentou a resistência de união. Com relação aos dois agentes condicionadores aplicados à porcelana não silanizada, o ácido fluorídrico 2,5% determinou maior resistência de união, quando comparado ao mesmo agente com concentração de 5% para todos os períodos testados, exceto para 180s. Os autores concluíram que, a silanização da porcelana associada ao condicionamento com ácido fluorídrico, é capaz de determinar consistente resistência de união entre a resina e a porcelana.

Gillis & Redlich<sup>58</sup>, em 1998, estudaram o efeito de três técnicas de condicionamento de facetas de porcelana glaseadas Ceramco - Burligton, na força de união de braquetes metálicos. Foram preparadas noventa facetas de porcelana glaseada e divididas em três grupos de acordo com o tratamento de superfície: a) abrasão com ponta diamantada; b) ácido fluorídrico a 8% por 4min; c) jateamento com partículas de óxido de alumínio 60µm por 5s a 100psi. Cada grupo foi subdividido em outros três grupos de acordo com o sistema adesivo: a) silano + Right-on (TP Orthodontics); b) silano + Concise (3M); c) High-Q-Bond (BJM) sem silano. Quatro facetas adicionais, três tratadas e uma intacta foram analisadas pela MEV. A resistência ao cisalhamento foi medida por meio de uma máquina de teste universal Instron, e as análises estatísticas foram realizadas pelo método Mann-Whitney-U-Test, para se determinar as diferenças entre os grupos. Os resultados mostraram que, o condicionamento com ácido fluorídrico possibilitou penetração profunda e uniforme do sistema adesivo, enquanto que o desgaste com ponta diamantada e o jateamento com óxido de alumínio causaram apenas erosão na superfície da porcelana.

Kamada et al.<sup>76</sup>, em 1998, avaliaram o efeito de vários tratamentos de superfícies cerâmicas na resistência ao cisalhamento, e quatro agentes resinosos de cimentação ao material cerâmico Cerec 2. Para tal, foram executados quatro tratamentos das superfícies cerâmicas. Todos os grupos foram submetidos, além do tratamento controle com abrasão, ao tratamento com lixa de carboneto nº 600 em papel siliconado. Os três grupos de tratamento foram: a) condicionamento com gel de ácido fosfórico; b) aplicação de agente adesivo com silano ativador e c) aplicação do silano ativador após o condicionamento ácido com ácido fosfórico. Os corpos-de-prova de Cerec 2, foram condicionados com um dos quatro métodos, e cimentados com cada um dos quatro agentes cimentantes (Super-Bond C&B,

Panavia 21, Clapearl, e Vita Cerec Duo Cement). A metade dos corpos-de-prova foi armazenada apenas em água, e a outra metade foi submetida a termociclagem antes do teste de cisalhamento. O tratamento com silano ativador melhorou a resistência da adesão ao cisalhamento quando comparada à abrasão com o carboneto. Quando o material cerâmico foi condicionado com silano ativador, ou com gel de ácido fosfórico seguido pelo silano ativador, nenhuma diferença significativa na resistência adesiva foi verificada, entre o armazenamento em água e 20.000 termociclos para os agentes cimentantes. Depois de 20.000 termociclos, todos os corpos-de-prova condicionados com ácido fosfórico seguido pelo silano ativador, com exceção dos cimentados com Super-Bond C&B após o condicionamento, apresentaram falhas coesivas do material cerâmico. Os autores concluíram que, o tratamento combinado da superfície de condicionamento com ácido fosfórico e aplicação do silano ativador, apresentou os valores mais elevados de resistência adesiva dos agentes resinosos ao material cerâmico Cerec 2, após a termociclagem.

Yatani et al.<sup>161</sup>, em 1998, citaram várias opções para a seleção do sistema de porcelana, tais como: IPS Empress-Ivoclar, Dicolor e cerâmica Cerec. Quanto ao tratamento da superfície, a solidez do adesivo entre a porcelana e os dentes, foi afetada pela qualidade da superfície de aderência, que deve ser tratada apropriadamente. Ela deve ser condicionada com ácido fluorídrico, para aumentar a área de superfície microscópica. Este procedimento aumenta a retenção micromecânica e também é útil para remover a contaminação da superfície aderente. Os autores citaram que, um agente silano deve ser aplicado à superfície de aderência para aumentar a adesão do dente com a porcelana, minimizando as microinfiltrações na interface.

Bouschlicher et al.<sup>10</sup>, em 1999, fizeram um estudo comparando dois métodos de condicionamento de superfície, com ou sem

uso de agente umectante, para avaliar seu efeito na adesão de um cimento resinoso, aos seguintes materiais de restaurações indiretas: ArtGlass, Bell Glass HP, Concept e Targis. Os métodos de asperização ou condicionamento de superfície, incluíram microabrasão com óxido de alumínio, 50 $\mu$ m e 34pis, camada de sílica silanizada, Co Jet Sand, 30 $\mu$ m a 34pis. Os materiais ArtGlass e Concept foram testados com e sem o uso de seus respectivos agentes umectantes: ArtGlass Liquid e Special Bond II. Foram fabricados 120 corpos-de-prova, cada um constituído por um par de cilindros com 7.0 x 3.0mm e 4.3 x 3.0mm, para realização do ensaio. O cilindro maior ou base, foi embutido em resina autopolimerizável em um anel plástico, e as superfícies de união foram acabadas com lixa siliconizada de granulação 320. Todos os corpos-de-prova, para cada material restaurador, foram aleatoriamente distribuídos em dez grupos que receberam os seguintes tratamentos de superfície antes da cimentação: a) grupo 1 (AG/AO / +AGL), b) grupo 2 (AG/AO / -AGL), c) grupo 3 (AG/CJ / +AGL), d) grupo 4 (AG/CJ / -AGL), e) grupo 5 (BG/AO), f) grupo 6 (BG/CJ), g) grupo 7 (C/AO / +SB), h) grupo 8 (C/AO / -SB), i) grupo 9 (C/CJ / +SB), j) grupo 10 (C/CJ / -SB), k) grupo 11 (T/AO), l) grupo 12 (T/CJ). Os pares de cilindros foram cimentados com um cimento resinoso de polimerização dual (Dual) e uma força padronizada de 1MPa. Os corpos-de-prova foram fotopolimerizados durante 40s de cada lado e termociclados 300 vezes entre 5 e 55°C. A resistência ao cisalhamento MPa, foi determinada usando-se a máquina de ensaios Zhick com velocidade de 5mm/min. A ANOVA e o teste de DUNCAN, para cada tipo de material restaurador, não apresentou diferença significativa na resistência ao cisalhamento entre o grupo 5BG (29.8  $\pm$  5.8), grupo 6BG (28.3  $\pm$  4.3), grupo 11T (29.3  $\pm$  4.9), e grupo 12T (29.0  $\pm$  4.4). A resistência ao cisalhamento no grupo 3AG (35.9  $\pm$  3.4) foi significativamente mais elevada que no grupo 4AG (32.4  $\pm$  4.0) e igualou-se ao grupo 2AG (31.9  $\pm$

3.9) e grupo 1AG ( $30.0 \pm 3.6$ ). A resistência ao cisalhamento no grupo 10C ( $24.8 \pm 5.7$ ) foi igual ao grupo 9C ( $21.5 \pm 2.9$ ), mais foi superior aos grupos 7C ( $19.4 \pm 3.1$ ) e grupo 8 ( $19.3 \pm 3.4$ ).

Braga et al.<sup>16</sup>, em 1999, avaliaram a resistência inicial ao cisalhamento, da união entre porcelana e dentina, quando do uso de cimentos tipo dual. Para tal, sessenta molares e premolares hígidos humanos, foram divididos aleatoriamente em 12 grupos. Os cimentos dual testados foram Porcelite e Dual. Um cimento quimicamente ativado também foi testado, o C&B Luting Composite. Peças cerâmicas com 3mm de espessura, foram condicionadas com ácido fluorídrico, silanizadas, e foram unidas à superfícies dentinárias planas com cada um dos cimentos, associados com o sistema adesivo Optibond. A fotoativação foi realizada com uma unidade de luz de  $450 \text{ mW/cm}^2$ . Os espécimes foram armazenados em água a  $37^\circ\text{C}$ . Os tempos de realização dos testes foram de 10, 30, 90min e sete dias. Os cimentos Porcelite e Dual apresentaram resistência ao cisalhamento estatisticamente semelhantes para os mesmos intervalos de tempo. O cimento quimicamente ativado, apresentou valores estatisticamente inferiores, quando comparados com os cimentos tipo dual, independentemente do intervalo de tempo. Os resultados obtidos aos sete dias mostraram melhor resistência que aqueles obtidos aos 90min, para os três cimentos testados. Puderam concluir que, ambos os cimentos dual testados apresentaram resultados semelhantes. A resistência adesiva dos cimentos dual à dentina foi mais elevada em todos os intervalos de tempo do que àquela obtida para o cimento quimicamente ativado. Os valores elevados do coeficiente de variação, confirmaram a sensibilidade da técnica adesiva porcelana/dentina. Embora os cimentos dual alcancem valores de resistência adesiva mais elevados e de maneira mais rápida que o cimento quimicamente ativado, não se recomenda submetê-los à estresse antes de

90min da cimentação, porque a resistência inicial é muito inferior ao valor máximo final.

Braga<sup>15</sup>, em 1999, procurou determinar a evolução da resistência em uniões entre a porcelana feldspática Super Porceline EX-3 - Noritak e dentina bovina, pelo teste de cisalhamento por exclusão, com a utilização de cinco sistemas adesivos, em função do tempo decorrido a partir do início da manipulação do cimento. Foram testados três sistemas adesivos com cimentos de dupla ativação (RX-Relyx ARC/Single Bond - 3M; VL-Variolink II/Syntac S-Vivadent; Enforce/Primer & Bond NT Dual Cure - Dentsply) e dois sistemas com cimentos de ativação química (CB-C&B/One-Step-Bisco; CL-Cement-it/Bond 1-Jeneric/Pentron). Peças de porcelana com formato tronco-cônico, foram coladas no interior de perfurações padronizadas obtidas pelo alargamento do canal em cortes de raízes de incisivos bovinos, com 2,5mm de espessura. Foi realizado o ensaio mecânico depois de transcorridos os seguintes intervalos de tempo: 15min, 2h, 4h, 12h, 24h e sete dias. A análise dos resultados foi feita baseada na distribuição e estatística de Weibull. A significativa resistência das uniões, obtidas com o sistema RelyX, apresentou diferença entre 15min (11,25MPa) e sete dias (15,04MPa). As uniões com Variolink também apresentaram diferenças significativas entre 15min (8,03MPa) e sete dias (11,06MPa). Com o Enforce, a resistência aumentou significativamente entre 15min e 24h (de 8,02MPa para 10,00MPa); entretanto, observou-se diminuição aos sete dias (7,72MPa). Entre os sistemas que utilizaram cimentos quimicamente ativados, o C&B apresentou aumento na resistência característica entre 15min e 2h, 5,74MPa e 8,63MPa, respectivamente. As uniões feitas com Cement-it não apresentaram variação estatisticamente significativa na resistência entre 15min (6,04MPa), 4h (6,20MPa), 24h (8,10MPa) e sete dias (7,49MPa). Conclui-se que: a) os sistemas adesivos apresentaram comportamentos diferentes no transcorrer dos tempos estudados; b) não foi

encontrada relação entre a resistência característica e o modo de ativação dos cimentos resinosos; c) exceto para o Cement-it, a resistência característica das uniões porcelana/dentina em 24h ou sete dias foi superior ao valor obtido em 15min; d) em 15min, os sistemas que utilizaram cimentos de dupla ativação, proporcionaram uniões mais resistentes do que os sistemas que utilizaram cimentos de ativação química, exceto para o Variolink; e) a resistência característica entre 24h e sete dias pode aumentar, diminuir ou permanecer estável, dependendo do sistema adesivo utilizado; f) evidências mostraram que o descolamento da união porcelana/dentina, ocorreu devido ao rompimento do adesivo, e não do cimento resinoso, independentemente do período de armazenamento dos corpos-de-prova ou do sistema adesivo.

Huhtala<sup>69</sup>, em 1999, teve como objetivo no seu estudo, comparar a efetividade de três cimentos: Cimento Resinoso-3M, Variolink - Vivadent e Fuji Plus-GC; na adesão de discos de porcelana (Fortune - Williams) e de um polimento de vidro (ArtGlass - Kulzer) à dentina bovina. A superfície vestibular de 120 incisivos bovinos, previamente incluídos em resina acrílica, foi planificada com lixa d'água com granulação 80, e a dentina exposta foi regularizada com lixas de papel de granulação decrescente, 240, 400 e 600, sob constante refrigeração de água. Sobre estas superfícies foram cimentados discos de 5mm de diâmetro x 3mm de altura, de porcelana ou do polimento de vidro, que tinham recebido em sua base um alívio de 40µm, para conter o cimento e padronizar sua espessura. A cimentação foi estática, realizada com o auxílio de um delineador adaptado, e os cimentos empregados de acordo com as indicações dos fabricantes. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em grupos de dez. Cada dois grupos receberam o mesmo material e cimento; sendo que destes, um foi testado após 24h e o outro após seis meses, quanto à resistência ao cisalhamento,

em máquina de ensaios universal Instron. Os valores de resistência adesiva obtidos, foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA e de Tukey, 0,05%. As superfícies fraturadas foram observadas em estereomicroscópio. Os resultados demonstraram que o Cimento Resinoso-3M, foi o que apresentou os maiores valores médios de resistência adesiva (14,16MPa); que a adesão da porcelana foi superior, e que o tempo influenciou a avaliação realizada após seis meses, com melhores resultados que após 24h. As fraturas foram predominantemente mistas, com algumas fraturas coesivas do cimento e dos materiais também. Pode ser concluído que o cimento resinoso e os procedimentos empregados ofereceram uma razoável resistência ao cisalhamento, tanto à porcelana, quanto à dentina.

Jardel et al.<sup>74</sup>, em 1999, avaliaram o efeito do tratamento com ácido fluorídrico a 10% na energia de superfície de duas porcelanas feldspáticas, GC e PVS. Foram construídas trinta amostras de porcelana GC-GC Dental e trinta de porcelana PVS-SS White, que foram aleatoriamente divididas em quatro grupos: a) amostras polidas de porcelana GC; b) amostras condicionadas de porcelana GC; c) amostras polidas de porcelana PVS, e d) amostras condicionadas de porcelana PVS. Em um ambiente a 37°C e sob pressão de uma atmosfera, uma gota de água destilada foi posicionada na superfície da porcelana. O ângulo de contato foi medido após 5s por meio do instrumento G1 Krüs-Zeiss. Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA e teste SCHEFÉ. Os resultados mostraram que o condicionamento com ácido fluorídrico a 10% aumentou o potencial de adesão para ambas porcelanas. Contudo, o condicionamento da porcelana GC determinou o maior potencial de adesão, mas sem diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos condicionados. O condicionamento aumentou o ângulo de contato em 29% para a porcelana GC e em 26% para a porcelana PVS.

Zyman et al.<sup>163</sup>, em 1999, relataram que os materiais de última geração de resina composta laboratorial, estão despertando crescente interesse nos clínicos e técnicos de laboratório, devido às melhorias funcionais, biológicas e cosméticas que estes materiais fornecem no campo das restaurações. Com a finalidade de comparar as várias indicações destes sistemas de resina compostas, estudaram cada uma de suas características: estrutura e composição; sistema de reforço com metal ou fibras e modo de polimerização. Este artigo revisou os principais sistemas compostos: Solide - Shofu, Columbus Societé des Cendres, ArtGlass-Kulzer, Conquest Sculpture-Jeneric Pentron, Targis- Ivoclar e Belleglass HP - Belle de St Clair.

Osório et al.<sup>102</sup>, em 2000, realizaram teste de cisalhamento sobre quarenta corpos-de-prova confeccionados com uma cerâmica feldspática e outra aluminizada, que sofreram três tratamentos de superfície, comparando-os com o grupo controle: com jato de partículas com 50µm de óxido de alumínio e um agente silano; jato de partículas de 50µm de óxido de alumínio sem agente silano; aplicação de ácido fluorídrico a 10% sem o agente silano; aplicação de ácido fluorídrico a 10% com agente silano como grupo controle. Todos os espécimes foram cimentados na face vestibular dos pré-molares humanos. A análise estatística apontou uma diferença entre os tratamentos. A cerâmica com reforço de alumina apresentou melhor desempenho. O ácido fluorídrico foi mais efetivo que o jato de óxido de alumínio. A utilização do agente silano foi fundamental para a obtenção dos maiores valores de adesão da porcelana à estrutura dental.

Paes Júnior et al.<sup>104</sup>, em 2000, avaliaram qualitativamente a superfície de dois materiais restauradores indiretos submetidos a diferentes tipos de tratamento. Utilizaram uma cerâmica feldspática Vita MK e um cerômero Targis. Confeccionaram cinco corpos-de-prova cilíndricos de cada material, com aproximadamente 4mm de diâmetro. Em cada amostra a

superfície recebeu o seguinte tratamento: a) jateamento com óxido de alumínio; b) condicionamento com ácido fosfórico a 35%; c) condicionamento com ácido fluorídrico a 4%; d) jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fosfórico a 35%; e) jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fluorídrico a 4%. As amostras foram submetidas a MEV, e realizaram a análise comparativa dos resultados. Concluíram que, o ácido fluorídrico a 4%, independentemente do uso de jateamento prévio, foi o agente condicionador que proporcionou aumento nas irregularidades superficiais de ambos os materiais, criando microretenções que contribuíram para o aumento da área superficial e maior embricamento mecânico, com maior retenção dos materiais cimentantes.

Penna et al.<sup>112</sup>, em 2000, compararam as forças de adesão ao esmalte bovino de dois materiais restauradores para recontorno do cingulo: uma resina composta Z100-3M e um polímero de vidro ArtGlass-Kulzer. Quarenta incisivos bovinos foram incluídos em resina e suas superfícies vestibulares foram aplainadas. Estas superfícies receberam acabamento com lixas sequenciais até a granulação 600. As áreas de adesão foram limpas e condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 30s. O grupo A recebeu cilindros de 5mm de diâmetro e 3mm de altura de resina Z100 pela técnica incremental, o grupo B, cilindros de Art Glass cimentados com cimento resinoso 3M. Após termociclagem de 300 ciclos  $\pm 4^{\circ}\text{C}/\pm 55^{\circ}\text{C}$ , foram mantidos em água destilada à  $37^{\circ}\text{C}$  por 24h, quando foram submetidos ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios Instron, à velocidade de 0,5mm/min. Os dados foram analisados pelo teste de Mann-U-Whitney,  $p < 0,0001$ . Os resultados indicaram uma diferença significativa de adesão a 5%, entre o grupo A (15,79MPa) e o grupo B (11,82MPa).

Pires & Pires<sup>116</sup>, em 2000, avaliaram a alteração da micromorfologia da superfície de porcelana IPS Empress 2 quando

submetida a diferentes métodos de condicionamento da superfície e por diferentes tempos. Foram confeccionados 5 corpos-de-prova idênticos, de IPS Empress 2, com 4mm de diâmetro e 2mm de espessura. As peças foram divididas aleatoriamente em cinco grupos: grupo I - controle, sem tratamento superficial; grupo II - a superfície foi condicionada com ácido fluorídrico a 4,9% por 20s; grupo III - a superfície foi jateada com óxido de alumínio 50 $\mu$ m; grupo IV - associação do jateamento com óxido de alumínio e ácido fluorídrico a 4% por 20s; grupo V - tratamento com ácido fluorídrico à 4% por 60s. Posteriormente foram metalizadas e observadas pela MEV com 500 vezes de aumento. Os autores concluíram que, o método de condicionamento e o tempo de aplicação, influenciaram significativamente os resultados. A associação do jateamento com óxido de alumínio e ácido fluorídrico a 4% por 20s, aumentou a ação do condicionamento ácido e, portanto, demonstrou um aspecto superficial microscópico mais retentivo no grupo IV do que nos outros grupos.

Pinheiro et al.<sup>115</sup>, em 2000 avaliaram a resistência adesiva ao cisalhamento, da porcelana aderida à dentina com três cimentos resinosos de dupla polimerização. Os sistemas utilizados foram o Enforce -Dentsply, Scotchbond Resin Cement/Scotchbond Multi-Usó Plus-3M e Variolink Professional Set-Vivadent. Trinta molares humanos extraídos tiveram a superfície oclusal desgastada até a exposição da dentina. Cilindros de porcelana foram confeccionados, cimentados com os respectivos sistemas e o teste de resistência adesiva ao cisalhamento foi realizado. O modo de fratura dos espécimes também foi determinado. Concluiu-se que, não houve diferença estatisticamente significante na resistência adesiva ao cisalhamento entre os sistemas de fixação Enforce e Scotchbond Resin Cement/Scotchbond Multi-Usó Plus, porém, estas foram estatisticamente superiores ao sistema de fixação Variolink Professional Set. O modo de

fratura dos corpos-de-prova foi predominantemente misto para os sistemas de fixação Enforce e Scotchbond Resin Cement/Scotchbond Multi-Use Plus, enquanto o Sistema de fixação Variolink Professional Set apresentou fratura adesiva entre a dentina e o sistema de fixação, em todos os espécimes.

Shih et al.<sup>133</sup>, em 2000, avaliaram a influência do adesivo e do cimento resinoso sobre a resistência de união entre porcelana feldspática e dentina bovina através do teste de cisalhamento. Single Bond-3M, Prime & Bond NT-Dentsply e One Step-Bisco, foram os adesivos avaliados, e os cimentos foram RelyX ARC-3M, Enforce- Dentsply e C&B-Bisco. Foram confeccionados corpos-de-prova com peças tronco-cônicas de porcelana, que foram coladas no interior de perfurações realizadas em discos de 2,5mm de dentina radicular de incisivos bovinos. Após armazenamento em água destilada a 37°C por 48h, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento por extrusão. Os resultados foram submetidos à ANOVAe ao teste de Tukey. As médias e desvios padrão em MPa foram: C&B mais One-Step (7,0MPa); C&B mais Prime&Bond NT (0,9MPa); C&B mais Single-Bond (4,7MPa); Enforce mais One-Step (8,7MPa); Enforce mais Prime & Bond NT (6,3MPa); RelyX ARC mais One-Step (8,9MPa); RelyX ARC (5,3MPa); RelyX ARC mais Single Bond (7,2MPa).

Souza et al.<sup>136</sup>, em 2000, avaliaram a resistência ao cisalhamento da resina composta, utilizando diferentes técnicas de tratamento da superfície do esmalte. Utilizaram 15 terceiros molares divididos em três grupos. No grupo I a superfície do esmalte foi tratada com ácido fosfórico a 37% durante 15s. No grupo II utilizaram o jato de óxido de alumínio. No grupo III a associação de jato de óxido de alumínio e ácido fosfórico a 37%. Após a planificação das superfícies mesial e distal, uma fita adesiva com orifício central de 3mm de diâmetro, foi colocada sobre as superfícies planificadas do esmalte. O sistema adesivo Single-Bond-3M, e um tubo de Teflon, com 3mm de diâmetro e 2mm de altura, foi colocado na

área previamente delimitada, que foi preenchido com resina composta Z100-3M, polimerizada por 40s. O tubo foi removido, os dentes foram armazenados a 37°C, durante 40h e a seguir termociclados por 500 ciclos. Os espécimes sofreram testes de resistência ao cisalhamento em máquina de ensaios Universal com velocidade de 0,5mm/min. Após ANOVA, observaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo I e o grupo III e ambos os grupos apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo II. Concluíram que, os maiores valores de resistência ao cisalhamento foram obtidos por meio do condicionamento ácido e da associação de jato de óxido de alumínio com condicionamento ácido.

### 3. PROPOSIÇÃO

---

Avaliar *in vitro* a resistência adesiva em testes de cisalhamento na dentina bovina, com as seguintes variáveis:

- a) tipo de material restaurador: ArtGlass, IPS Empress 2 e Targis;
- b) tratamento da superfície: utilização ou não de jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano;
- c) tipo de cimento resinoso: Enforce e Panavia F;
- d) tempos de armazenagem: 24 horas e 30 dias.

## 4. MATERIAL E MÉTODO

---

#### 4.1 Obtenção, limpeza e preparo dos dentes

Projeto de pesquisa submetido e aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Odontologia do Campus de São José dos Campos-UNESP.

Foram selecionados 288 dentes bovinos hígidos e irrompidos, de animais com aproximadamente três anos de idade (Figura 1). Os dentes foram extraídos imediatamente após o abate dos animais, provenientes de um abatedouro da região da cidade de São José dos Campos-SP. Foram limpos, imersos em água destilada e congelados a  $-20^{\circ}\text{C}$  até sua utilização, que não ultrapassou o período de 28 dias (Tonami et al.<sup>142</sup>, 1996; Kitasako et al.<sup>78</sup>, 1995; Nikaido et al.<sup>100</sup>, 1996; Patierno et al.<sup>111</sup>, 1996).



Figura 1 – Dentes Bovinos

Os dentes bovinos têm sido indicados na literatura como um substrato equivalente aos dentes humanos nos testes de adesão (Nakamichi et al.<sup>98</sup>, 1983; Patierno et al.<sup>111</sup>, 1996).

As raízes dos dentes foram desgastadas até o terço médio, com auxílio de um recortador de gesso (Kohl Bach Motores Elétricos), sob refrigeração à água, e colocados em caixas de acrílico, formando os corpos-de-prova, padronizados e em tamanho compatível ao requerido pela máquina de ensaios mecânicos.

As polpas dos dentes foram removidas pelos orifícios radiculares com o auxílio de limas endodônticas (Hedström-Maillefer/Alemanha), e uma cuidadosa lavagem foi feita na câmara pulpar e conduto radicular, com água destilada e sucção, através de cânula endodôntica (Barasch Ind. Bras.)

Foi aberto um orifício na face lingual dos dentes, com ponta diamantada esférica, na entrada da câmara pulpar, para a posterior medida da espessura da região dentinária envolvida no teste de adesão.

Para controlar a espessura de dentina remanescente, foram realizadas medidas com um espessímetro (Otto-Arminger & Cia. Ltda.). Essa espessura foi padronizada em 2mm ( $\pm 0,1$ ) e considerada como dentina superficial, de acordo com Nakamichi et al.<sup>98</sup> 1983.

Após a secagem, foram feitos os vedamentos apicais e nas aberturas linguais, com guta percha e cera pegajosa (Wilson-Polidental Ind. Bras.), para criar barreira mecânica e evitar penetração da resina de poliéster (Ortoftálica Cristal T208, Resana) no interior dos dentes durante a inclusão.

## 4. 2 Materiais e confecção dos cilindros

Quadro 1 – Materiais, lotes e fabricantes.

Materiais	Lote	Fabricante
ArtGlass	050-103	Kulzer
IPS Empress 2	C1 6596	Ivoclar
Targis	B15 554	Ivoclar
Condicionador ácido 37%	3LRF	Ultradent
Prime & Bond 2.1	49842	Dentsply/Caulk
ED Primer	61113	Kuraray Co. Ltda.
Enforce™ com Flúor	46407	Dentsply/Caulk
Panavia F	61113	Kuraray Co. Ltda.

### 4.2.1 ArtGlass - Kulzer

É um polímero 100% de vidro, com 25% de vidro orgânico e 75% de vidro inorgânico. A carga mais importante é o vidro de bário, radiopaco, com tamanho médio de partículas de 0,7 $\mu$ m, mas sempre inferior à 2,0  $\mu$ m e com componentes reativos. Uma pequena quantidade de sílica coloidal também tem sido incorporada para proporcionar uma melhor característica de manipulação. Segundo o fabricante, ele possui uma série de propriedades inexistentes nas resinas compostas, como maior resistência e estabilidade de cor.

Este polímero é fotopolimerizado em um aparelho especial, o Uni XS – Kulzer, com luz Xenon-estroboscópica. O sistema emite um total de 4,5 watts semelhante à potência luminosa entre 320-500 nm. Este raio de ação é muito importante, porque a excitação do foto-iniciador canforoquinona ocorre por volta de 470 mw/cm<sup>2</sup>.

O aspecto interessante do sistema de luz estroboscópica é que a alta intensidade de luz é emitida por apenas 20 milissegundos, seguida por 80 milissegundos de escuridão e isto aumenta o potencial de polimerização.

Cilindros de resina ArtGlass com 3mm de altura por 3mm de diâmetro foram obtidos através da matriz especialmente desenhada e confeccionada em aço inoxidável para a padronização dos mesmos (Figura 2).

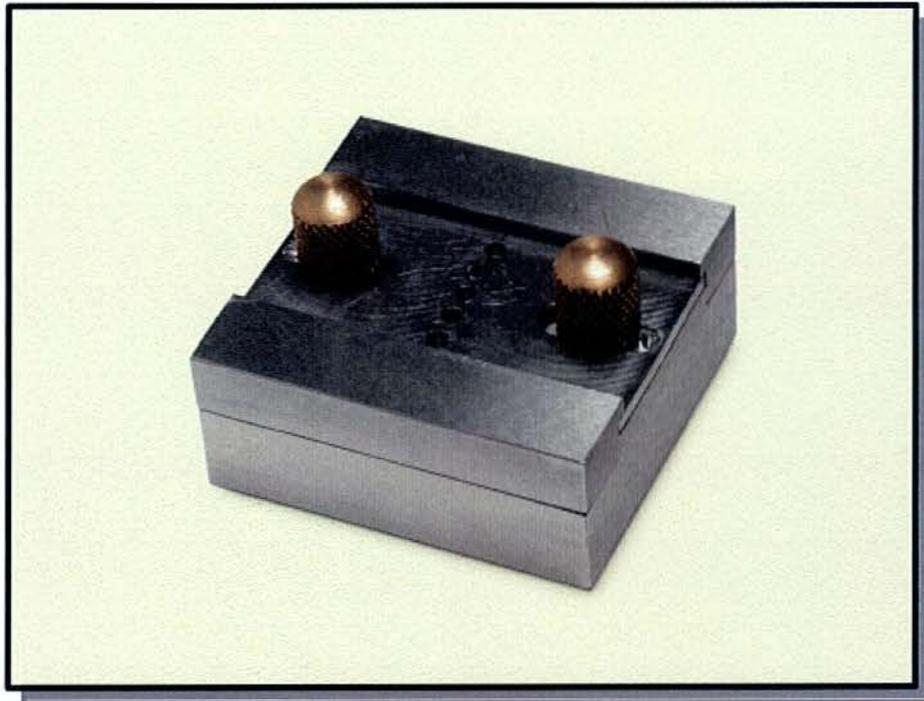


Figura 2 – Matriz em aço inoxidável fechada

Esta matriz maciça de aço inoxidável com 5,5cm de largura por 2,5cm de altura por 6,0cm de comprimento, tem na sua porção central cinco orifícios com as dimensões dos cilindros. Esta porção da matriz corre num trilho para a sua abertura e para possibilitar a retirada dos cilindros (Figura 3). Tem também uma prancha de aço inoxidável para a regularização da superfície superior dos cilindros (Figura 4).

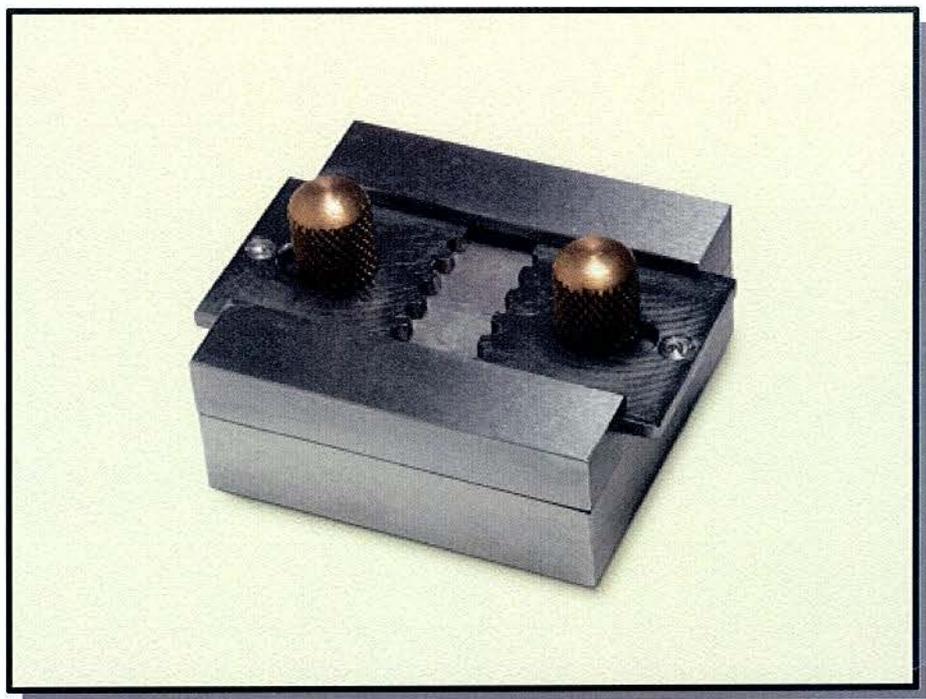


Figura 3 – Matriz em aço inoxidável aberta

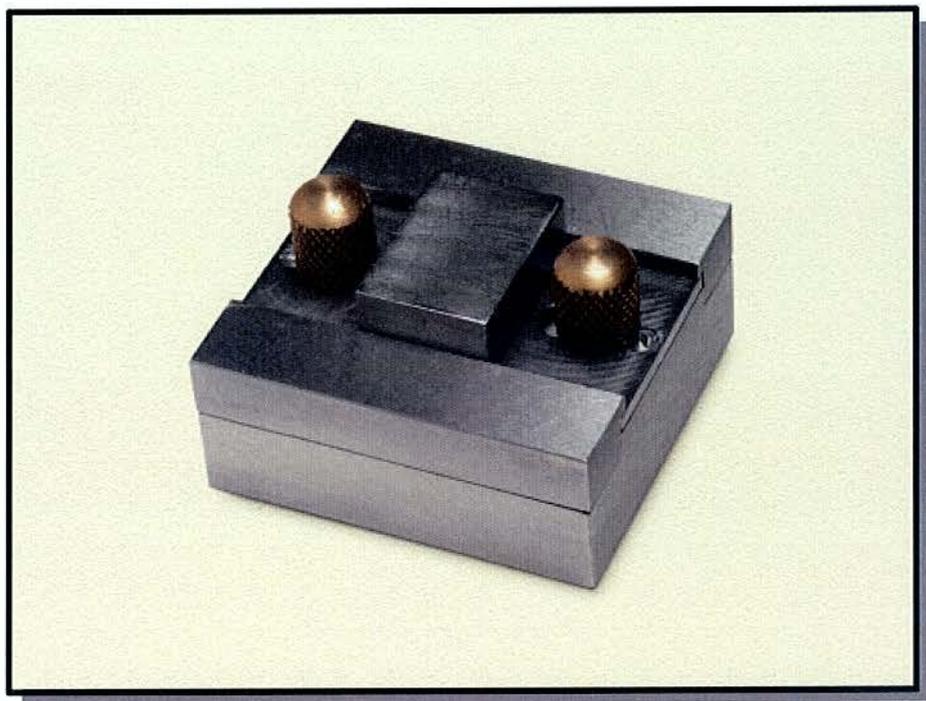


Figura 4 – Matriz em aço inoxidável com prancha

Os cilindros de resina ArtGlass foram confeccionados da seguinte forma: o material era retirado da seringa e compactado nos orifícios da matriz de aço inoxidável totalmente fechada (Figura 5). Após a compactação, a prancha era colocada sobre as aberturas para a regularização final da superfície dos cilindros (Figura 4).

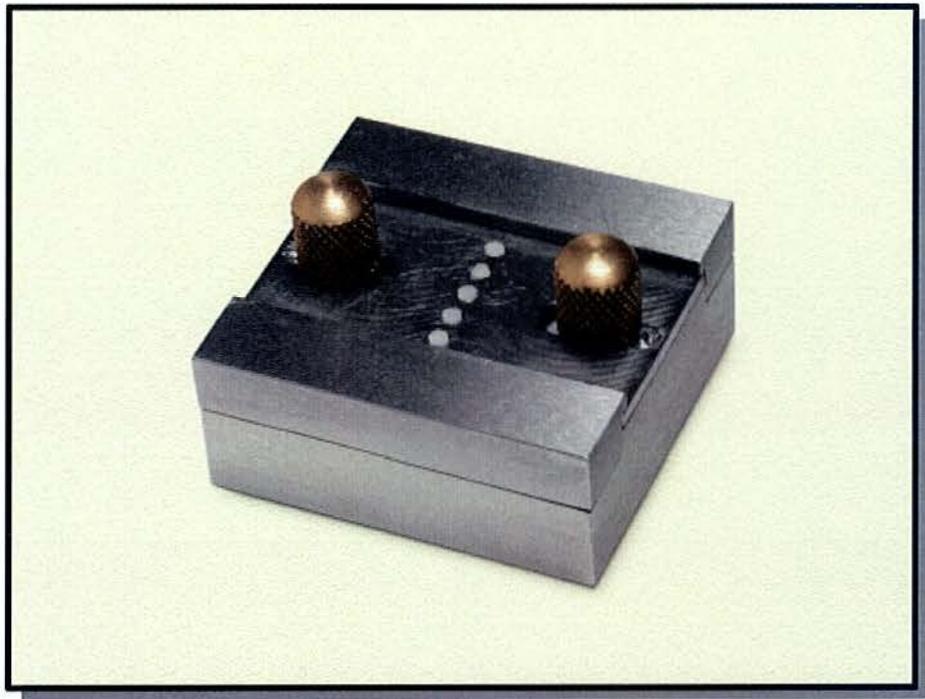


Figura 5 – Material compactado para obtenção dos cilindros

A matriz sem a prancha com os cilindros, era levada à unidade de fotoativação Uni XS por 90s para sua polimerização inicial. Após a retirada e abertura da matriz, os cilindros eram removidos e recebiam a complementação da fotoativação por mais 180s, novamente na unidade de foto ativação Uni XS (Figura 6).



Figura 6 – Cilindros de ArtGlass

#### 4.2.2 Targis - Ivoclar

Sua matriz orgânica é constituída em peso por: 9,3% de dimetacrilato de uretano, 4,8% de decanodioldimetacrilato, e 9,0% de Bis-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato).

A carga inorgânica é composta por 46,2% de vidro de bário silanizado, 18,2% de óxidos mistos silanizados, 11,8% de dióxido de silício altamente disperso, 0,6% de catalisadores e estabilizadores e cerca de 0,1% de pigmentos. O alto conteúdo de carga inorgânica dá ao material propriedades estéticas que são semelhantes às das cerâmicas. Ao mesmo tempo, a matriz orgânica lhe assegura as facilidades de manipulação de maneira semelhante às das resinas compostas.

Os cilindros foram confeccionados com as mesmas medidas dos cilindros anteriores, utilizando-se a mesma matriz (Figura 2), e da seguinte forma: o material era retirado da seringa e compactado nos orifícios

da matriz de aço inoxidável totalmente fechada (Figura 5). Após a compactação, a prancha era colocada sobre as aberturas para a regularização final da superfície dos cilindros. Os cilindros, na matriz sem a prancha, foram levados ao Targis Quick - Ivoclar para a fotoativação inicial por luz e calor por 20s. Após este procedimento, passava-se o Targis Gel - Ivoclar, nestes cilindros, para inibir a camada de dispersão, e logo após, estes eram levados ao Targis Power - Ivoclar para a fotopolimerização final por 25 min (Figura 7). Este aparelho tem oito tubos de luz fria de grande potência, com controle de temperatura incorporado, que proporciona ao material dureza e alta resistência.



Figura 7 – Cilindros de Targis

#### 4.2.3 IPS Empress 2 - Ivoclar

É uma estrutura vitrocerâmica de disilicato de lítio, que garante uma estrutura cristalina superior a 60% da massa total do material,

impedindo o crescimento em número e tamanho das micro-rachaduras e, contribuindo para a translucidez final da restauração. Contém também cristais de fluorapatita, para conferir translucidez final ou fluorescência.

As características ópticas do material como: translucidez, brilho e baixa rugosidade superficial, são intensificadas pela camada de vidro cerâmica sinterizada, que é também responsável pelo elevado nível de biocompatibilidade quando exposto ao meio bucal.

Talvez seja o material restaurador que possui propriedades físicas, mecânicas e biológicas que mais se assemelham àquelas presentes na dentição natural.

Os cilindros de porcelana foram obtidos pela mesma matriz (Figura 2), sendo que os orifícios desta eram preenchidos com cera pela técnica do gotejamento, e em seguida colocados os “splues” (Figura 8).

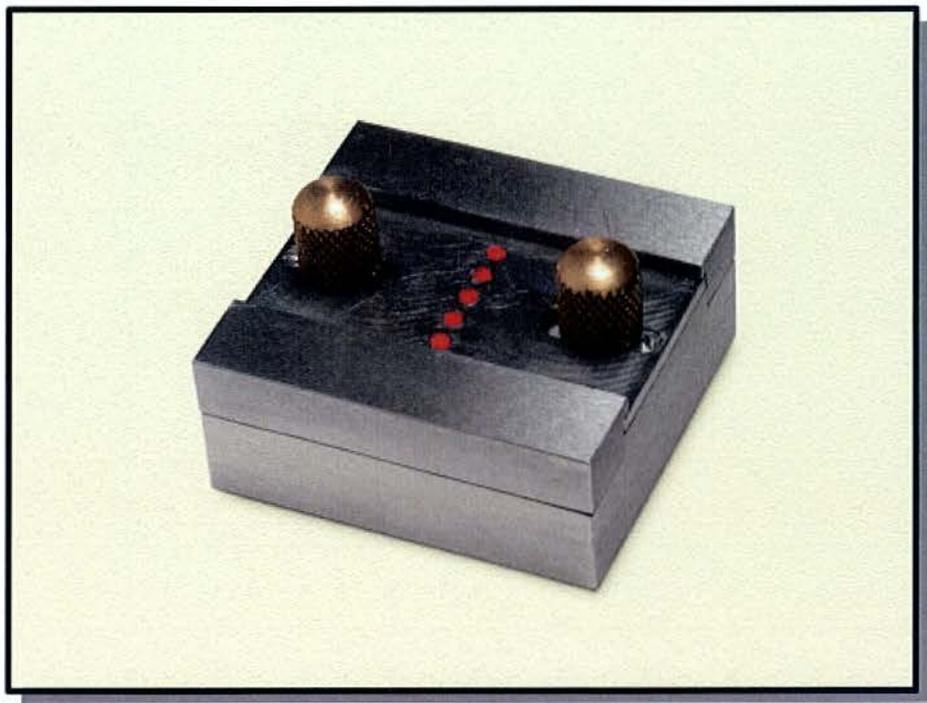


Figura 8 – Matriz com orifícios preenchidos pela cera

Estes conjuntos eram colocados em anel de fundição e preenchidos com revestimento Empress 2 - Ivoclar. Após a presa eram levados ao forno EP 500 - Ivoclar, para aquecimento do anel e perda da cera. Em seguida recebiam a injeção da pastilha de IPS Empress 2, permanecendo no forno por 40min para total endurecimento (Figura 9 e 10).

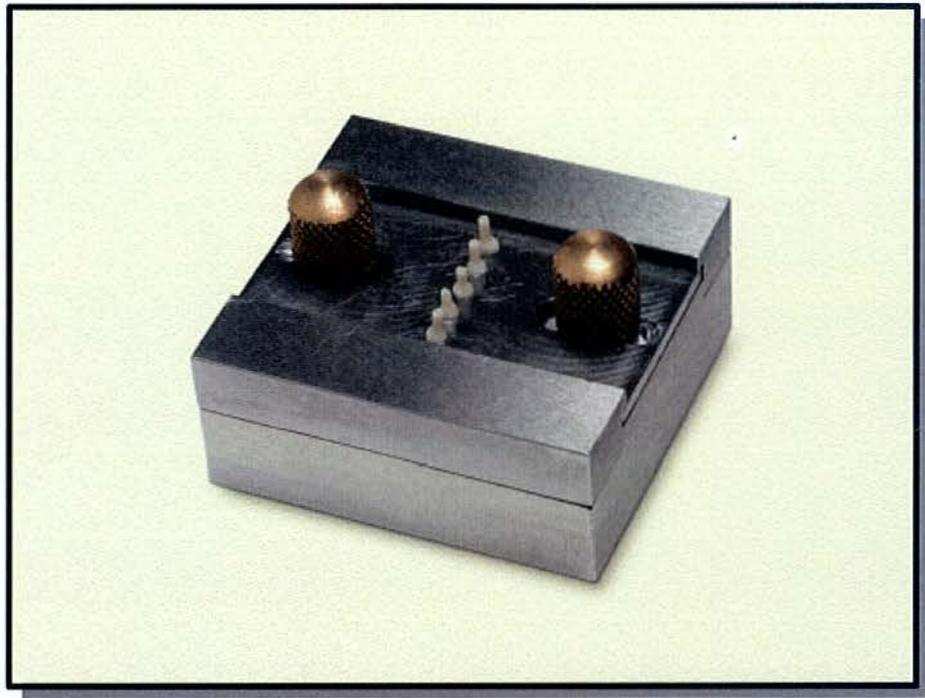


Figura 9 – Matriz com cilindros injetados IPS Empress 2.



Figura 10 – Cilindros de IPS Empress 2 (antes do acabamento).

#### **4.3 Condicionador ácido - Ultradent**

O condicionador ácido utilizado para a superfície da dentina foi o ácido fosfórico a 37% em gel, com composição de: ácido fosfórico, água, sílica coloidal e corante inorgânico.

#### **4.4 Agentes adesivos e cimentos resinosos**

Os agentes adesivos e cimentos resinosos utilizados foram:

##### *4.4.1 Prime & Bond 2.1 - Dentsply*

O adesivo Prime & Bond 2.1 é composto de: resina dimetacrilato elastomérica, Penta, fotoiniciadores, estabilizadores, hidrofluoretos de cetilamina e acetona.

#### 4.4.2 ED Primer - Kuraray

O adesivo ED Primer A - é composto de: 2-Hidroxietil-metacrilato mais 10-Metacriloi loxidecil dihidrogenado fosfatado, N-Metacriloil 5 ácido aminosalicílico, N-N'-Dietanol p-toluidina e água.

O preparador ED Primer B contém: 2 Hidroxietil-metacrilato mais N-Metacriloil 5-ácido aminosalicílico ácido, benzeno sulfonato de sódio, N-N'-Dietanol p-toluidina e água.

#### 4.4.3 Enforce com Flúor - Dentsply

O cimento resinoso Enforce com flúor é auto e fotopolimerizável. Além disso é compatível com o Prime & Bond 2.1 agente de união multi-uso com flúor, para a dentina e esmalte

O Enforce com flúor é composto de pasta base matizada que contém TEG DMA (Trietilen glicol dimetacrilato), BDMA (Bisfenil dimetacrilato), vidro de boro, silicato de alumínio, bário silanizado, sílica pirolítica silanizada, canforaquinona EDAB (ácido diaminobenzóico, BHT (bisfenil hidróxi trimeliato) e pigmentos minerais.

A pasta catalisadora contém: dióxido de titânio, sílica pirolítica silanizada, pigmento mineral, resina Bis-GMA, BHT, EDAB, TEG DMA (trieleno-glicol-dimetacrilato) e peróxido de benzoíla.

O condicionador de porcelana contém: ácido fluorídrico, água, espessante e corante.

O silano, agente de ligação contém: silano, etanol e ácido acético.

#### 4.4.4 Panavia F - Kuraray

Panavia F é um sistema de cimentação resinoso dual compatível com o adesivo ED Primer, agente de união.

O Panavia F é composto de: pasta A que contém: sílica silanizada, sílica coloidal, bisfenol A polietoxi dimetacrilato, 10-metacriloi loxidecil dihidrogenado fosfatado, dimetacrilato hidrofóbico, dimetacrilato hidrofílico e peróxido de benzoila e de pasta B que contém: vidro de bário silanizado, óxido de titânio silanizado, fluoreto de sódio, sílica coloidal, bisfenol A, polietoxi dimetacrilato, dimetacrilato hidrofílico, dimetacrilato hidrofóbico, N,N- dietanol-p-toluidina , sódio e 2, 4, 6-benzeno sulfanato trisopropil.

O Oxiguard II contém: polietileno glicol, glicerina, benzeno-sulfanato de sódio e N,N dietanol p-toluidina.

#### **4.5 Jato de óxido de alumínio - Bio-Art**

O aparelho de jato de óxido de alumínio utilizado foi o microjato removedor, com pó de óxido de alumínio com partículas de 50µm, jateado por 5s, a uma distância de  $\pm 1$  cm e a uma pressão de 60 lb/pol<sup>2</sup>. É usado para produzir microretenções na superfície interna de peças protéticas.

#### **4.6 Ácido fluorídrico - Dentsply**

Esta foi a substância escolhida para limpeza e ataque ácido dos cilindros de resina e porcelana. É composto de ácido fluorídrico, água, espessante e corante.

#### **4.7 Silano - Dentsply**

O material escolhido para a silanização dos corpos-de-prova foi o agente de ligação que contém: silano, etanol e ácido acético.

#### **4.8 Obtenção e preparo dos corpos-de-prova**

Com um molde obtido através de silicone industrial - Dow Corning, foram confeccionadas caixas uniformes, retangulares, de tamanho padronizado (1,0cm de altura, 2,0cm de largura e 3,5cm de comprimento) em resina poliéster (Ortoftálica Cristal T 208, Resana) para a inclusão dos dentes.

Os dentes foram posicionados nestas caixas, mantendo-se as faces vestibulares dos mesmos paralelas à superfície e à base da caixa.

A inclusão dos dentes foi realizada, tomando-se o cuidado de manter o terço cervical da face vestibular exposta 1,5mm acima da superfície da caixa de resina poliéster, para que após o desgaste do dente, a superfície de dentina e da caixa ficassem no mesmo nível.

Os blocos foram aplainados na superfície vestibular das coroas dos dentes, com a utilização de lixa d'água de carbetto de silício de granulação 80 (3M do Brasil), acoplada ao recortador de gesso, sob refrigeração de água, até que uma área de  $\pm 5$ mm de diâmetro de dentina, fosse exposta (Figura 11).

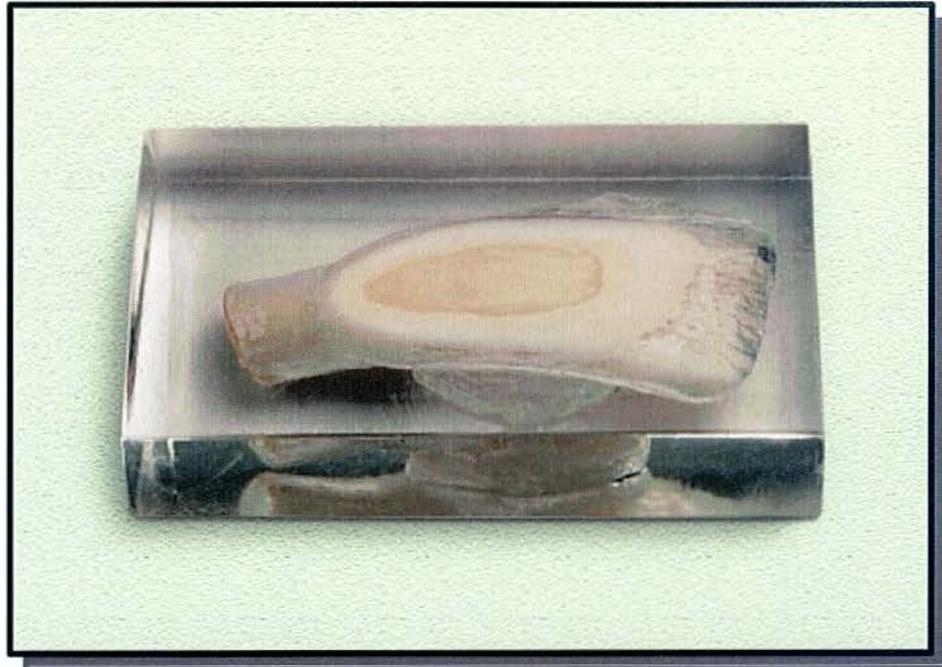


Figura 11 – Bloco de acrílico com inclusão de dente

Para regularizar as superfícies dentinárias expostas, os blocos sofreram a ação de lixas d'água de granulações 240, 400 e 600 (3M do Brasil), com refrigeração à água, para que a *smear layer* resultante fosse uniforme sobre a superfície de dentina (Burrow et al.<sup>23</sup>, 1994; Pashley et al.<sup>109</sup> 1995; Nikaido et al.<sup>100</sup>, 1996). O tempo de ação de cada lixa foi padronizado em 15s e realizado, manualmente, em movimentos circulares, tentando manter uma pressão uniforme e constante (Figura 11).

Os blocos foram imersos em água destilada e mantidos em refrigerador à temperatura de 4° C, até a utilização para os procedimentos de adesão

A superfície dentinária foi limpa com taça de borracha, pedrapomes e água, com micromotor (Dabi-Atlante) em baixa velocidade. Foi usado para remoção de resíduos oleosos, provenientes do micromotor, Tergensol por 5s (Inodon Ind. Bras.).

A dentina exposta, no ato da cimentação, foi coberta com uma fita adesiva de *teflon* (3M) com perfuração de 3mm de diâmetro no centro da fita, para demarcar a área de adesão (Figura 12).

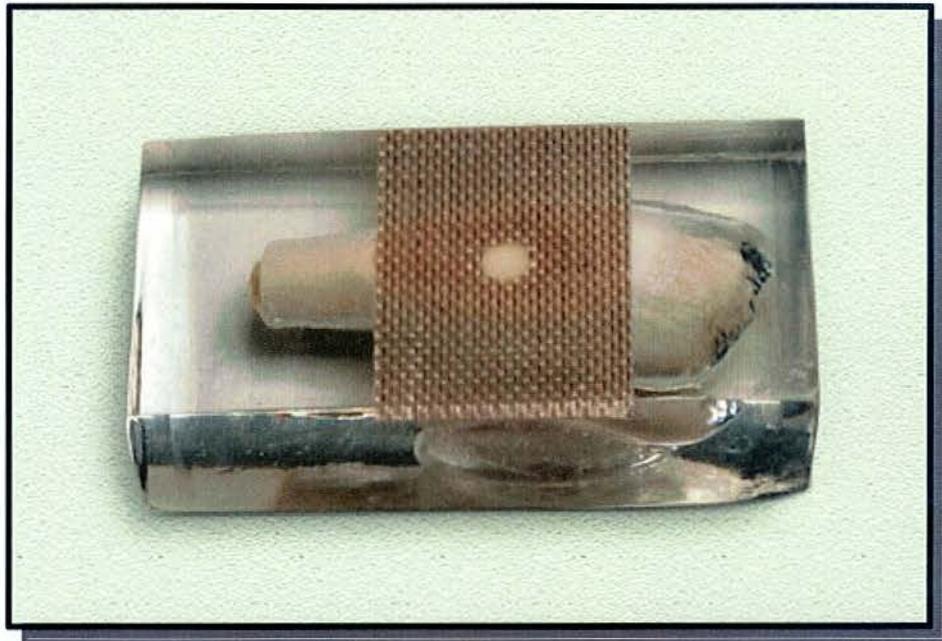


Figura 12 – Bloco de acrílico com inclusão de dente e fita *teflon*

Isto foi feito para receber a cimentação dos cilindros de resina e porcelana com os adesivos dentinários e cimentos resinosos, de acordo com as instruções dos fabricantes (Figura 13).

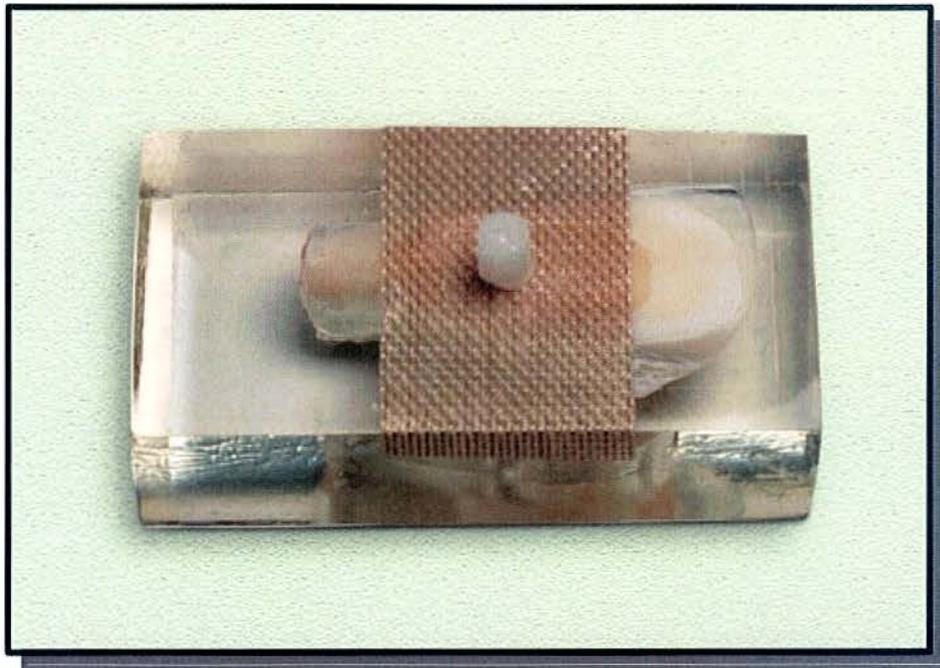


Figura 13 – Bloco de acrílico com inclusão de dente, fita *teflon* e cilindro cimentado

#### 4.9 Preparo da superfície dos cilindros com jato de óxido de alumínio

Para o preparo da superfície da metade ou seja 144 cilindros de ArtGlass, IPS Empress 2 e Targis, foi utilizado o aparelho de jato de óxido de alumínio com  $50\mu\text{m}$ , jateado por 5s, a distância de  $\pm 1\text{cm}$  e a uma pressão de  $60\text{lb/pol}^2$ . Os cilindros eram presos com uma pinça hemostática. Com o aparelho era jateada a face plana dos cilindros, e posteriormente era feita a limpeza e/ou ataque com o ácido fluorídrico, lavagem e secagem.

#### 4.10 Ataque ácido dos cilindros

Para os cilindros de ArtGlass e o Targis, foi utilizado o ácido fluorídrico a 10% por 60s e em seguida foi feita a lavagem e secagem dos mesmos.

Para os cilindros de IPS Empress 2 foi utilizado o ácido fluorídrico a 10% aplicado por 5min e em seguida foi feita a lavagem e secagem dos mesmos.

#### 4.11 Silanização

O processo de silanização foi executado em todos os cilindros. O silano, misturado em quantidades iguais de *primer* com o ativador em casulo próprio, era tampado, deixando descansar por 5min. O produto foi aplicado na superfície jateada dos cilindros, aguardando-se 20s e, depois da secagem foi aplicada uma segunda camada, aguardando-se mais 20s.

#### 4.12 Técnica de cimentação

Todos os 288 cilindros ficaram em aparelho de ultrassom para a limpeza por 5 min em água destilada.

Para a cimentação foi usado um delineador (Bio-Art, Ind. Bras.) modificado, ao qual foi adaptado um braço fixo Huthtala<sup>69</sup>, 1999 e Uemura<sup>148</sup>, 1999. (Figura 14)



Figura 14 – Delineador modificado

O peso de sua haste empregava força constante e padronizada de 300 gramas ao cilindro, contra o corpo-de-prova, no ato da cimentação. Na extremidade ativa do delineador fixou-se uma ponta plana para manter os cilindros em posição (Figura 15).

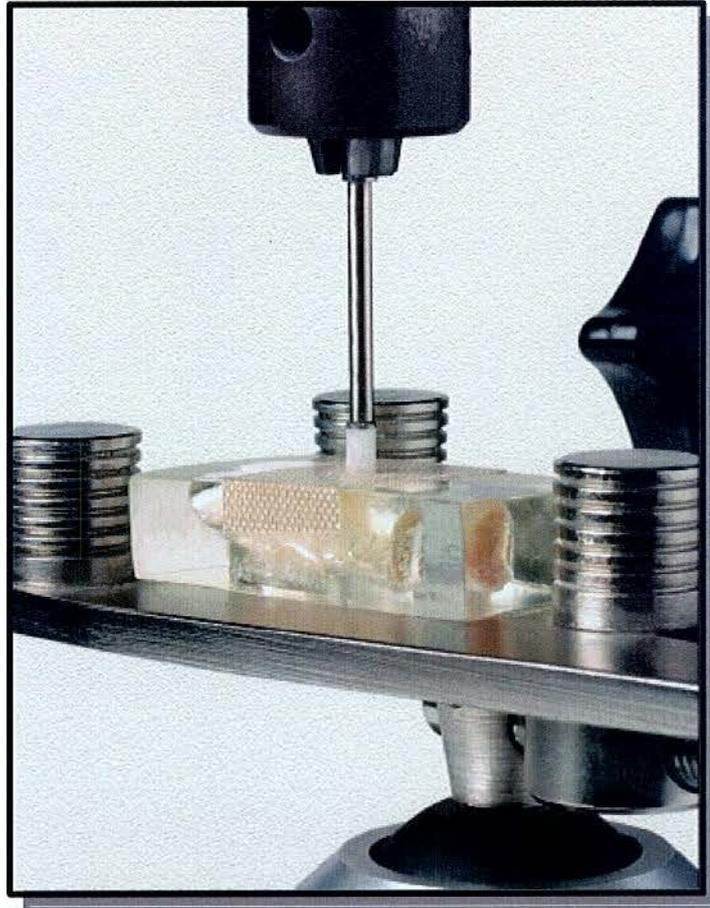


Figura 15 – Ponta plana mantendo cilindro em posição

Para a cimentação, uma das faces dos cilindros e as superfícies dentinárias, receberam o seguinte tratamento:

A limpeza e o tratamento das superfícies dos cilindros de ArtGlass e Targis foram feitas com ácido fluorídrico a 10% por 60s. Em seguida, fez-se uma lavagem e secagem dos mesmos. Preparado o silano, foi misturado quantidades iguais de *primer* com o ativador, em casulo próprio, deixando-se descansar por 5min tampado. O silano foi aplicado na superfície dos cilindros a serem cimentados, aguardando-se 20s, depois da secagem foi aplicada uma segunda camada , aguardando-se mais 20s.

A limpeza e tratamento das superfícies dos cilindros de IPS Empress 2, foram feitas com ácido fluorídrico a 10%, aplicado por 5 min. Em seguida fez-se uma lavagem e secagem dos mesmos. Preparado o silano, misturou-se quantidades iguais de "primer" com o ativador, em casulo próprio, deixando descansar por 5min tampado, aguardava-se 20s, sendo aplicado na superfície dos cilindros a serem cimentadas, com nova secagem e aplicação de segunda camada.

As superfícies de dentina foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 30s, lavadas abundantemente com spray água/ar por 20s e secadas com ar.

Para a cimentação com Enforce, foram dispensadas 2 gotas de Prime & Bond 2.1 no interior de um casulo próprio que foi fechado com uma lamínula de vidro para evitar evaporação do produto. Este foi aplicado com pincel às superfícies dentinárias, molhando-as por 20s. O Prime & Bond 2.1 foi fotopolimerizado por 10s.

O cimento com presa dual, foi misturado em partes iguais de pasta catalisadora (pote) com pasta base matizada (seringa) por 15s, e em seguida, aplicada uma camada do cimento sobre as duas superfícies a serem cimentadas.

O cilindro foi colocado em posição sobre a superfície dentinária, exposta pela fita adesiva (Figura 12), e a ponta plana, acoplada ao braço do delineador, foi colocada sobre o cilindro para manter a pressão de cimentação, removendo-se os excessos. Em seguida, foi executada a fotopolimerização na superfície e margens dos cilindros, cada uma por 25s. Os cilindros foram mantidos em posição por 6 min (Figura 15).

Para a cimentação com Panavia F, foram dispensadas 1 gota do ED Primer A e 1 gota do ED Primer B, no casulo fornecido pelo fabricante, misturadas por 5s e aplicada à superfície dentinária, aguardando-se 60s para a combinação condicionamento e *primer*.

Comprimentos iguais das pastas A e B das seringas de presa dual foram misturadas por 20s e, logo após, foi aplicada uma camada do cimento sobre as duas superfícies a serem cimentadas.

O cilindro foi colocado em posição sobre a superfície dentinária (Figura 13). A ponta plana acoplada ao braço do delineador foi colocada sobre os cilindros para a manutenção da pressão de cimentação, removendo-se em seguida os excessos (Figura 15). Era, então, feita a fotopolimerização na superfície e margens dos mesmos por 20 s cada. Para a complementação da polimerização foi aplicado o Oxiguard II na borda de união por 3min. Os cilindros foram mantidos em posição por 6min (Figura 16).

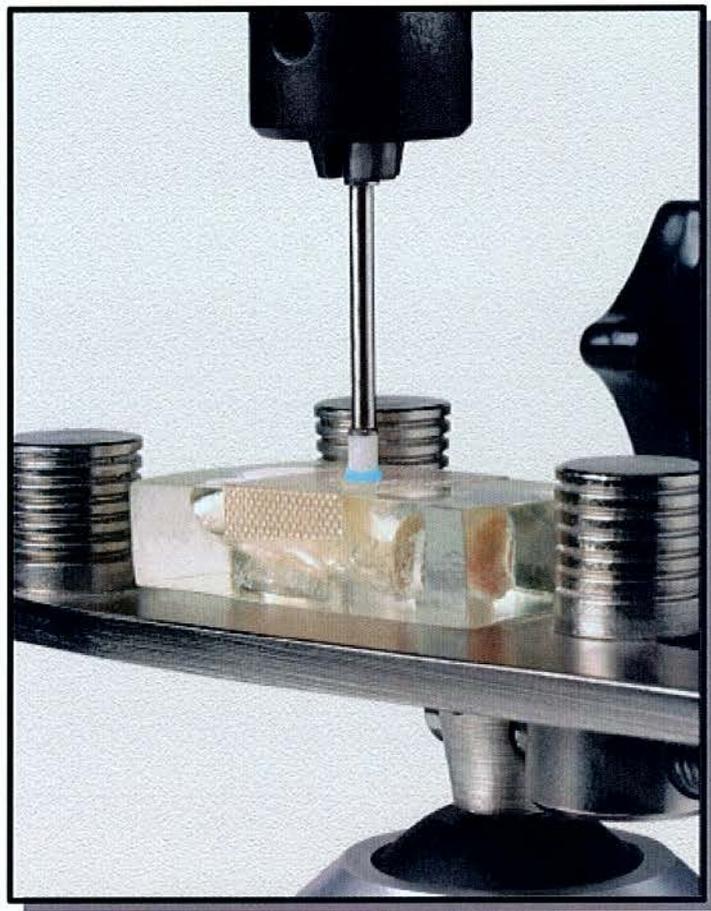


Figura 16 – Ponta plana mantendo cilindro em posição com Oxiguard II

A fotopolimerização dos cimentos foi feita com o mesmo aparelho, o Optilux (Demetron Research Corp.) a uma distância de  $\pm 1$ cm da interface cilindro/cimento.

Para a padronização da intensidade da fonte de luz, a cada subgrupo era observada a luz emitida ( $400 \text{ mW/cm}^2$ ) com o radiômetro modelo 100 (Demetron Research Corp.).

#### **4.13 Divisão e distribuição dos corpos-de-prova**

Os 288 corpos-de-prova, conforme quadro 2, foram aleatoriamente distribuídos em três grupos principais: grupo 1, com 96 corpos-de-prova que receberam a cimentação de cilindros de resina ArtGlass; grupo 2, com 96 corpos-de-prova que receberam a cimentação de cilindros de porcelana IPS Empress 2 e grupo 3, com 96 corpos-de-prova que receberam a cimentação dos cilindros de resina Targis. Cada grupo principal de 96 elementos foi subdividido em 2 subgrupos de 48 elementos, sendo que um deles recebeu tratamento com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano. O subgrupo que não recebeu este tratamento foi considerado controle.

Quadro 2: Divisão dos grupos por material, armazenagem, tratamento e cimentos

Resina / Porcelana	Enforce	Tempos de Armazenagem e Tratamento	Total de corpos-de-prova	Panavia F	Tempos de Armazenagem e Tratamento	Total de corpos-de-prova
Grupo I ArtGlass 96 corpos-de-prova	Sub-Grupo 01	24h cj	48	Sub-Grupo 05	24h cj	48
	Sub-Grupo 02	24h sj		Sub-Grupo 06	24h sj	
	Sub-Grupo 03	30d cj		Sub-Grupo 07	30d cj	
	Sub-Grupo 04	30d sj		Sub-Grupo 08	30d sj	
Grupo II IPS Empress 2 96 corpos-de-prova	Sub-Grupo 09	24h cj	48	Sub-Grupo 13	24h cj	48
	Sub-Grupo 10	24h sj		Sub-Grupo 14	24h sj	
	Sub-Grupo 11	30d cj		Sub-Grupo 15	30d cj	
	Sub-Grupo 12	30d sj		Sub-Grupo 16	30d sj	
Grupo III Targis 96 corpos-de-prova	Sub-Grupo 17	24h cj	48	Sub-Grupo 21	24h cj	48
	Sub-Grupo 18	24h sj		Sub-Grupo 22	24h sj	
	Sub-Grupo 19	30d cj		Sub-Grupo 23	30d cj	
	Sub-Grupo 20	30d sj		Sub-Grupo 24	30d sj	
Total Corpos-de-Prova			144	144		

cj - com jateamento

sj - sem jateamento

De cada 48 corpos-de-prova cimentados com Enforce, 24 foram armazenados por 24h em água destilada e termociclados em máquina de ciclagem térmica (Ética - Equipamentos Científicos S.A. São Paulo - Ind. Bras.) com quinhentos ciclos e em temperaturas de  $55^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Os outros 24 corpos-de-prova foram armazenados por 30 dias em solução aquosa de azida sódica a 0,2%, em estufa bacteriológica a  $37^{\circ}\text{C}$  e termociclados após 15 dias (MA 032 Marconi Equipamentos). Esta mesma metodologia foi empregada para a cimentação com Panavia F.

Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento, na máquina de ensaios mecânicos Instron Corp., modelo 430, com célula de 500 kg de carga com velocidade de 0,5 mm/min, do Centro Técnico Aeroespacial - CTA, São José dos Campos-SP.

#### 4.14 Teste de resistência ao cisalhamento

##### 4.14.1 Dispositivo para fixação dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova, após secagem, foram, posicionados um a um, em aparelho para a apreensão e fixação. Preso a um suporte de liga leve de duralumínio, com objetivo de permitir a movimentação da plataforma dos corpos-de-prova somente no plano horizontal (Figura 17). Esta base foi desenvolvida especialmente para ser acoplada à máquina de ensaios mecânicos.

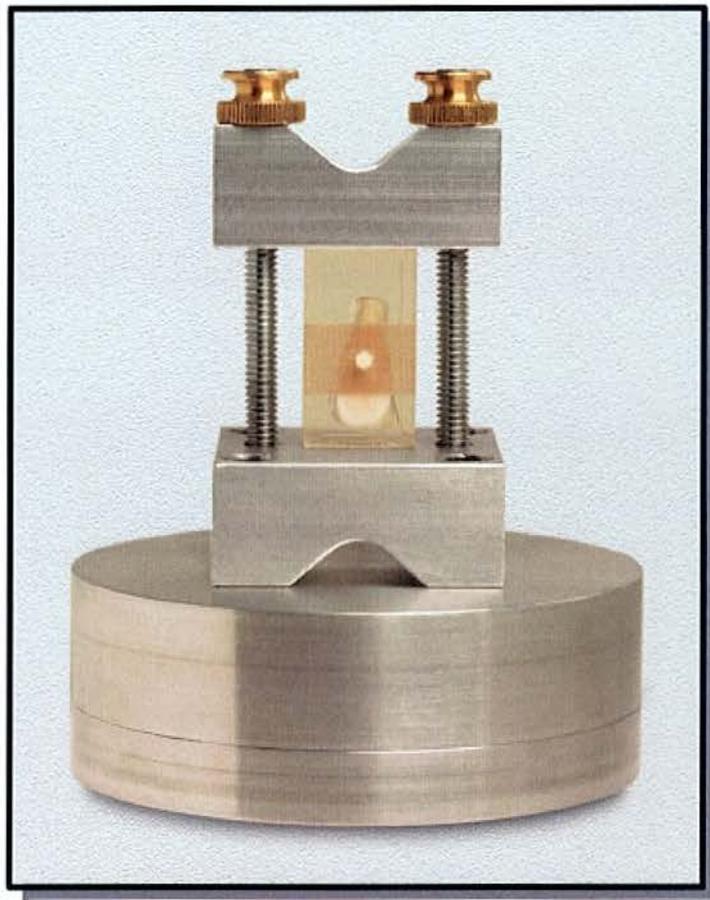


Figura 17 – Aparelho para apreensão e fixação dos corpos-de-prova com base de duralumínio

#### 4.14.2 - Ensaio mecânico

O ensaio mecânico realizado foi o de cisalhamento, com velocidade da ponta de 0,5 mm/min. A ponta metálica tinha o formato de meia-cana para encaixar-se nos cilindros dos materiais dos corpos-de-prova (Figura 18).

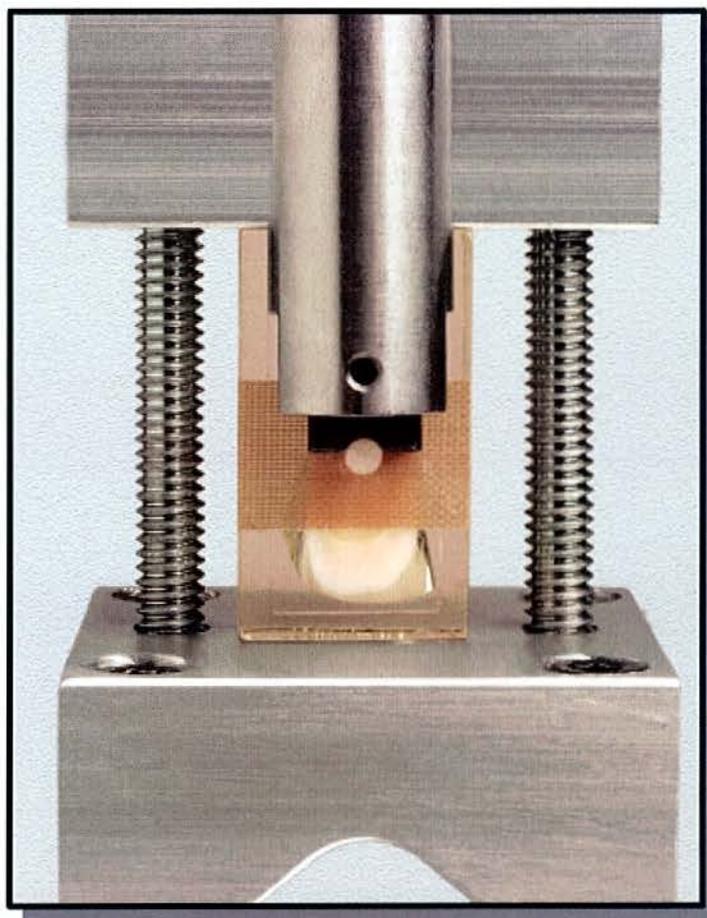


Figura 18 – Ponta metálica com formato de meia-cana para encaixe preciso nos cilindros de testes de resistência ao cisalhamento

Na base superior móvel da Instron, foi adaptada esta ponta metálica, de maneira que, posicionado-se o corpo-de-prova na base, a ponta descesse tangenciando a superfície vestibular do dente na interface

cimento/dentina (Figura 19). Assim foi realizada a tensão de cisalhamento, até o rompimento da união adesiva.

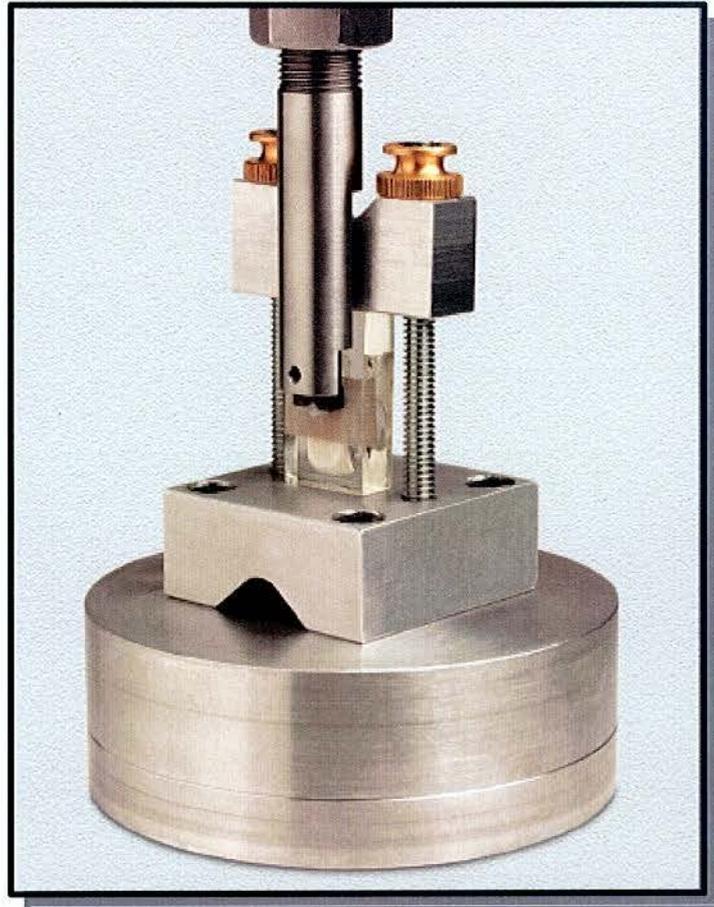


Figura 19 – Ponta tangenciando superfície do dente para teste de cisalhamento

Os resultados obtidos em kgf foram registrados e transformados em MPa pela fórmula:  $(\text{kgf} \div \text{área}) \div 0,102 = \text{MPa}$ , para serem submetidos à análise estatística.

#### 4.15 Análise estatística

Os resultados foram analisados de acordo com os testes estatísticos ANOVA (Análise de variância), teste de Tukey e Box-Whisker Plot.

## 5. RESULTADOS

---

Foi realizada uma avaliação da resistência adesiva ao cisalhamento, dos cilindros provenientes de três materiais: ArtGlass, IPS Empress 2 e Targis. Foram avaliados 12 corpos-de-prova para cada grupo, tratado ou não com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, e cimentados com os materiais: Enforce e Panavia F. Os tempos de armazenagem dos dentes, antes dos testes de resistência ao cisalhamento, foram divididos em 24 horas e 30 dias.

Dos 288 cilindros confeccionados com os materiais restauradores, 144 sofreram a ação do jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, e os outros 144 cilindros não tratados, serviram como controle.

### **5.1 Variáveis**

Neste trabalho foram descritas as variáveis quantitativas: materiais restauradores, cimentos resinosos, tempos de armazenagem e tratamento das superfícies dos cilindros com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano.

Os valores de resistência adesiva obtidos, encontram-se na tabela-1, para todos os corpos-de-prova.

Tabela 1 - Valores de resistência adesiva de todos os corpos-de-prova

MATERIAL																								
ARTGLASS						IPS EMPRES 2						TARGIS												
AGENTE CIMENTANTE																								
ENFORCE				PANAVIA F				ENFORCE				PANAVIA F				ENFORCE				PANAVIA F				
TEMPOS DE ARMAZENAGEM																								
24 HORAS		30 DIAS		24 HORAS		30 DIAS		24 HORAS		30 DIAS		24 HORAS		30 DIAS		24 HORAS		30 DIAS		24 HS		30 DIAS		
CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	CJ	SJ	
1	11.25	10.32	12.80	11.60	6.88	13.38	14.78	6.31	16.08	12.91	12.03	12.81	15.31	13.01	16.31	13.94	15.20	9.12	16.68	13.09	18.09	9.82	13.80	14.67
2	11.73	9.10	12.66	8.82	12.71	9.87	13.41	14.55	21.34	14.01	18.87	13.43	17.10	8.33	18.11	15.12	14.18	10.81	15.29	11.03	7.28	9.09	17.61	8.79
3	10.54	9.17	13.67	11.13	13.49	13.44	13.99	11.78	13.00	8.98	14.94	13.94	20.98	13.91	22.90	9.17	13.11	9.03	18.35	7.06	16.63	9.23	15.71	9.83
4	8.72	10.71	8.99	15.07	15.01	10.06	14.28	5.87	18.09	14.13	14.91	10.08	15.66	13.74	16.55	9.44	11.84	11.67	13.19	9.19	13.04	10.91	11.21	11.94
5	11.96	11.06	11.22	6.17	8.75	13.24	15.47	7.96	12.03	8.14	22.76	14.01	22.78	8.05	23.60	16.19	12.26	11.06	19.73	15.33	14.07	9.83	18.93	11.36
6	9.58	8.17	13.16	10.93	15.12	11.07	9.94	13.92	13.79	11.93	16.34	8.98	13.71	10.31	17.21	8.32	10.37	9.09	16.28	14.06	12.69	10.74	16.97	12.99
7	13.94	9.43	9.73	13.48	11.86	10.87	16.81	10.39	20.01	8.06	21.83	9.13	11.88	9.19	12.33	13.40	9.78	13.01	17.05	13.44	8.32	11.81	10.94	11.34
8	11.56	8.84	16.65	11.06	13.90	7.25	17.98	11.81	16.55	13.83	14.99	9.21	19.65	13.21	20.65	16.09	15.79	9.21	11.64	9.36	16.36	13.24	15.12	12.97
9	10.96	12.16	6.39	13.38	13.08	11.33	12.38	11.39	14.98	8.99	17.92	15.47	14.17	8.18	16.15	9.01	12.05	12.16	13.06	8.33	15.21	10.04	14.28	10.39
10	12.65	12.01	13.57	7.91	16.71	8.73	15.71	12.77	14.01	9.84	13.81	8.17	14.69	12.09	16.48	14.21	13.09	9.73	17.26	9.30	13.34	13.71	14.33	13.87
11	12.52	12.91	15.32	13.27	7.23	15.17	17.61	11.14	14.94	7.94	17.34	15.02	10.70	8.24	17.73	14.94	13.26	8.70	10.57	11.13	13.91	9.91	17.44	8.19
12	13.51	9.11	11.88	12.09	17.81	5.73	13.80	9.06	17.11	13.65	16.01	13.00	17.93	14.33	19.43	10.23	12.74	12.11	15.10	14.21	14.67	13.92	14.91	11.82

O histograma da figura 20 corresponde à transferência dos dados obtidos na estatística descritiva e mostra o comportamento dos materiais restauradores, onde o eixo horizontal apresenta resistência e o eixo vertical a frequência de observação para cada faixa de resistência ao cisalhamento.

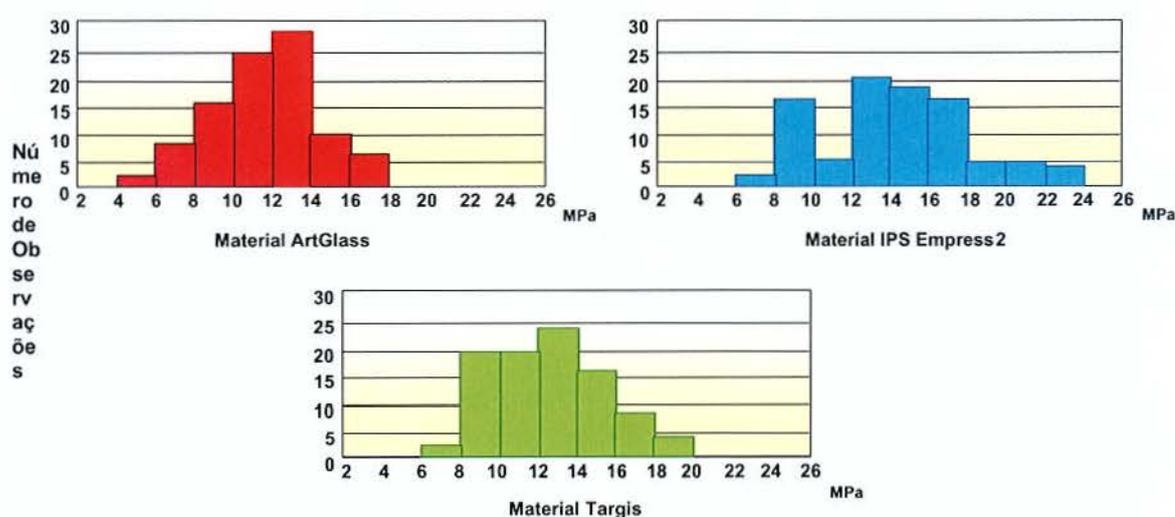


Figura-20- Histograma dos materiais restauradores.

Na tabela 2, observando-se os valores médios, pode-se perceber que o material IPS Empress 2, constituiu-se no material de maior resistência média, com valor 14,2MPa. O ArtGlass apresentou menor resistência média, com 11,75MPa e o Targis apresentou o valor 12,64 MPa. Nessa estatística o material IPS Empress 2 apresentou melhores resultados que os outros dois materiais em termos de média. No entanto, ao se observar o valor do desvio-padrão, pode-se perceber que o material IPS Empress 2 é o que apresenta maior variabilidade de valores, com desvio em torno da média de 3,92MPa.

Na variável cimento, pode ser visto o melhor comportamento, em termos de média e mediana, do cimento Panavia F.

Para a variável tempos de armazenagem tem-se uma resistência média maior para 30 dias do que para 24 horas, com praticamente a mesma variabilidade (desvio-padrão).

O tratamento dos cilindros com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, prevaleceu sobre os valores sem tratamento, com média de resistência de 14,59MPa para os cilindros tratados e 11,14MPa para os cilindros não tratados.

Tabela-2 - Estatística descritiva das variáveis

	AG	IPS	TARG	ENF	PAN F	24 h	30 d	SJ	CJ
N	96	96	96	144	144	144	144	144	144
Média	11.75	14.20	12.64	12.57	13.16	12.3	13.44	11.14	14.59
Mediana	11.83	14.01	12.85	12.58	13.39	12.13	13.46	11.06	14.30
Mínimo	5.73	7.94	7.06	6.17	5.73	5.73	5.87	5.73	6.39
Máximo	17.98	23.6	19.73	22.76	23.6	22.78	23.6	16.19	23.6
Desvio-p	2.79	3.92	2.84	3.16	3.56	3.13	3.52	2.39	3.33
Curtose	-0.29	-0.32	-0.54	0.48	0.09	0.61	0.12	-0.88	0.30
Quartil-1	9.8	11.9	10.38	9.96	10.39	9.82	11.09	9.12	12.58
Quartil-3	13.5	16.41	14.5	14.15	15.19	13.93	15.59	13.25	16.66

Comparativamente, foi utilizada a técnica de exposição dos resultados através do diagrama de *Box-Whisker Plot*. Este tipo de técnica permite a visualização da variabilidade de cada grupo estudado, através de um retângulo mostrando o Quartil-1, que separa 25% dos valores, e o Quartil-3, que separa os 75% dos valores obtidos. Este tipo de diagrama coloca em evidência a metade principal, ou seja, 50% dos valores mais importantes da amostra analisada e a sua distribuição. Geralmente, é nessa metade principal, também denominada de intervalo interquartil, que se concentra a

maior quantidade de valores semelhantes, portanto mais estáveis e sugestivos da tendência dos valores. 25% dos menores valores correspondem ao chamado primeiro quartil (Q1) e os 25% dos maiores valores ao terceiro quartil (Q3). Assim, o intervalo interquartil, pode também ser obtido da fórmula: intervalo interquartil =  $Q3 - Q1$ .

Nas Figuras 21, 22, 23 e 24, pode ser visto o valor da mediana, que indica qual valor separa os 50% dos elementos, e ainda, o valor máximo e mínimo da amostra, sendo uma tradução gráfica da estatística descritiva apresentada na tabela 2.

A figura 21, apresentou corpos-de-prova de IPS Empress 2 com valores maiores do que os outros dois materiais, tanto em mediana, como em quartil ou em valores máximos e mínimos, tendo valores superiores aos do ArtGlass e Targis.

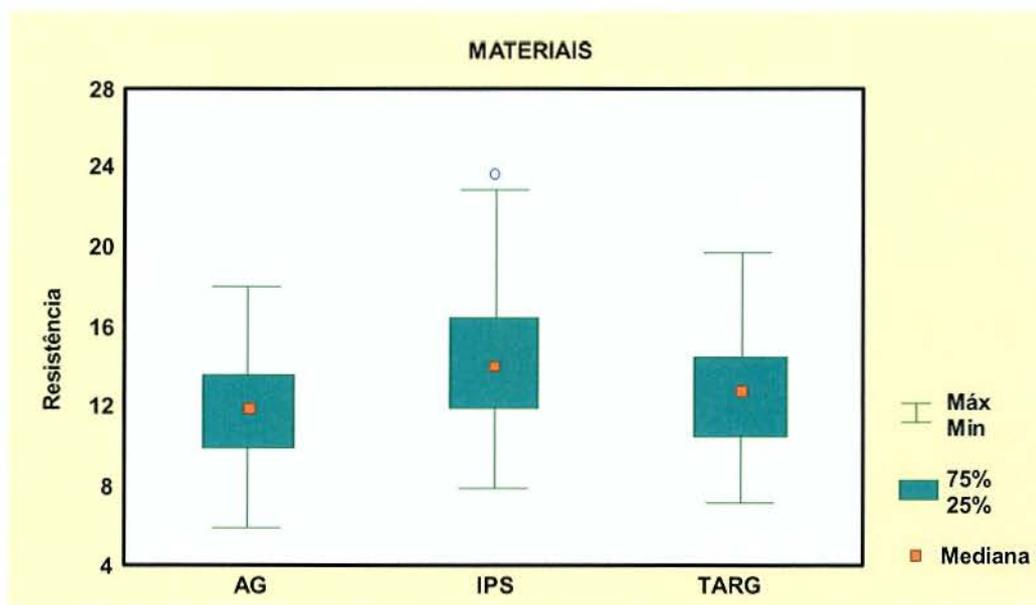


Figura 21 – Estatística descritiva dos materiais restauradores

A figura 22 expõe que o Panavia F possui valor da mediana maior do que o Enforce. Esse valor não é significativo, ao se levar em conta a variabilidade encontrada. Isto porque o Panavia F com desvio-padrão de 3,56, praticamente igualou-se aos resultados do Enforce.

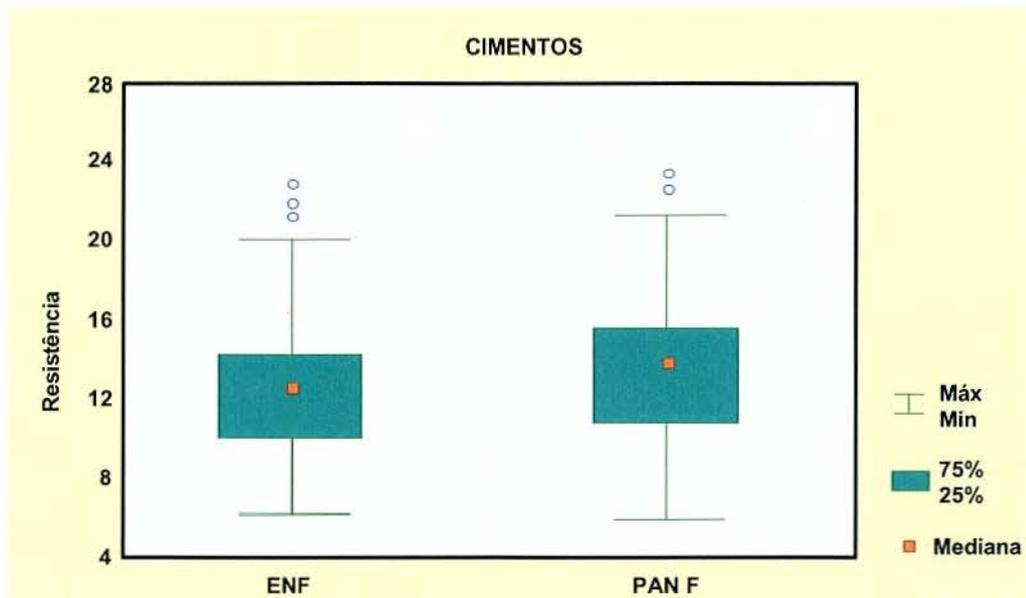


Figura 22 – Estatística descritiva dos cimentos

Na Figura 23 são comparados os dois tempos de armazenagem dos corpos-de-prova, o primeiro observado após 24 horas e o segundo após 30 dias. Pode-se perceber observando-se a tabela 2, que os valores foram ligeiramente superiores para o tempo de armazenagem de 30 dias.

A Figura 24 mostra que quando foi empregado o tratamento da superfície dos cilindros, a resistência adesiva foi mais favorável. Mediana, quartil, valores máximo e mínimo, foram todos maiores para os cilindros tratados.

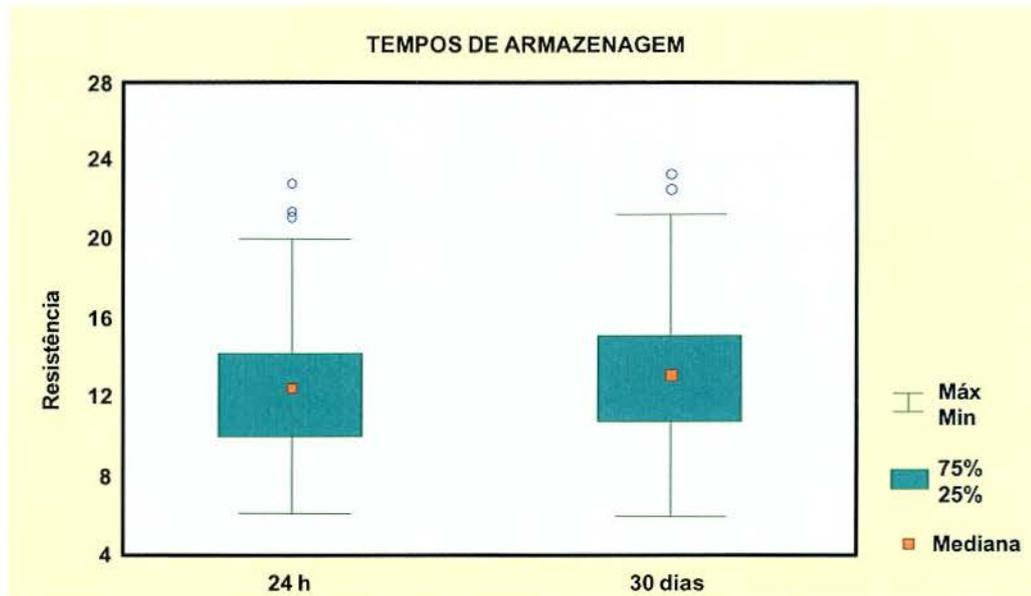


Figura 23- Estatística descritiva dos tempos de armazenagem

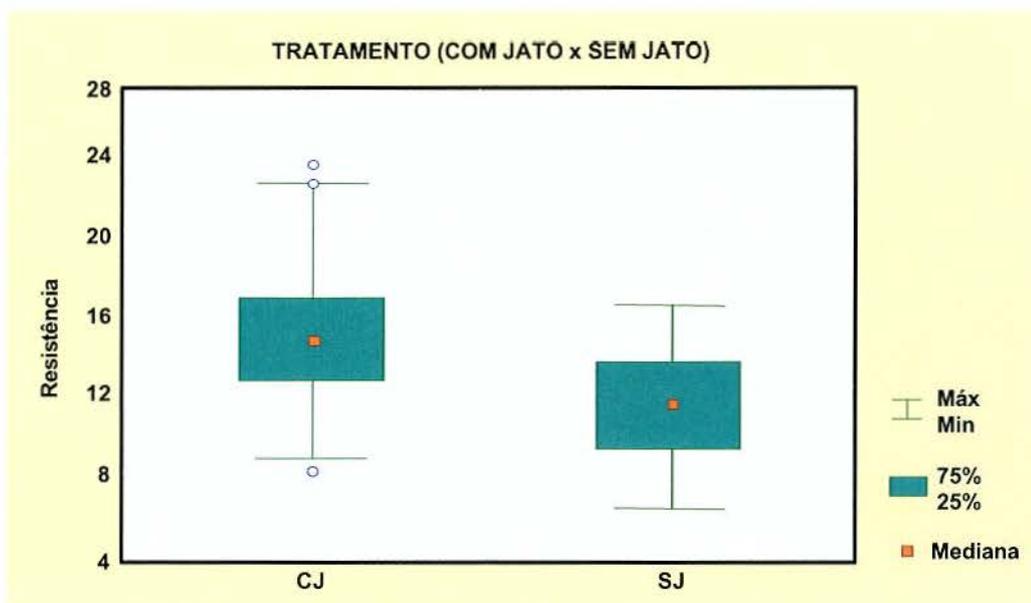


Figura 24 – Estatística descritiva do tratamento dos cilindros

A tabela 3 apresenta a Análise de Variância gerada através do software STATISTICA (versão 4.2, 1993, StatSoft). Os asteriscos indicam que ocorreu influência significativa entre elas. Os números 1, 2, 3 e 4 indicam as variáveis: 1) materiais restauradores; 2) cimentos resinosos; 3) tempos de armazenagem; 4) cilindros com ou sem tratamento.

Após o teste ANOVA pudemos observar que existe uma diferença significativa entre os materiais utilizados ArtGlass, IPS Empress 2 e Targis desde que o  $p$ -nível foi (0.0000) menor que 0.05(5%).

Tabela 3 – Análise de variância para a resistência

VAR	GL (dentro Trat)	Quadrante Médio (entre Trat)	GL (dentro Trat)	Quadrante Médio (dentro)	F	Nível de Significância
1(*)	2	147.8340	264	6.871338	21.5146	0.000000
2	1	24.7222	264	6.871338	3.5979	0.058945
3(*)	1	93.8907	264	6.871338	13.6641	0.000266
4(*)	1	858.3605	264	6.871338	124.919	0.000000
12	2	1.9208	264	6.871338	0.2795	0.756356
13	2	1.8514	264	6.871338	0.2694	0.764021
23	1	0.0648	264	6.871338	0.0094	0.922712
14(*)	2	59.2190	264	6.871338	8.6183	0.000237
24	1	10.0352	264	6.871338	1.4604	0.227941
34	1	11.9968	264	6.871338	1.7459	0.187534
123	2	3.4713	264	6.871338	0.5052	0.603975
124	2	6.0420	264	6.871338	0.8793	0.416283
134	2	2.0894	264	6.871338	0.3041	0.738060
234	1	2.9242	264	6.871338	0.4256	0.514743
1234	2	4.3574	264	6.871338	0.6341	0.531198

A Figura 25 ilustra os resultados previamente obtidos na estatística descritiva e confirmados pela ANOVA. O material IPS quando tratado, tem uma resistência adesiva significativamente maior que os demais, e os três materiais apresentam diferenças estatísticas.

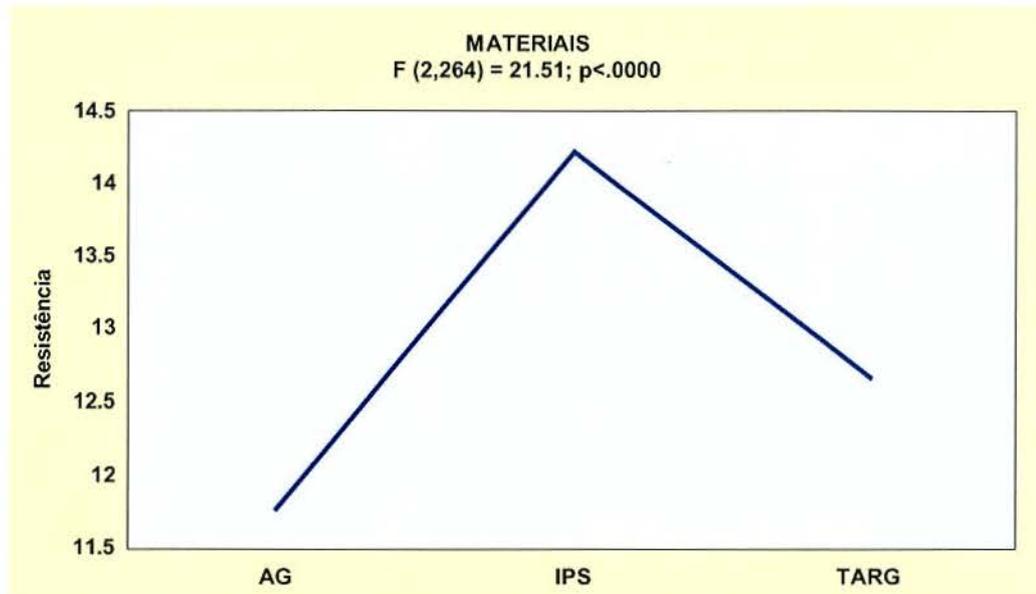


Figura 25 – Média de resistência dos materiais restauradores

Como visto na Figura 26 os resultados do Panavia F são melhores do que o Enforce, porém a ANOVA nos diz que eles não são estatisticamente significantes. O  $p$ -nível foi de 0.058, ficou muito próximo do crítico 0.050 (5%).

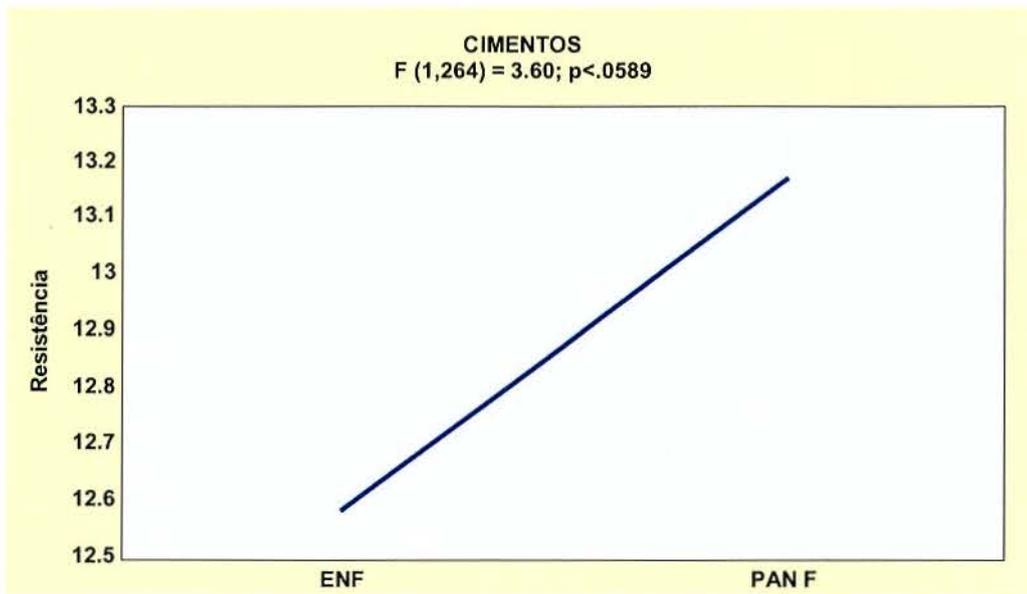


Figura 26 – Média de resistência dos cimentos

A Figura 27 mostra a relação entre os dois tempos de armazenagem. Estes tempos mostraram-se estatisticamente diferentes, uma vez que o  $p$ -nível foi de  $0.000266 < 0.05$  (5%). Neste caso, foi possível afirmar que o tempo de armazenagem de 30 dias apresentou uma resistência diferente e maior do que o tempo de 24 horas.

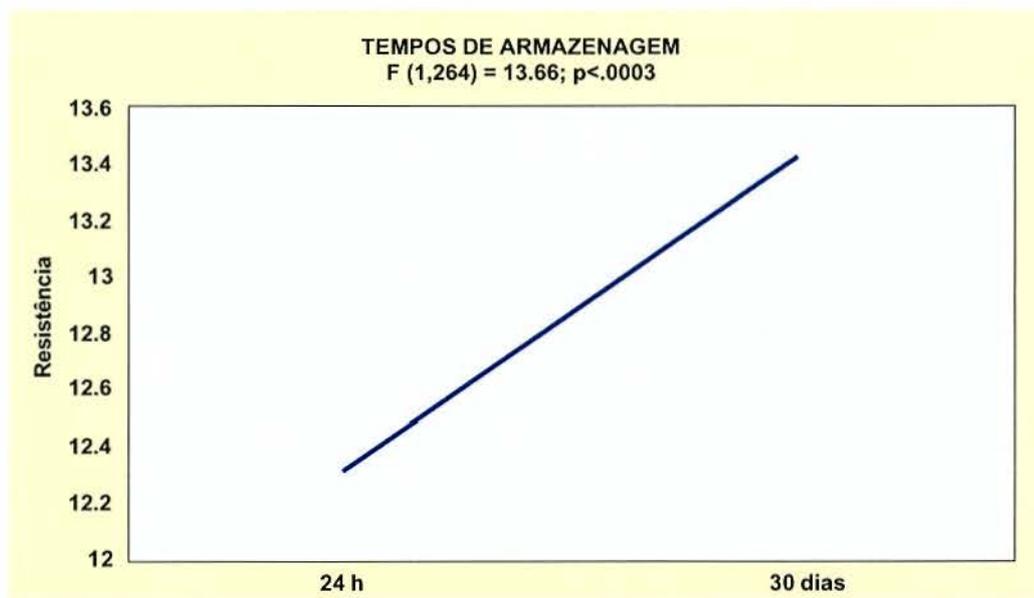


Figura 27 – Média de resistência dos tempos de armazenagem

Na Figura 28 pode-se perceber que o tratamento da superfície dos cilindros forneceu uma resistência muito maior do que as dos cilindros não tratados e os resultados foram estatisticamente significante.

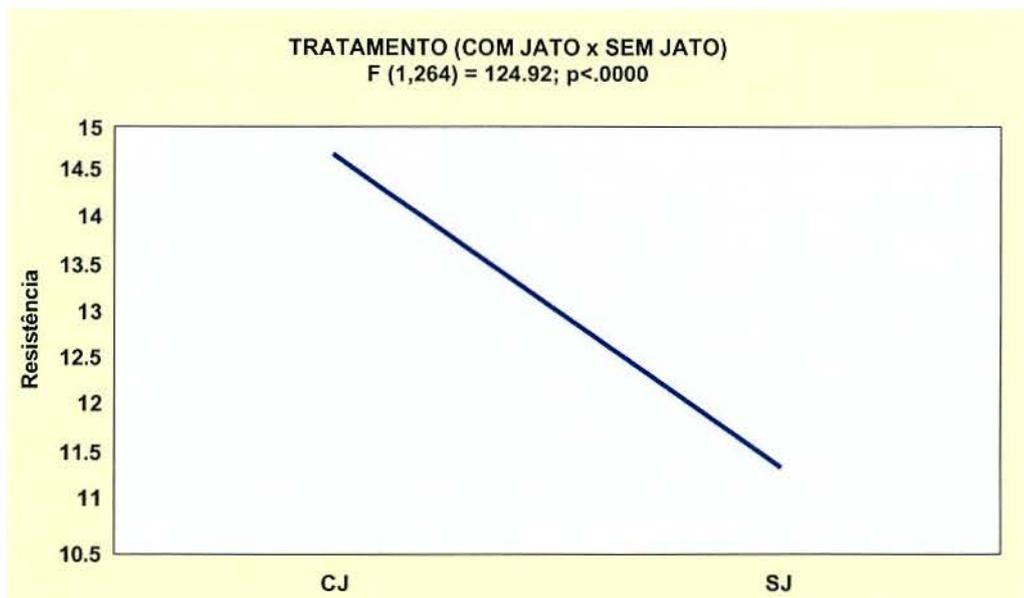


Figura 28 – Média de resistência do tratamento

## 5.2 Interação das variáveis

A ANOVA permite uma interação das variáveis entre si. Assim, podemos ver pela tabela 3 que apesar da diferença dos materiais restauradores, dos cimentos resinosos, dos tempos de armazenagem e do tipo de tratamento, o fator mais importante da interação foi o tipo de material restaurador e o tratamento, que elevou os valores de resistência e o comportamento dos materiais, principalmente o IPS Empress 2 como mostra a figura 29. O tratamento altera o resultado para os materiais, mantendo-se neste, fixo os fatores cimento e tempo de armazenagem, com certeza de afirmação de 95%. Como pode ser visto na tabela 3, exceto a interação 14, todos os outros fatores 2 a 2, 3 a 3 e 4 a 4, não apresentaram diferenças significativas.

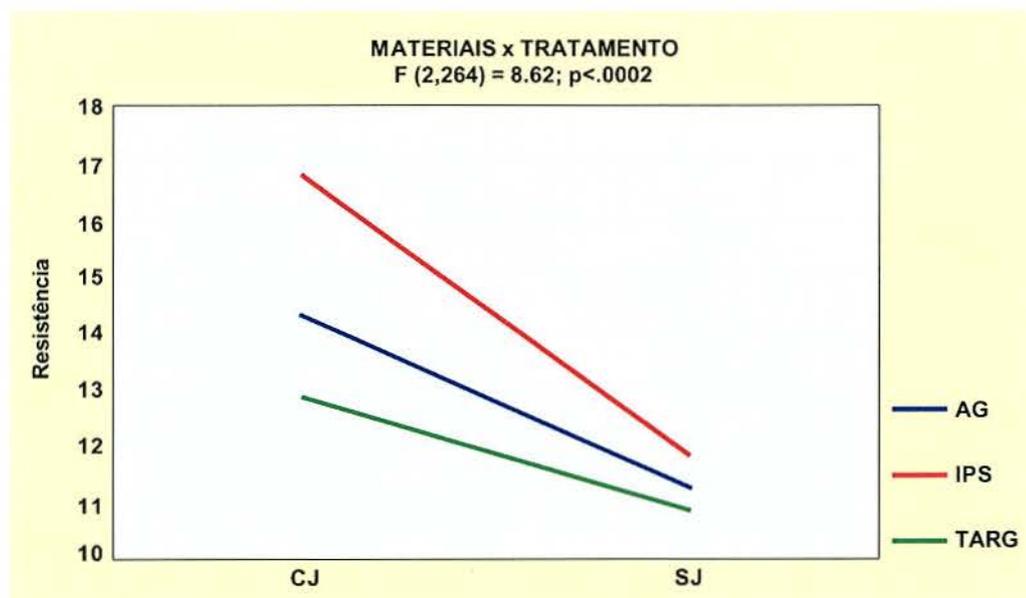


Figura 29 – Interação da média de resistência: materiais x tratamento.

Uma tabela com as diferenças significativas entre os 24 grupos avaliados foi montada. As células hachuradas da Tabela 4, significam combinações de fatores que forneceram resultados diferentes para a resistência ao cisalhamento.

Assim, ao se escolher qual combinação seria a mais adequada ao se analisar a Tabela 5, pode-se chegar à seguinte conclusão: a Tabela 5 fornece a resistência média de cada grupo de combinação de fatores. Por exemplo, pode-se observar que o grupo 1 é diferente do grupo 9 mas é igual ao grupo 24.



Tabela – 5 – Resistência média por grupo

Grupo	Resistência Média por Grupo (MPa)
1	11,57667
2	10,24917
3	12,17000
4	11,24250
5	12,71250
6	10,84083
7	14,68000
8	10,57917
9	15,99417
10	11,03417
11	16,81250
12	11,93750
13	16,21333
14	11,04917
15	18,12083
16	12,50500
17	12,80583
18	10,47500
19	15,35000
20	11,29417
21	13,63417
22	11,02083
23	15,10417
24	11,51333

## 6. DISCUSSÃO

---

Esta pesquisa foi conduzida para avaliar a resistência ao cisalhamento, dos materiais estéticos IPS Empress 2, ArtGlass e Targis, tratados ou não tratados com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, cimentados com Panavia F ou Enforce em dentina bovina, estocados por 24h e 30 dias, e avaliados por métodos estatísticos.

Quanto a escolha do dente bovino para este trabalho, nos apoiamos nos estudos de Nakamichi et al <sup>98</sup>, 1983; Saunders<sup>131</sup>, 1988; Retief et al <sup>124</sup>, 1990; Fowler et al <sup>53</sup>, 1992; Sano et al <sup>129</sup>, 1994; Kitasako et al <sup>78</sup>, 1995; Nikaido et al <sup>100</sup>, 1996; Patierno et al <sup>111</sup>, 1996; Silva et al <sup>134</sup>, 1996, que consideram este substrato semelhantes para os humanos.

Outra vantagem da utilização do dente bovino, segundo Nikaido et al <sup>100</sup>, 1996, é a possibilidade de utilização de grande número de dentes, se necessário, com faixa etária possível de ser determinada e escolhida, permitindo uma uniformidade da amostra. Segundo Sano et al <sup>129</sup>, 1994 e Patierno et al <sup>111</sup>, 1996, o dente bovino é de bom tamanho e pode ser utilizado em condição de higidez, o que muitas vezes é difícil de se conseguir com os dentes humanos, que quando são extraídos, muitas vezes já apresentam cárie ou parte da coroa destruída.

Nakamichi et al <sup>98</sup>, 1983, e Fowler et al <sup>53</sup>, 1992, discutiram a possibilidade dos dentes bovinos apresentarem melhores resultados aos testes de adesão, entretanto, concluíram que estes resultados não foram estatisticamente significantes, e que é possível a transferência dos achados obtidos nestes dentes, para os dentes humanos. Sano et al <sup>129</sup>, 1994, e Patierno et al <sup>111</sup>, 1996, afirmaram que os dentes bovinos apresentavam valores de resistência à tração e ao cisalhamento, similares aos dentes humanos.

A estocagem dos dentes em água destilada e a 4°C, parece ser um consenso entre os autores (Diaz-Arnold et al <sup>39</sup>, 1990; Goddis et al <sup>60</sup>, 1993; Takemori et al <sup>139</sup>, 1993) pois a hidratação dos mesmos logo após a

extração é de suma importância. Segundo Tonami et al <sup>142</sup>, 1996, a temperatura de -20°C mantém a integridade do tecido dentinário e sua estocagem pode atingir até 30 dias sem danos aos espécimes, com o que concordam Takemori et al <sup>139</sup> 1993 e Sano et al <sup>129</sup>, 1994. De acordo com os dados da literatura optamos pela armazenagem dos dentes bovinos em água destilada a -20°C pelo prazo máximo de 28 dias.

Outro fator importante durante a armazenagem, é a não proliferação de bactérias, que foi resolvida por Sano et al <sup>129</sup>, 1994, pela inclusão de azida sódica a 0,2 %, ou de cloramina T de acordo com Plasmans et al <sup>117</sup>, 1993, à água destilada. Utilizamos neste trabalho a azida sódica.

Em relação aos corpos-de-prova, o tempo de armazenagem, variou entre 24h (Plasmans et al <sup>117</sup>, 1993; Takemori et al <sup>139</sup>, 1993; Burrow et al <sup>23</sup>, 1994; Schilke et al <sup>132</sup>, 1999); 7 dias (Silva et al <sup>134</sup>, 1996), e até no máximo 6 meses (Goodis et al <sup>60</sup>, 1993; Chan et al <sup>28</sup>, 1997). Nossa opção ficou entre 24h e 30 dias, para a armazenagem mínima e máxima respectivamente.

A quantidade e a qualidade da dentina humana remanescente, nos corpos-de-prova dos trabalhos da literatura, têm sido bastante heterogênea e dependem da história do dente, número e direção dos túbulos dentinários. Os túbulos dentinários esclerosados, vazios, ou contendo ainda processo odontoblástico, nos dentes humanos *in loco*, que tiveram contato com o meio, por longo espaço de tempo, seriam diferentes dos dentes bovinos hígidos e erupcionados há pouco tempo (Causton & Johnson <sup>25</sup>, 1979; Gwinnett <sup>63</sup>, 1994). A espessura de dentina remanescente utilizada nas pesquisas de Nakamichi et al <sup>98</sup>, 1983; Mitchem & Gronas <sup>92</sup>, 1986; Tao & Pashley <sup>141</sup>, 1988, foi de 1,4 a 2,1mm, tendo sido considerada como dentina superficial. Na presente pesquisa obedecemos estes critérios e mantivemos a padronização da espessura da dentina em 2mm.

A técnica de condicionamento ácido do esmalte e da dentina, foi inicialmente recomendada por Fusayama et al <sup>54</sup>, 1979, e atualmente, a maioria dos sistemas adesivos utilizam ácidos para remoção da *smear layer*, pois esta camada, quando presente, pode exibir baixos valores de resistência adesiva, de acordo com Pashley et al <sup>106</sup>, 1984, e Van Meerbeek et al <sup>150</sup>, 1992. De acordo com Marshall et al <sup>85</sup>, 1995; Perdigão et al <sup>113</sup>, 1996, e Nakabayashi & Pashley <sup>94</sup>, 2000, o condicionamento ácido da dentina é necessário, pois aumenta a porosidade intra e inter-tubular, permitindo a infiltração do monômero.

A associação do condicionamento com o uso de adesivos, tornou-se um consenso entre os estudiosos da área, na cimentação de materiais restauradores estéticos. Optamos pelo condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 37% por 30s, de acordo com autores como Gwinnett<sup>62</sup>, 1984; Pashley et al <sup>110</sup>, 1993; Marshall et al <sup>85</sup>, 1995; Perdigão et al <sup>113</sup>, 1996.

Muitas pesquisas com adesivos dentinários foram desenvolvidas para oferecer à Odontologia, valores de união à dentina suficientemente altos, tornando o procedimento de adesão cada vez mais duradouro, seguro e preciso (Eick et al <sup>51</sup>, 1993). Os sistemas adesivos atuais, utilizam o condicionamento ácido da dentina, tanto para remoção da *smear layer*, como para desmineralização superficial da dentina, em torno de 2 a 5  $\mu\text{m}$  (Van Meerbeek et al <sup>150</sup>, 1992). Segundo Pashley et al <sup>108</sup>, 1993, os recentes avanços no desenvolvimento de novos sistemas de adesão, promoveram valores de resistência adesiva de até 30 MPa.

Um crescente número de cimentos adesivos para a dentina condicionada, e para cimentação de materiais estéticos, têm sido bastante usados, mesmo sabendo-se da complexidade do tecido dentinário (Nakamichi et al <sup>98</sup>, 1983; Tao & Pashley <sup>141</sup>, 1988; Pashley et al <sup>107</sup>, 1992; Plasmans et al <sup>117</sup>, 1993; Pashley et al <sup>108</sup>, 1993; Burrow et al <sup>23</sup>, 1994; Pashley et al <sup>109</sup>, 1995). Para este estudo escolhemos o Panavia F e o

Enforce por questões práticas, pelo prestígio destes produtos no mercado e grande uso dos mesmos entre vários profissionais.

A escolha dos materiais restauradores para o presente trabalho, baseou-se nas propriedades mecânicas e estéticas dos mesmos, apresentadas por vários autores (Donovan & Kahn <sup>44</sup>, 1990; Touati <sup>144</sup>, 1996; Fahl Junior & Casellini <sup>52</sup>, 1997; Leinfelder <sup>83</sup>, 1997; Touati & Aidan <sup>145</sup>, 1997; Yatani et al <sup>161</sup>, 1998; Bouschlicher et al <sup>10</sup>, 1999; Zyman & Aidan <sup>163</sup>, 1999; Pires & Pires <sup>116</sup>, 2000).

Neste trabalho de pesquisa, como mostra a figura 29, o IPS Empress 2 mostrou o melhor desempenho quando comparado com o ArtGlass e o Targis, quando tratado com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano. Este tipo de tratamento, ilustrado na figura 28, foi responsável pela diferenciação entre a adesão dos materiais restauradores estéticos, pois o mesmo grupo de materiais não tratados, não mostrou diferenças estatisticamente significantes entre si. Os resultados do presente trabalho, corroboram trabalhos de Suliman et al <sup>137</sup>, 1993; Ozden et al <sup>103</sup>, 1994; Kupiec et al <sup>79</sup>, 1996; Hummel et al <sup>70</sup>, 1997; Chen et al <sup>29</sup>, 1998; Kamada et al <sup>76</sup>, 1998; Osório et al <sup>102</sup>, 2000, que também usaram tratamentos semelhantes nas suas amostras.

O tratamento da superfície dos materiais restauradores estéticos, com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, tem sido usado na superfície das porcelanas conforme Lu et al <sup>84</sup>, 1992, e Suliman et al <sup>137</sup>, 1993. De acordo com estes mesmos autores, o jato de óxido de alumínio e o ácido fluorídrico, criam microretenções nas porcelanas, e o silano estabelece uma união covalente com a matriz orgânica resinosa.

De acordo com Hummel et al <sup>70</sup>, 1997, o ácido fosfórico aplicado sob a superfície interna das resinas compostas, promove limpeza da mesma, mas não melhora a união na interface dentina/ resina composta. Assim como o ácido fosfórico, o silano também tem sido aplicado nas

resinas, segundo Latta & Barkmeier<sup>80</sup>, 1994; Swift Junior et al<sup>138</sup>, 1995; Kupiec et al<sup>79</sup>, 1996; Hummel et al<sup>70</sup>, 1997.

Os cimentos baseados em resinas compostas, foram introduzidos na literatura há mais de 40 anos, e os cimentos resinosos foram os que mais evoluíram. Esta evolução se deve ao grande avanço na tecnologia dos sistemas adesivos. A associação dos cimentos resinosos com os adesivos dentinários, tem tido uma crescente aceitação na Odontologia Restauradora Estética. Esta associação veio favorecer tanto a retenção das restaurações indiretas (Michellini et al<sup>90</sup>, 1995) como a resistência da estrutura dental (Burke & Watts<sup>22</sup>, 1998).

O cimento deve reunir o maior número de requisitos possíveis para o seu melhor desempenho, principalmente em relação às propriedades físico-químicas. A escolha de um cimento inadequado pode levar ao fracasso de todo procedimento restaurador (Vieira<sup>154</sup>, 1976; Christensen<sup>31</sup>, 1993; Dental Advisor<sup>34</sup>, 1988; Dental Advisor<sup>36</sup>, 1993; Dental Advisor<sup>38</sup>, 2000).

A padronização e o correto emprego da técnica de cimentação, são fatores de grande importância, quando os cimentos resinosos são comparados nas pesquisas clínicas e laboratoriais. Teoricamente, os cimentos resinosos adesivos, são preferidos como agentes de cimentação, pois são insolúveis aos fluidos orais e produzem uma força de união muito alta em esmalte e dentina (Powers et al<sup>118</sup>, 1986; Wada<sup>155</sup>, 1986; White<sup>157</sup>, 1993; Van Noort<sup>151</sup>, 1994; Galan Junior<sup>55</sup>, 1999; Dental Advisor<sup>38</sup>, 2000)

White<sup>157</sup>, 1993, Kitasako et al<sup>78</sup>, 1995, atestaram a efetividade dos cimentos resinosos, mas salientaram a maior dificuldade no seu emprego, pois a necessidade de sua associação aos adesivos dentinários para união ao tecido dental, podem causar interferências durante a cimentação. Os cimentos resinosos do atual trabalho, Panavia F e Enforce, ambos de presa dual, são de fácil manipulação, apresentando-se em kits completos, bem elaborados e com aplicações variadas.

Encontramos na literatura muitos trabalhos que se utilizaram da termociclagem visando simular as condições da boca, e facilitando a demonstração do desempenho clínico e do envelhecimento dos materiais (Nakabayashi et al <sup>96</sup> 1982; Saunders <sup>131</sup>, 1988; Matsumura et al <sup>86</sup>, 1997; Bouschlicher et al <sup>10</sup>, 1999). Diante disso achamos sensato usar esta metodologia com duas diferentes temperaturas.

O tipo de teste empregado para verificar a resistência adesiva dos materiais, foi o de cisalhamento, pois de acordo com Fowler et al <sup>53</sup>, 1992, esta modalidade de teste mecânico, apresentava bom desempenho nos estudos de resistência de união entre os materiais adesivos e o substrato dental (Eick et al <sup>51</sup>, 1993; Chan et al <sup>28</sup>, 1997).

Os resultados estatísticos aos testes de resistência ao cisalhamento não foram significantes, neste trabalho, apenas sugeriram uma leve e positiva diferença para o Panavia F sobre o Enforce, como mostra a figura 22. Awliya et al <sup>4</sup>, 1996, usando o Enforce e o Panavia 21, obtiveram resultados semelhantes aos obtidos na atual pesquisa.

No presente trabalho, os melhores resultados quanto ao material restaurador estético nos testes de resistência ao cisalhamento, foi dos cilindros de IPS Empress 2, figuras 21 e 25, quando tratados com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, figuras 24 e 28, cimentados com Panavia F, figuras 22 e 26, após 30 dias de armazenagem dos corpos-de-prova em água a 37°C, pois os resultados estatísticos mostraram que a variável tempo de armazenagem dos corpos-de-prova, influenciou a resistência ao cisalhamento após 30 dias de armazenagem, em comparação com as primeiras 24 horas, mostrando uma ligeira melhora da resistência adesiva com o tempo mais longo (figuras 23 e 27).

Concordamos com Burke & Watts<sup>22</sup>, 1998, que citam a necessidade de mais estudos sobre a interação dos componentes da cimentação, apesar da expectativa do bom desempenho destes cimentos

com as resinas compostas e porcelanas, como visto por Reinhardt et al <sup>121</sup>, 1994; Milleding et al <sup>91</sup>, 1995; Touati & Aidan <sup>145</sup>, 1997; Groten & Probst <sup>61</sup>, 1997; Burke & Watts <sup>22</sup>, 1998)

Quanto ao tratamento das superfícies com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, para o tratamento dos materiais restauradores estéticos, assim como sobre sua união à estrutura dentinária por meio dos cimentos resinosos, pouco se conhece a respeito, visto que, apenas alguns trabalhos semelhantes foram encontrados na literatura (Kupiec et al <sup>79</sup>, 1996; Braga et al <sup>16</sup>, 1999; Huhtala <sup>69</sup>, 1999; Pires & Pires <sup>116</sup>, 2000). Os testes de resistência ao cisalhamento conduziram o estudo e o desenvolvimento desta pesquisa. Avaliações disponíveis dos materiais estéticos tratados e cimentos usados, mais a interação entre eles, ainda não foram suficientemente estudados, mas esta tese mostrou uma grande diferença do IPS Empress 2 quando as superfícies dos cilindros foram adequadamente tratadas, como citado anteriormente, cimentados com Panavia F e armazenados por 30 dias, em água a 37° C, ficando evidente a importância deste tipo de tratamento no IPS Empress 2 (figura 29).

## 7. CONCLUSÃO

---

A metodologia empregada nos permitiu concluir que:

- 1) o material restaurador estético que forneceu melhores resultados aos testes de resistência ao cisalhamento, foi o IPS Empress 2;
- 2) o tratamento da superfície, aumentou significativamente os valores da resistência adesiva ao cisalhamento;
- 3) não houve significância estatística nos resultados sobre o comportamento dos cimentos Enforce e Panavia F;
- 4) o armazenamento dos corpos-de-prova por trinta dias a 37°C aumentou a resistência adesiva ao cisalhamento, quando comparado aos armazenados por 24 horas;
- 5) os melhores resultados aos testes de resistência ao cisalhamento, foram dos cilindros de IPS Empress 2, quando tratados com jato de óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silano, cimentados com Panavia F e estocados em água à 37°C durante trinta dias.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

- 1 ANUSAVICE, K.J. **Phillip's science of dental materials**. 10.ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1996. p.13-31, 555-81.
- 2 ARAÚJO, M.A.M.; BOTTINO, M.A. Como melhor explorar os adesivos dentinários nos procedimentos restauradores. In: GONÇALVES, E.A.N. & FELLER, C. **Atualização na clínica odontológica**. São Paulo: Artes Médicas, 1998, cap.3, p.61-81.
- 3 ASMUSSEN, E.; MUNKSGAARD, E.C. Bonding of restorative resins to dentine promoted by aqueous mixtures of aldehydes and active monomers. **Int Dent J**, v.35, n. 2, p.160-5, Jun. 1985.
- 4 AWLIYA, W. et al. Bond strength of four resin cements to an alumina core. **J Dent Res**, v.75, sp. iss p.378, 1996. (Abstract 2885).
- 5 BASTOS, P.A.M. Ética e cosmética. **Assoc Bras Odontol Nac**, v. 9, n. 46, p. 6, 1997.
- 6 BASTOS, P.A.M. et al. Effect of etch duration on the shear bond strength of a microfill composite resin to enamel. **Amer J of Dent**, v.1, n.4, p.151-7, 1989.

---

\* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. Referências bibliográficas NBR6023. Rio de Janeiro, 2000. 22p.

- 7 BERNAL, G. et al. The effect of finish line form and luting agent on the breaking strength of dicor crowns. **Int J Prosthodont**, v.6, n.3, p.286-90, May 1993.
- 8 BLAIR, G.A.S. Adhesives. **Dent Pract.**, v.17, n.10, p.359-62, June 1967.
- 9 BOTTINO, M.A. et al. **Estética em reabilitação oral: metal free**. São Paulo: Artes Médicas, 2001. 496p.
- 10 BOUSCHLICHER, M.R. et al. Effect of two abrasive systems on resin bonding to laboratory-processed indirect resin composite restorations. **J Esthet Dent**, v.11, n.4, p.185-96, 1999.
- 11 BOWEN, R.L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **J Am Dent Assoc**, v.66, n.1, p.57-69, Jan. 1963.
- 12 BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. V. The effect of a surface active comonomer on adhesion to diverse substrates. **J Dent Res**, v.44, n.5, p.1369-73, 1965.
- 13 BOWEN, R.L.; COBB, E.N.; RAPSON, J.E. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues: improvement in bond strength to dentin. **J Dent Res**, v.61, n.9, p.1070-6, Nov./Dec. 1982.
- 14 BRAGA, R.R. **Resistência inicial ao cisalhamento de colagens envolvendo porcelana e dentina medidas por cimentos resinosos de dupla ativação**. 1995. 44f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de Concentração em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. São Paulo.

- 15 BRAGA, R.R. **Influência do tempo e do sistema adesivo sobre a resistência da união entre porcelana feldspática e dentina bovina.** 1999. 152 f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de Concentração em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- 16 BRAGA, R.R.; BALLESTER, R.Y.; CARRILHO, M.R. Pilot study on the early shear strength of porcelain-dentin bonding using dual-cure cements. **J Prosthet Dent**, v.81, n.3, p.285-9, Mar. 1999.
- 17 BRÄNNSTRÖN, M. Smear layer: pathological and treatment considerations. **Oper Dent**, v.9, supp. 3, p.35-42, 1984.
- 18 BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, v.34, n.6, p.849-53, Dec. 1955.
- 19 BUONOCORE, M.G. **The use of adhesives in dentistry.** Springfield: Charles C. Thomas. Publisher, 1975. 450 p.
- 20 BUONOCORE, M.G.; QUIGLEY, J. Bonding of a synthetic resin material to human dentin: preliminary histological study of the bond area. **J Am Dent Assoc**, v.57, n.12, p.807-11, Dec. 1958.
- 21 BUONOCORE, M.G.; WILEMAN, W.; BRUDEVORLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. **J Dent Res**, v.35, n.6, p.846-51, Dec. 1956.

- 22 BURKE, F.J.T.; WATTS, D.C. Effect of differing resin luting systems on fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. **Quintessence Int**, v.29, n.1, p.21-7, 1998.
- 23 BURROW, M.F. et al. The influence of age and depth of dentin on bonding. **Dent Mater**, v.10, n.4, p.241-6, July 1994.
- 24 CARVALHO, R.M. Adesivos dentinários: fundamentos para aplicação clínica. **Rev Dent Rest**, v.1, n.2, p.62-96, maio/abr. 1998.
- 25 CAUSTON, B.E.; JOHNSON, N.W. Changes in the dentine of human teeth following extraction and their implication for *in vitro* studies of adhesion to tooth substance. **Archs Oral Biol**, v.24, n. , p.229-32, 1979.
- 26 CAVEL, W.T. et al. A pilot study of the clinical evaluation of castable ceramic inlays and a dual-cure resin cement. **Quintessence Int**, v.19, n.4, p.257-62, Apr. 1988.
- 27 CHADWICK, R.G.; MASON, A.G.; SHARP, W. Attempted evaluation of three porcelain repair system - what are we really testing? **J Oral Rehabil**, v.25, n. 8, p.610-5, Aug. 1998.
- 28 CHAN, A.R. et al. A short and long-term shear bond strength study using acids of varying dilutions on bovine dentine. **J Dent**, v.25, n.2, p.145-52, 1997.

- 29 CHEN, J.H.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. **Oper Dent**, v.23, n. 5, p.250-7, Sep/Oct. 1998.
- 30 CHRISTENSEN, G. Bonding ceramic or metal crowns with resin cement. **Clin Res Assoc**, v.16, n.1, p.1-2, Jan. 1992. (Newsletter).
- 31 CHRISTENSEN, G. Resin cements. **Clin Res Assoc**, v.17, n. 5, p.1-2, May 1993. (Newsletter).
- 32 CHRISTENSEN, G. The rise of resin for cementing restorations. **J Am Dent Assoc**, v.124, n.10, p.104-5, Oct. 1993.
- 33 DAWSON, P.E. **Avaliação, diagnóstico e tratamento dos problemas oclusais**. Trad. J. Santos Júnior, W. Steagall. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1980. p.11-17
- 34 DENTAL ADVISOR. Resin cements. Ann Arbor. v.5, n.1, p.1-8, mar. 1988.
- 35 DENTAL ADVISOR. All-ceramic restorations. Ann Arbor. v.6, n.3, p.1-8, Sept. 1989.
- 36 DENTAL ADVISOR. Dental cements. Ann Arbor. v.10, n.4, p.1-8, Dec. 1993.
- 37 DENTAL ADVISOR. Resinas compostas de laboratório. Bauru. v.6, n.4, p.1-5, maio 1999.

- 38 DENTAL ADVISOR. Cimentos resinosos estéticos. Bauru. v.7, n.4, p.1-4, maio 2000.
- 39 DIAZ-ARNOLD, A.M.; WILLIAMS, V.D.; AQUILINO, S.A. A review of dentinal bonding in vitro: the substrate. **Oper Dent**, v.15, n.2, p.71-5, 1990.
- 40 DIETSCHI, D.; SPREAFICO, R. **Adhesive metal-free restorations: current concepts for the esthetic treatment of posterior teeth**. Chicago: Quintessence, 1997. 215 p.
- 41 DIETSCHI, D.; MAGNE, P.; HOLZ, J. Recent trends in esthetic restorations for posterior teeth. **Quintessence Int**, v.25, n.10, p.659-77, 1994.
- 42 DIXON, D.L.; BREEDING, L.C. Shear bond strengths of a two-paste system resin luting agent used to bond alloy to enamel. **J Prosthet Dent**, v.78., n.2, p.132-5, Aug. 1997.
- 43 DONOVAN, T.E.; CHEE, W.W.L. Conservative indirect restorations for posterior teeth. **Dent Clin North Am**, v.37, n.3, p.433-43, July 1993.
- 44 DONOVAN, T.E.; KAHN, R.L. Restorative options for posterior teeth. **Calif Dent Assoc J**, v.18, n.1, p.39-44, Jan. 1990.
- 45 DRUMMOND, J.L.; KHALAF, M.A. Shear strength and filler particle characterization of Maryland (acid etch) bridge resin cements. **Dent Mater**, v.5, n.5, p.209-12, May 1989.

- 46 EDELHOFF, D. et al. Estructuras de puentes y coronas de cerâmica injectada de alta resistência. **Quintessenz**, v.50, n.2, p.177-89, 1999.
- 47 EDUARDO, C.P.; SANTOS, F.A.M.; MORIMOTO, S. Incrustações em porcelana: preparo, indicações e contra-indicações. In: GONÇALVES, E.A.N. & FELLER, C. **Atualização na clínica odontológica**. São Paulo: Artes Médicas, 1998, cap. 23, p.575-604.
- 48 EDUARDO, C.P; SOARES, S.G.; KYAN, V.H. Restaurações estéticas indiretas em porcelana. In: FELLER, C. & GORAB R. **Atualização na clínica odontológica**, São Paulo. Artes Médicas, 2000, cap. 2, p.28-54.
- 49 EICK, J.D. et al. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. **J Dent Res**, v.49, n.6, p.1359-68, Nov/Dec. 1970.
- 50 EICK, J.D. et al. Surface topography: its influence on wetting and adhesion in a dental adhesive system. **J Dent Res**, v.51, n.3, p.780-8, May/June. 1972.
- 51 EICK, J.D. et al. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion Part III. **Quintessence Int.**, v.24, n.8, p.571-82, Aug. 1993.
- 52 FAHL JUNIOR, N.; CASELLINI, R.C. Tecnología FRC/Cerómero: el futuro de la odontología estética adhesiva biofuncional. **Signature Int**, v.3, n.2, p.5-11,1997.
- 53 FOWLER, C.S. et al. Influence of selected variables on adhesion testing. **Dent Mater**, v.8, n.4, p.265-9, July 1992.

- 54 FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J Dent Res**, v.58, n.4, p.1364-70, Apr. 1979.
- 55 GALAN JÚNIOR, J. **Materiais dentários: o essencial para o estudante e o clínico geral**. São Paulo: Ed. Santos, 1999. 160 p.
- 56 GARBER, D.A.; GOLDSTEIN, R.E. **Inlays e onlays de porcelana e resina composta: restaurações estéticas em dentes posteriores**. Trad. S. Monteiro Júnior, L.N. Baratieri. São Paulo: Quintessence, 1996. 159 p.
- 57 GARONE NETTO, N.; BURGER, R.C. **Inlay e onlay. Metálica e estética**. São Paulo: Ed. Santos, Quintessence, 1998. 277p.
- 58 GILLIS, I.; REDLICH, M. The effect of different porcelain conditioning techniques on shear bond strength of stainless steel brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.114, n.4, p.387-92, Oct. 1998.
- 59 GOLDSTEIN, R.E. **A estética em odontologia**. Trad. M.L. Giannini. 2.ed. São Paulo: Ed. Santos, 2000. 470 p.
- 60 GOODIS, H.E. et al. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. **Dent Mater**, v.9, n.2., p.79-84, Mar. 1993.
- 61 GROTEN, M.; PRÖBSTER, L. The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. **Int J Prosthodont**, v.10, n.2, p.169-77, 1997.
- 62 GWINNETT, A.J. Smear layer: morphological considerations. **Oper Dent**, v.9, suppl. 3, p.3-12, 1984.

- 63 GWINNETT, A.J. A new method to test the cohesive strenght of dentin. **Quintessence Int.**, v.25, n.3, p.215-8, Mar. 1994.
- 64 GWINNETT, A.J.; BUONOCORE, M.G. Adhesives and caries prevention. **Brit Dent J**, v.119, n.2, p.77-80, July 1965.
- 65 GWINNETT, A.J.; BUONOCORE, M.G. A scanning electron microscope study of pit and fissure surfaces conditioned for adhesive sealing. **Arch Oral Biol**, v.17, n.3, p.415-23, Mar. 1972.
- 66 GWINNETT, A.J.; MATSUI, A. A Study of enamel adhesives: the physical relationship between enamel and adhesive. **Arch Oral Biol**, v.12, n.12, p.1615-20, Dec. 1967.
- 67 HEINTZE, S.D. Bridges made of all-ceramic materials (IPS Empress 2): indications, clinical aspects, prognosis. **Ivoclar - Vivadent Report**, Liechtenstein, n.12., p.11-31, dez. 1998.
- 68 HÖLAND, W. Materials science fundamentals of the IPS Empress 2 glass-ceramic. **Ivoclar - Vivadent Report**, Liechtenstein, n.12, p.3-10, dez. 1998.
- 69 HUHTALA, M.F.R.L. **Avaliação laboratorial da resistência ao cisalhamento de discos de porcelana e de um polímero de vidro cimentados à dentina bovina com o emprego de cimentos adesivos.** 1999. 216f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

- 70 HUMMEL, S.K. et al. Surface treatment of indirect resin composite surfaces before cementation. **J Prosthet Dent**, v.77, n.6, p.568-72, 1997.
- 71 IVOCLAR. **IPS Empress 2**: instruções de uso. Liechtenstein: Ivoclar - Vivadent, 1998. 41p.
- 72 IVOCLAR. **Targis-Vectris**: documentação científica. Liechtenstein: Ivoclar - Vivadent, 1998. 38p. (Investigación y Desarrollo Servicio Científico, Septiembre de 1998)
- 73 IVOCLAR. **IPS Empress 2**: documentação científica. Liechtenstein: Ivoclar - Vivadent, 1999. 34p. (Investigación y Desarrollo Servicio Científico, January de 1999).
- 74 JARDEL, V. et al. Surface energy of etched ceramic. **Int J Prosthodont**, v.12, n.5, p.415-8, 1999.
- 75 JONES, D.W. Desenvolvimento da cerâmica odontológica: uma perspectiva histórica. In: **Cerâmicas: clínicas odontológicas da América do Norte**. Trad. J. Ramos, C. Kimura. São Paulo: Roca, 1988. p. 1-26.
- 76 KAMADA, K.; YOSHIDA, K.; ATSUTA, M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. **J Prosthet Dent**, v.79, n.5, p.508-13, 1998.
- 77 KELLY, J.R.; NISHIMURA, I.; CAMPBELL, S.D. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. **J Prosthet Dent**, v.75, n.1, p.18-32, 1996.

- 78 KITASAKO, Y. et al. Shear and tensile bond testing for resin cement evaluation. **Dent Mater**, v.11, n.5, p.298-304, Sept. 1995.
- 79 KUPIEC, K.A. et al. Evaluation of porcelain surface treatments and agents for composite-to-porcelain repair. **J Prosthet Dent**, v.76, n.2, p.119-24, Aug. 1996.
- 80 LATTA, M.A.; BARKMEIER, W.W. Bond strength of a resin cement to a cured composite inlay material. **J Prosthet Dent**, v.72, n.2, p.189-93, Aug. 1994.
- 81 LEE, H.; ORLOWSKI, J. **Compostos adesivos dentários para restaurações: uma monografia sobre suas teorias e aplicações clínicas.** South El Monte: Lee Pharmaceuticas, 1974. [64p]. (Apostila).
- 82 LEINFELDER, K.F. A conservative approach to placing posterior composite resin restorations. **J Am Dent Assoc**, v.127, n.6, p.743-8, June 1996.
- 83 LEINFELDER, K.F. New developments in resin restorative systems. **J Am Dent Assoc**, v.128, n.5, p.573-81, May 1997.
- 84 LU, R. et al. An investigation of the composite resin/porcelain interface. **Aust Dent J**, v.37, n.1, p.12-9, Feb. 1992.
- 85 MARSHALL, G.W. et al. Atomic force microscopy of conditioning agents on dentin. **J Biomed Mater Res**, v.29, n. 11 , p.1381-7, 1995.

- 86 MATSUMURA, I.T.; KATO, H.; ATSUTA, M. Shear bond strength to feldspathic porcelain of two luting cements in combination with three surface treatments. **J Prosthet Dent**, v.78, n.5, p.511-17, Nov. 1997.
- 87 MAURO, S.J. **Estudo da resistência de união ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos à dentina. Efeito do condicionamento dentinário e concentrações ácidas.** 1995. 171f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de Concentração em Dentística) - Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista. Araraquara.
- 88 MAURO, S.J. Condicionamento ácido da dentina é importante para aumentar a resistência de união dos materiais restauradores? **Rev Assoc Paul Cirug Dent**, v.51, n.4, p.379-82, jul./ago. 1997.
- 89 MIARA, P. Les inlays-onlays composites. **Rev D'Odont Stom Hors Serie**, p.43-53, 1999.
- 90 MICHELINI, F.S. et al. Tensile bond strength of gold and porcelain inlays to extracted teeth using three cements. **Int J Prosthodont**, v.8, n.4, p.324-31, 1995.
- 91 MILLEDING, P.; ÖRTENGREN, U.; KARLSSON, S. Ceramic inlay systems: some clinical aspects. **J Oral Rehabil**, v.22, n.8, p.571-80, 1995.
- 92 MITCHEM, J.C.; GRONAS, D.G. Effects of time after extraction and depth of dentin on resin dentin adhesives. **J Am Dent Assoc**, v.113, n.8, p.285-7, Aug. 1986.

- 93 MORIKAWA, T.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Bonding of a mica-based castable ceramic material with a tri-n-butylborane-initiated adhesive resin. **J Oral Rehabil**, v.23, n.7, p.450-5, July 1996.
- 94 NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. **Hibridização dos tecidos dentais duros**. Trad. L.N. Baratieri, S. Monteiro Junior. São Paulo: Quintessence, 2000. 129p.
- 95 NAKABAYASHI, N.; ASHIZAWA, M.; NAKAMURA, M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. **Quintessence Int**, v.23, n.2, p.135-41, 1992.
- 96 NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, v.16, n.3, p.265-73, May 1982.
- 97 NAKABAYASHI, N.; NAKAMURA, M.; YASUDA, N. Hybrid layer as a dentin bonding mechanism. **J Esthet Dent**, v.3, n.4, p.133-8, July/Aug 1991.
- 98 NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J Dent Res**, v.62, n.10, p.1076-81, Oct. 1983.
- 99 NICHOLLS, J. Tensile bond of resin cements to porcelain veneers. **J Prosthet Dent**, v.60, n.4, p.443-7, Oct. 1988.

- 100 NIKAIDO, T. et al. Bond strengths of resin to enamel and dentin treated with low-pressure air abrasion. **Oper Dent**, v.21, n.5, p.218-24, Sept./Oct.1996.
- 101 OMURA, J. et al. Adhesive and mechanical properties of a new dental adhesive. **J Dent Res**, v.63, sp. iss, p.233, 1984 (Abstracts 561).
- 102 OSÓRIO, A.B. et al. Efeito de tratamentos superficiais na porcelana sobre a resistência de união ao dente. **Pesq Odontol Bras**, v.14, supl. p.38, 2000. (Resumo N 1213).(Apresentado à 17 Reunião Anual SBPqO. Águas de Lindóia, 2000).
- 103 OZDEN, A.N.; AKALTAN, F.; CAN, G. Effect of surface treatments of porcelain on the shear bond strength of applied dual-cured cements. **J Prosthet Dent**, v.72, n.1, p.85-8, July 1994.
- 104 PAES JUNIOR, T.J.A. et al. Condicionamento da superfície de materiais restauradores indiretos: análise comparativa em MEV. **Pesq Odontol Bras**, v.14, supl. p.38, 2000. (Resumo B 109).(Apresentado à 17 Reunião Anual SBPqO. Águas de Lindóia, 2000).
- 105 PAGANI, C. **Resistência da união resinas/NiCr, usadas em prótese adesiva, em função do ataque eletrolítico, pérolas acrílicas, vidro moído e punção por agulhas**. 1988. 81f. Tese (Doutorado em Clínicas Odontológicas, Área de Concentração Clínicas Odontológicas) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- 106 PASHLEY, D.H. Smear layer: physiological considerations. **Oper Dent**, v.9, suppl. 3, p.13-29, 1984.

- 107 PASHLEY, D.H. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. **Oper Dent**, v.17, n.6, p.229-42, 1992.
- 108 PASHLEY, D.H. et al. Permeability of dentin to adhesive agents. **Quintessence Int**, v.24, n.9, p.618-31, 1993.
- 109 PASHLEY, D.H. et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent Mater**, v.11, n.2, p.117-25, Mar. 1995.
- 110 PASHLEY, E.L. et al. Bond strengths to superficial, intermediate and deep dentin in vivo with four dentin bonding systems. **Dent Mater**, v.9, n.1, p.19-22, Jan. 1993.
- 111 PATIERNO, J.M. et al. Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. **Endod Dent Traumatol**, v.12, n.5, p.227-36, 1996.
- 112 PENNA, P.P.; UEMURA, E.S.; HUHTALA, M.F.R.L. Resistência ao cisalhamento de dois materiais para recontornamento de cíngulo. **Pesq Odontol Bras**, v.14, supl. p.38, 2000. (Resumo 1092).(Apresentado à 17 Reunião Anual SBPqO. Águas de Lindóia, 2000).
- 113 PERDIGÃO, J. et al. Morphological field emission SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. **Dent Mater**, v.12, n. 4, p.262-71, July 1996.
- 114 PICARD, B.; JARDEL, V.; TIRLET, G. Adhesion a la ceramique: la fiabilité **Rev Odont Stom Hors Serie**, v.24, n.4, p.317-35, 1995.

- 115 PINHEIRO, R.F.; SILVA E SOUZA JUNIOR, M.H.; CREPALDI, D. Avaliação da resistência adesiva de porcelana fixada à dentina com três cimentos resinosos de dupla polimerização. **J Bras Clín Estet Odontol**, v.4, n.24, p.52-56, nov./dez. 2000.
- 116 PIRES, M.; PIRES, L.A.G. Avaliação da micromorfologia de Empress II condicionada por diferentes métodos e por diferentes tempos. **Pesq Odontol Bras**, v.14, supl. p.38, 2000. (Resumo B059).(Apresentado à 17 Reunião Anual SBPqO. Águas de Lindóia, 2000).
- 117 PLASMANS, P.J.J.M. et al. Air humidity: a detrimental factor in dentine adhesion. **J Dent**, v.21, n. 4, p.228-33, Aug. 1993.
- 118 POWERS, J.M.; WATANABE, F.; LOREY, R.E. In vitro evaluation of prosthodontic adhesives. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON ADHESIVE PROSTHODONTICS, 1986, Holanda. **Proceedings...** Nijmegen: Eurosound Drukkerij, s.d. p.33-7.
- 119 QUALTROUGH, A.J.E.; WILSON, N.H.F.; SMITH, G.A. The porcelain inlay: a historical view. **Oper Dent**, v.15, n. 2, p.61-70, Mar/Apr. 1990.
- 120 QUALTROUGH, A.J.E. et al. An in vitro evaluation of the marginal integrity of a porcelain inlay system. **Int J Prosthodont**, v.4, n.6, p.517-23, 1991.
- 121 REINHARDT, J.W.; BOYER, D.B.; STEPHENS, N.H. Effects of secondary curing on indirect posterior composite resin. **Oper Dent**, v.19, n. 6, p.217-20, Nov/Dec. 1994.

- 122 RETIEF, D.H. Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. **J Dent Res**, v.52, n.2, p.333-41, Mar./Apr. 1973.
- 123 RETIEF, D.H. et al. In vitro investigation and evaluation of dentin bonding agents. **Am J Dent**, v.1, sp. Iss. p.176-83, Sept. 1988.(Apresentado à Symposium on Dentin Bonding Rolling Meadal's, 1998).
- 124 RETIEF, D.H. et al. Extracted human versus bovine teeth in laboratory studies. **Am J Dent**, v.3, n.6, p.253-8, Dec. 1990.
- 125 ROULET, J.F., HERDER, S. **Bonded ceramic inlay**. Chicago: Quintessence, 1991. 102 p.
- 126 ROULET, J.F.; LÖSCHE, G.M.; NOACK, M. Inlays and onlays. **Curr Opin Cosmetic Dent**, v.3, p.41-54, 1993.
- 127 RUBO, J.H.; PEGORARO, L.F. Tensile bond strength of a composite resin cement for bonded prosthesis to various dental alloys. **J Prosthet Dent**, v.74, n.3, p.230-4, Sept. 1995.
- 128 RUFFENACHT, C.R. **Fundamentals of esthetics**. Chicago: Quintessence, 1990. 375 p.
- 129 SANO, H. et al. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. **J Dent Res**, v.73, n.6, p.1205-11, June 1994.

- 130 SARFATI, E.; HARTER, J.C.; RADIGUET, J. Etude comparative des restaurations postérieures cosmétiques. **Rev. Odontol Stom Hors Serie**, v.24, n.5, p.393-404, 1995.
- 131 SAUNDERS, W.P. The shear impact retentive strenghs of four dentine bonding agents to human and bovine dentine. **J Dent**, v.16, n.5, p.223-38, 1988.
- 132 SCHILKE, R. et al. Bovine dentin as a substitute for human dentin in shear bond strength measurements. **Am J Dent**, v.12, n.2, p.92-6, Apr. 1999.
- 133 SHIH, D.Y.Y. et al. Influência do adesivo e do cimento resinoso na resistência de união porcelana/dentina bovina. **Pesq Odontol Bras**, v.14, supl. p.38, 2000. (Resumo 1057).(Apresentado à 17 Reunião Anual SBPqO. Águas de Lindóia, 2000).
- 134 SILVA, C.M. et al. Shear bond strength of an adhesive system in human, bovine and swinish teeth. **J Dent Res**, v.75, sp. Iss. p.393, 1996. (Abstract 3005).
- 135 SIMONETTI, F.L. Sistema Targis-Vectris: aspectos estruturais e clínicos. **Guia de compras Dental Gaucho**, n.1, p.1-5, jul./dez. 1997.
- 136 SOUZA, A.E. et al. Efeito do jato de óxido de alumínio na resistência ao cisalhamento. **Pesq Odontol Bras**, v.14, supl. p.38, 2000. (Resumo 1263).(Apresentado à 17 Reunião Anual SBPqO. Águas de Lindóia, 2000).

- 137 SULIMAN, A. A.; SWIFT JUNIOR, E.J.; PERDIGAO, J. Effects of surface treatment and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. **J Prosthet Dent**, v.70, n.2, p.118-20, Aug. 1993.
- 138 SWIFT JUNIOR, E.J.; PERDIGÃO, J.; HEYMANN, H.O. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. **Quintessence Int**, v.26, n.2, p.95-110, 1995.
- 139 TAKEMORI, T. et al. Factors affecting tensile bond strength of composite to dentin. **Dent Mater**, v.9, n. 2, p.136-8, Mar. 1993.
- 140 TANAKA, T. et al. 4-META opaque resin – a new resin strongly adhesive to nickel-chromium alloy. **J Dent Res**, v.60, n.9, p.1697-706, Sept. 1981.
- 141 TAO, L.; PASHLEY, D.H. Shear bond strengths to dentin: effects of surface treatments, depth and position. **Dent Mater**, v.4, n.6, p.371-8, 1988.
- 142 TONAMI, K. et al. Effect of storage on tensile strength of bovine dentin. **J Dent Res**, v.75, sp. Iss. p.288, 1996. (Abstract 2161).
- 143 TORRES, C.R.G. et al. Contatos proximais em restaurações de resina composta: avaliação de técnicas e materiais. **Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos**, v.3, n.2, p.69-80, jul./dez. 2000.
- 144 TOUATI, B. The evolution of aesthetic restorative materials for inlays e onlays: A review. **Int Aesthet Chronicle**, v.8, n.7, p.657-67, 1996.

- 145 TOUATI, B.; AIDAN, N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. **J Esthet Dent**, v.9, n.3, p.108-18, 1997.
- 146 TOUATI, B.; MIARA, P. Um nuevo sistema cerómero para restauraciones inlay/onlay. **Signature Int**, v.3, n.1, p.7-11, 1998.
- 147 TOUATI, B.; MIARA, P.; NATHANSON, D. Desenvolvimento e mecanismo dos procedimentos adesivos dentais. In: **Odontologia estética e restaurações cerâmicas**. São Paulo: Ed. Santos, 1999. 330 p.
- 148 UEMURA, E.S. **Estudo comparativo "in vitro" da resistência ao cisalhamento de discos metálicos de níquel-cromo com ou sem tratamento de superfície, unidos à dentina bovina com quatro cimentos**. 1999. 136f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.
- 149 UNO, S.; HOWARD, S.; FINGER, W.J. Adhesive bonding of porcelain laminate veneers. **J Esthet Dent**, v.9, n.1, p.35-43, 1997.
- 150 VAN MEERBEEK, B. et al. Marginal adaptation a four tooth coloured inlay systems in vivo. **J Dent**, v.20, n.1, p.18-26, 1992.
- 151 VAN NOORT, R. **Introduction to dental material**. London: Mosby, 1994. 236p.

- 152 VAN NOORT, T. et al. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. **J Dent Res**, v.70, n.5, p.889-93, May 1991.
- 153 VERSLUIS, A.; TANTBIROJN, D.; DOUGLAS, W.H. Why do shear bond tests pull out dentin? **J Dent Res**, v.76, n.6, p.1298-307, June 1997.
- 154 VIEIRA, D. F. **Cimentação: incrustações, coroas e próteses fixas**. São Paulo: Sarvier, 1976. 91p.
- 155 WADA, T. Development of a new adhesive material and its properties. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADHESIVE PROSTHODONTICS, 1986, Holanda. **Proceedings...Nijmegen: Eurosound Dukkerij, s.d. p.9-19.**
- 156 WENDT JUNIOR., S.L. The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three composite resins. I. Diametral tensile strength compressive strength and marginal dimensional stability. **Quintessence Int**, v.18, n.4, p.265-71, Apr. 1987.
- 157 WHITE, S.N. Adhesive cements and cementation. **J Calif Dent Assoc**, v.21, n.6, p.30-7, June 1993.
- 158 WILLIAMS, V.D.; SVARE, C.W. Duration of tooth storage vs potencial for adhesive bonding. **J Dent Res**, v.63, sp. iss. p.179, 1984. (Abstract 81).
- 159 WILSON, A.D. et al. Experimental luting agents based on the glass ionomer cements. **Br Dent J**, v.142, n. 4, p.117-27, Feb.1977.

- 160 YAMAGUCHI,R.; POWERS, J.M.; DENNISON, J.B. Parameters affecting in vitro bond strength of composites to enamel and dentin. **Dent Mater**, v.5, n.3, p.153-6, May 1989.
- 161 YATANI, H. et al. Etched-porcelain resin-bonded onlay technique for posterior teeth. **J Esthet Dent**, v.10, n.6, p. 325-32, 1998.
- 162 YEN, T.; BLACKMAN, R.B.; BAEZ, R.J. Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable glass ceramic. **J Prosthet Dent**, v.70, n.3, p.224-33, Sept. 1993.
- 163 ZYMAN, P.; AIDAN, N. Les principaux systemes composites de laboratoire. Caractéristiques et applications cliniques. **Rev D'Odont Stom Hors Serie**, p.21-32, 1999.

## ABSTRACT

---

PAGANI, C. Evaluation *in vitro* of the shear bond strenght at the interface bovine dentine and adhesive luting cements and aesthetics restorative materials treated with microetching with aluminium oxide, fluoridric acid and silane. 2001. Thesis (Livre-Docência em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

### **ABSTRACT**

*The purpose of this study was to evaluate in vitro the shear bond strenght to bovine dentin, during 24h and 30 days with the following variables: resin cements Enforce and Panavia F; aesthetics restorative materials Art Glass, IPS Empress 2 and Targis, with surface treatment with microetching with aluminium oxide, fluoridric acid and silane. Two hundred eighty eight sound bovine teeth from 3 years old animals constituted the samples after inclusion on polyester resin box. Instron model 430 Universal Testing Machine, a crosshead speed 0,5mm/min and load cells of 500 Kg, was used for shear bond strenght testing (MPa). The results were statistically analysed by ANOVA. The best result was obtained with IPS Empress 2, microetched with aluminium oxide, fluoridric acid and silane, cemented with Panavia F and stored in distilled water, 37°C during 30 days.*

*Key-Words: Cementation; shear bond strenght; adhesive luting cements; porcelain and glass polymer.*

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho

São José dos Campos, março de 2000.

CLÓVIS PAGANI