

**EURÍPEDES KAIZO ARIKI**

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS RESINOSOS,  
AO CISALHAMENTO, VARIANDO O SUBSTRATO E  
O MATERIAL RESTAURADOR**



**2009**

**EURÍPEDES KAIZO ARIKI**

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS RESINOSOS,  
AO CISALHAMENTO, VARIANDO O SUBSTRATO E  
O MATERIAL RESTAURADOR**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli

São José dos Campos

2009

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:  
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para  
Normalização de Trabalhos Acadêmicos da FOSJC. São José dos  
Campos: FOSJC/UNESP; 2008

A42r Ariki, Eurípedes Kaizo.

Resistência de união de cimentos resinosos, ao cisalhamento, variando o substrato e o material restaurador / Eurípedes Kaizo Ariki.\_\_\_\_ São José dos Campos : [s.n.], 2009.

131f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, 2009.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli.

1. Cimentos dentários. 2. Resistência ao cisalhamento. 3. Materiais dentários. I. Pavanelli, Carlos Augusto. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos. III. Título

tD15

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da  
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 19 de Julho de 2009.

Assinatura :

E-mail: kaizoariki@gmail.com

## **BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli** (Orientador)

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

Universidade Estadual Paulista - UNESP

**Prof. Dr. Eduardo Galera da Silva**

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

Universidade Estadual Paulista - UNESP

**Prof. Dr. Marco Antonio Meloncini**

Coordenador e docente do curso de Especialização em Prótese Dentária

Santo André - APCD

São José dos Campos, 17 de julho de 2009.

*O Homem de sucesso é o que viveu bem, riu muitas vezes e amou bastante; que conquistou o respeito dos homens inteligentes e o amor das crianças; que galgou uma posição respeitada e cumpriu suas tarefas; que deixou este mundo melhor do que encontrou, ao contribuir com uma flor mais bonita, um poema perfeito ou uma alma resgatada; que jamais deixou de apreciar a beleza do mundo ou falhou em expressá-la; que buscou o melhor dos outros e deu o melhor de si.*

*Robert Louis Stevenson*

## DEDICATÓRIA

Primeiramente à **DEUS**, pela família que tenho, pelos verdadeiros amigos, pelas oportunidades de vida e por poder dizer "***sou muito feliz***".

Aos meus pais, **Jiro e Maria da Glória**, que sempre me apoiaram nos momentos decisivos da minha formação, acompanhando cada conquista de perto com entusiasmo e orgulho. Vocês são a minha referência e meu maior exemplo de vida.

Ao meu amor **Renata**, por toda dedicação, cumplicidade e amor incondicional, essa conquista também é sua, graças a seu apoio pude trilhar esse longo caminho. ***Te amo!!!***

Ao meu filho **Mateus**, por ter ensinado que a vontade de viver não tem tamanho. Nesse pequeno período de convivência, me mostrou quanta força temos dentro de nós, e que essa força desabrocha, talvez em momentos difíceis, mas com muito amor e fé. ***Te amo!!!***

Aos meus irmãos e cunhados, **Luís Eduardo, Juliana, Marco Antonio, Marcela, Evandro, Danilo, Danila, Fabrício** e à minha sobrinha e afilhada **Ana Júlia** pelo amor, carinho e amizade, por terem sempre acreditado no meu trabalho e me incentivarem na busca dos meus objetivos.

Aos meus sogros, **José e Leninha**, pelo constante incentivo e minha vida profissional e, acima de tudo, pelo amor e carinho, vibrando sempre com os meus desafios conquistados.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. **Carlos Augusto Pavanelli**, pela confiança depositada ao acolher-me como seu orientado e pelo prazer em compartilhar de seus conhecimentos, sendo um exemplo de competência e humildade. Seu apoio e atenção foram imprescindíveis para a conclusão de mais esta etapa de vida.

Ao Prof. Titular **Marco Antonio Bottino** pela oportunidade de conhecimento e crescimento profissional a mim oferecidos, pela sua maneira especial de conduzir a Especialidade em Prótese Dentária da Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora e pelo exemplo de pessoa e de profissional.

Ao meu mestre e tutor **Marco Antonio Meloncini**, que me ensinou que o sucesso no exercício da odontologia está acima de tudo baseado no mais puro amor e dedicação à profissão. Obrigado por ter apostado em mim.

Aos **meus pacientes** por entenderem a minha ausência do consultório durante este período e por torcerem para que tudo desse certo - ***e deu!!!***

Aos **meus amigos**, também por entenderem minha ausência do convívio do dia-a-dia - ***estou de volta!!!***

## AGRADECIMENTOS

Quando iniciei a minha Pós-Graduação, em 2006, jamais poderia imaginar o número de pessoas que cruzariam o meu caminho e, menos ainda, o infinitamente maior número que marcariam a minha vida... Seria impossível nomear todas elas nas poucas páginas desta dissertação, mas, alegra-me o fato de que, muito embora eu não consiga citar todos os nomes, expressar toda a minha gratidão e admiração, levarei todas elas junto comigo, no meu coração, por toda minha vida.

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, através do seu Diretor Prof. Adjunto **José Roberto Rodrigues**.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, coordenado pelo Prof. Adjunto **Clóvis Pagani**, pela oportunidade concedida.

Aos **Docentes e funcionários** do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, pela contribuição na minha formação acadêmica e científica.

Ao chefe do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, Prof. Adjunto **Estevão Tomomitsu Kimpara**.

Às secretárias **Suzana Cristina de Oliveira**, **Eliane Wenzel** e **Clélia Aparecida de Paiva Martins**, do departamento de

Materiais Odontológicos e Prótese, pelo carinho, amizade e companheirismo durante esses anos de convivência.

Ao Prof. **Ivan Balducci** pela amizade, pela preciosa contribuição para a realização da análise estatística e atenção dispensada.

Aos meus grandes amigos da Pós-Graduação: **Humberto Lago de Castro, Lucas Villaça Zogheib, Luis Gustavo Oliveira de Vasconcellos e Jarbas Francisco Fernandes dos Santos**, pelo companheirismo, amizade e os bons momentos compartilhados nesse período, continuaremos sempre amigos.

Ao meu irmão **Luís Eduardo** e meu Tio **Saburo**, por terem me acolhido em suas casas nos períodos em que precisei pernoitar em São José dos Campos.

Ao colega **Eduardo Galera** e sua esposa **Ana Paula**, sempre solícitos e à disposição em me ajudar neste tempo de Pós-Graduação.

Ao **Laboratório de Prótese Dentária ERO**, pela confecção dos materiais protéticos utilizados na pesquisa.

Ao meu amigo **Eliseu Tanaka** por me apresentar à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos e sempre estar solícito às minhas necessidades referentes a materiais odontológicos.

Ao ilustríssimo Prof. Dr. **Henrique Cerveira Netto** por ter confiado na minha capacidade de ensinar.

Ao parceiro **Adriano Covelli** pela atenção e disponibilidade na execução da parte experimental do estudo.

Ao meu amigo **Carlos Alberto Tamai** por ter participado de todas as etapas do meu crescimento profissional.

Aos meus amigos de docência **Vera Lúcia Vitelli Tanaka, Márcia Ayres e Ricardo Arbex** por torcerem muito pela minha projeção acadêmica e pelo meu sucesso profissional.

Às vezes a ajuda vem de onde menos se espera, um agradecimento especial à **Renata Marques de Melo Marinho** pela colaboração na finalização da dissertação.

Aos meus colegas **Fernanda, Regina, Diana, Marianna, Liliana, Susana, Paula, Guilherme, Rodrigo, Celina, Silvia, Anderson, Nori, Alfredo, Luís Guilherme, Sheila, Priscilla, Aleska, Sandra, Graziella e José Renato**, pelo convívio e amizade que se estabeleceram durante nosso curso.

Ao Prof. Titular **Álvaro Della Bona**, pelos ensinamentos e pela pessoa humilde e especial que demonstrou ser nesses anos de convivência.

Às secretárias da seção de Pós-Graduação, **Erena Michie Hasegawa, Rosemary de Freitas Salgado Pereira e Maria Aparecida Consiglio de Souza**, pelas informações e atenção dispensada.

A todos os colegas de Pós-Graduação do Departamento de Odontologia Restauradora (Dentística e Endodontia) pelos conhecimentos compartilhados e pelos momentos de descontração que passamos juntos.

**MUITO OBRIGADO!!!**

## SUMÁRIO

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| <b>RESUMO</b>                                            | 10  |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                      | 12  |
| <b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>                           | 16  |
| <b>3 PROPOSIÇÃO</b>                                      | 70  |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODO</b>                               | 71  |
| <b>4.1 Obtenção dos corpos-de-prova</b>                  | 71  |
| 4.1.1 Obtenção das pastilhas dos Materiais Restauradores | 72  |
| 4.1.1.1 Pastilhas de cerâmica                            | 72  |
| 4.1.1.2 Pastilhas de resina                              | 74  |
| 4.1.1.3 Agentes cimentantes                              | 76  |
| <b>4.2 Divisão dos grupos experimentais</b>              | 78  |
| <b>4.3 Procedimento de cimentação</b>                    | 79  |
| 4.3.1 Preparo do substrato                               | 79  |
| 4.3.2 Preparo das pastilhas do material restaurador      | 81  |
| 4.3.3 Cimentação                                         | 81  |
| <b>4.4 Teste de resistência ao cisalhamento</b>          | 84  |
| <b>4.5 Análise das fraturas em estereomicroscópio</b>    | 86  |
| <b>4.6 Análise estatística dos dados</b>                 | 88  |
| <b>5 RESULTADO</b>                                       | 89  |
| <b>5.1 Resistência de união ao cisalhamento</b>          | 89  |
| <b>5.2 Análise do padrão de fratura</b>                  | 94  |
| <b>6 DISCUSSÃO</b>                                       | 96  |
| <b>7 CONCLUSÃO</b>                                       | 101 |
| <b>8 REFERÊNCIAS</b>                                     | 102 |
| <b>APÊNDICE A</b>                                        | 111 |
| <b>APÊNDICE B</b>                                        | 124 |
| <b>ANEXO</b>                                             | 130 |
| <b>ABSTRACT</b>                                          | 131 |

Ariki EK. Resistência de união de cimentos resinosos, ao cisalhamento, variando o substrato e o material restaurador [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2009.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união ao cisalhamento de três diferentes tipos de agentes cimentantes: auto-condicionante (Panavia F / P), convencional (RelyX ARC - R) e auto-adesivo (RelyX U100 - U), usando dois tipos de substratos (esmalte / E e dentina / D) e dois tipos de materiais restauradores (cerâmica - C e resina composta laboratorial - R). Foram utilizados cento e vinte incisivos bovinos incluídos em resina acrílica, de modo que uma parte da face vestibular ficasse exposta. Os dentes foram desgastados até se obter uma área lisa e plana, de aproximadamente de 25 mm<sup>2</sup>, em metade dos espécimes foi exposto esmalte, na outra metade dentina. Uma fita adesiva com um orifício no centro com 3 mm de diâmetro foi colada sobre estas áreas, delimitando a área a ser usada no teste. Foram confeccionados sessenta cilindros de cerâmica a base de dissilicato de lítio (IPS e.max) e sessenta cilindros de resina composta (SR Adoro) com dimensões de 3mm de diâmetro e 3mm de altura. Os cilindros foram cimentados aos substratos com os três tipos de cimento resinoso, formando doze grupos experimentais: G1(PEC); G2(PER); G3(PDC); G4(PDR); G5(REC), G6(RER); G7(RDC); G8(RDR); G9(UEC); G10(UER); G11(UDC) e G12(UDR). Após um período de uma semana, os corpos-de-prova foram levados à máquina de ensaios universais para a realização do teste de cisalhamento com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Verificou-se que o maior valor médio obtido foi do G5 (17,46 MPa) diferindo significativamente dos demais grupos, exceto do G1 (14,60 MPa). O G12 (1,03 MPa) apresentou o menor valor de resistência, não apresentando semelhança estatística com os outros grupos. A adesão em esmalte e cerâmica determinou as maiores resistências de união para todos os cimentos. Devido aos baixos valores de resistência de união e à

grande quantidade de falhas entre cimento e substrato, a união do cimento auto-adesivo e a resina composta indireta não é confiável.

Palavras-chave: Cimentos dentários. Resistência ao cisalhamento. Materiais dentários.

## 1 INTRODUÇÃO

A Odontologia Restauradora atual tem dado grande ênfase ao aspecto estético em seus procedimentos. Os materiais ganham mais credibilidade quando a estética é aliada à função e se torna perceptível a melhoria na qualidade dos tratamentos, devolvendo e preservando a saúde dos pacientes.

Os adesivos odontológicos mudaram as práticas restauradoras, promoveram procedimentos menos invasivos e, conseqüentemente maior preservação da quantidade de estrutura dental.

A utilização destes materiais somente foi possível em virtude dos conhecimentos desenvolvidos por Buonocore (1955) sobre os mecanismos de adesão à estrutura dental. Este autor desenvolveu uma técnica de condicionamento do esmalte com ácido fosfórico, que alterava sua morfologia superficial criando microporosidades, obtendo assim retenções que uniam fortemente a resina acrílica ao esmalte, mostrando efetividade comprovada por vários estudos clínicos e laboratoriais ao longo dos anos.

Posteriormente, outras pesquisas, com outros ácidos e outras concentrações, foram conduzidas para investigar os mecanismos da adesão à dentina. Fusayama et al. (1979) foram os primeiros a indicar a utilização clínica do condicionamento ácido total, quando constataram que a utilização do condicionamento ácido do esmalte e da dentina simultaneamente, aumentava significativamente a força de adesão.

Em 1982, Nakabayashi et al. anunciaram um novo conceito de adesão, através do condicionamento ácido da dentina. A base desse novo método consistia na remoção da camada de *smear layer*, expondo a rede de fibras colágenas, sobre a qual era aplicado um *primer*

resinoso hidrofílico que penetrava pelos espaços entre as fibras em direção aos túbulos dentinários. Em seguida, culminando com a aplicação de um adesivo hidrofóbico, promovia-se a formação de uma camada mista de dentina e resina adesiva, denominada na época de camada híbrida.

O conceito do condicionamento ácido aliado à hibridização da dentina constitui a essência dos adesivos dentinários, fundamentando o uso de restaurações diretas em resina composta e a cimentação adesiva de restaurações indiretas.

Nas situações em que o preparo cavitário excede os limites recomendados para o uso direto das resinas compostas, a utilização de restaurações indiretas se faz necessária, reforçando a estrutura dental remanescente devido aos mecanismos de adesão (Burke et al., 1998). Além disso, a técnica indireta apresenta o benefício da redução dos efeitos da contração de polimerização e da dificuldade técnica na confecção do contorno proximal das restaurações diretas (Leinfelder, 1997, Van Meerbeek et al., 1998). Entre esses materiais restauradores, podemos citar as cerâmicas e as resinas compostas laboratoriais. Deve-se ressaltar, entretanto, que relatos científicos indicam que as restaurações indiretas em cerâmica infiltram menos e adaptam-se melhor às paredes cavitárias do que as suas equivalentes em resina indireta (Burke; Qualtrough, 1994; Thordrup et al., 1994).

As restaurações indiretas necessitam de um agente cimentante que visa uma união satisfatória entre estrutura dental e material restaurador. A composição da maioria dos cimentos resinosos modernos é semelhante à das resinas compostas, isto é, uma matriz resinosa com partículas de carga inorgânica.

Os sistemas adesivos contemporâneos disponíveis combinam dois ou três passos para utilização da técnica convencional (condicionar e lavar) e dois ou apenas um passo para uso na forma auto-condicionante. A versão de três passos parece ser mais efetiva que os

sistemas mais simplificados (De Munck et al. 2005). Os mais tradicionalmente usados, nas formas convencionais (condicionar e lavar) e auto-condicionantes, têm mostrado complexidade no uso e preocupações quanto a pequenos descuidos na técnica de aplicação que podem comprometer a efetividade da resistência de união (Van Meerbeek et al., 2003).

Na tentativa da resolução desse problema, novos cimentos resinosos com componentes auto-adesivos de polimerização dual, foram lançados no mercado odontológico. O sistema auto-adesivo simplifica a técnica de cimentação, por não requerer o pré-tratamento do esmalte e da dentina.

Segundo os fabricantes, os novos tipos de cimentos apresentam monômeros dimetacrilatos e uma inovadora tecnologia de iniciação de polimerização em meio ácido. Estes cimentos têm a adesividade baseada em um monômero (éster do ácido fosfórico metacrilato) que é capaz de desmineralizar e infiltrar-se na dentina, resultando em retenção mecânica (De Munck et al. 2004; Gerth et al., 2006). Além disso, também tem sido sugerida uma possível reação química com a hidroxiapatita dos tecidos do dente e com as partículas vítreas de flúor alumínio silicato, uma característica comprovada apenas com os ionômeros de vidro (Yoshida et al., 2000). A reação de presa deste material ocorre pela polimerização dos radicais livres que pode ser iniciada pela exposição à luz visível ou por mecanismo de oxirredução.

O material auto-adesivo tem sido recomendado pelos fabricantes, tanto para cimentação de coroas metálicas, cerâmicas, restaurações indiretas do tipo *inlay* / *onlay* / *overlay* em cerâmica e em resina composta. Em coroas cerâmicas o cimento auto-adesivo tem mostrado qualidade na adaptação marginal, produzindo selamento da dentina e esmalte comparável aos adesivos atuais (Behr et al., 2004; Rosentrit et al., 2004, Ibarra et al., 2007). Entretanto, a qualidade e a resistência de união produzida entre a superfície interna de restaurações

indiretas de resina composta e o cimento auto-adesivo ainda continua indefinida.

A busca pela maior longevidade das restaurações é fator decisivo para estimular o desenvolvimento de novos materiais restauradores. Na literatura, há escassez de informações detalhadas sobre a resistência de união do cimento auto-adesivo entre substrato dental e materiais restauradores. Diante disso, achamos interessante desenvolver um estudo para investigar a influência do tipo de substrato, do tipo de sistema cimentante e do tipo de material estético restaurador, na resistência adesiva das interfaces de cimentação entre cilindros de cerâmica e de resina composta laboratorial e dentes bovinos, avaliada por teste de cisalhamento.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O primeiro pesquisador a utilizar o ácido fosfórico na superfície do esmalte foi Buonocore (1955). Neste estudo, ao avaliar o esmalte dental após a aplicação do ácido fosfórico a 85% durante 30 s, foi notado que a superfície apresentava-se opaca. A adesão conseguida com a aplicação do ácido fosfórico foi superior ao grupo em que não houve esta aplicação. O autor concluiu que o ácido fosfórico alterou quimicamente a morfologia superficial do esmalte criando microporosidades, e assim obteve retenções que uniram fortemente a resina acrílica restauradora ao esmalte.

O sucesso deste procedimento fez com que o ácido fosfórico fosse aplicado sobre a dentina, mas com resultados insatisfatórios devido às características inadequadas do umedecimento das resinas disponíveis na época e da falta de conhecimento do substrato (Brudevold et al., 1956). Entretanto, a possibilidade de ocorrência de dano ao órgão pulpar induziu ao abandono do condicionamento ácido dentinário.

Bowen (1963) incorporou partículas de sílica tratadas com silano ao componente orgânico de uma resina à base de Bis-GMA, buscando um material restaurador estético com melhores propriedades, e que pudesse ser aplicado diretamente às cavidades de dentes anteriores. Foram realizados testes para avaliar as propriedades físicas deste material, comparando-o com os materiais estéticos disponíveis na época e com a estrutura dental. Os resultados mostraram que este compósito apresentou um melhor desempenho que os demais materiais, levando o autor a concluir que, a adição da carga inorgânica desempenhou um

papel fundamental no reforço do material, melhorando suas propriedades físicas.

Em 1968, Buonocore et al. investigaram a possibilidade da penetração da resina ser o fator mecânico responsável pela adesão em superfícies condicionadas de esmalte. Observaram que os *tags* resultantes do condicionamento ácido eram a causa principal da adesão de resinas à superfície de esmalte condicionada.

Fusayama et al. (1979) introduziram uma nova metodologia para avaliar a resistência adesiva. Um novo sistema adesivo foi empregado, Clearfil Bond System F (Kuraray), sobre o esmalte e dentina hígida e cariada, submetidos ou não ao condicionamento ácido. A comparação foi realizada com os sistemas Adaptic Total System (Johnson & Johnson), Concise Enamel Bond (3M) e Palakan (Kulzer). As superfícies vestibulares de incisivos e oclusais de molares foram desgastadas, condicionadas ou não, recebendo em seguida os sistemas adesivos e respectivas resinas compostas, aplicadas por meio de uma matriz de 5 mm de diâmetro, contendo uma alça que possibilitou a ligação com a máquina de tração. Concluíram que o novo sistema adesivo foi superior aos demais, oferecendo maior resistência adesiva, o condicionamento ácido de esmalte e dentina aumentou significativamente a resistência adesiva em ambos os tecidos e que o sistema mostrou forte adesão a todos os substratos. Este trabalho é considerado pioneiro, por um grande número de autores, com relação a adesão à dentina, pois após este estudo, foi retomada a técnica de condicionamento total (esmalte e dentina).

Nakabayashi et al., em 1982, definiram o termo camada híbrida a partir das observações de que monômeros resinosos, como o 4-META / metil metacrilato-tri-n-butil borano (MMA-TBB), em conjunto com tratamento do substrato com solução ácida, formaram uma zona de interdifusão com as fibrilas colágenas expostas pelo condicionamento. Neste estudo foram utilizados dentes humanos e bovinos, preparados

com lixas de granulação 800 para criar uma superfície onde seria realizada a adesão. Para delimitar e padronizar a área de adesão, os autores empregaram uma fita adesiva com uma perfuração de 5 mm de diâmetro aplicada à superfície. As amostras foram divididas em dois grupos que foram condicionados com ácido cítrico a 1% e cloreto férrico a 1% (1:1), ou com ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3% (10:3). As superfícies foram lavadas, receberam o sistema 4-META/MMA-TBB e foram armazenadas em água a 37°C por 24 h. Então realizaram os testes de resistência à tração. Para a análise da estabilidade da adesão foi realizada a termociclagem dos espécimes. Os resultados mostraram a efetividade da solução 10:3 para promoção de adesão em esmalte e dentina, enquanto a solução 1:1 foi eficiente apenas em dentina. O monômero 4-META polimerizado foi observado nas superfícies condicionadas, nos túbulos e na dentina peri e intertubular, promovendo um aumento significativo na resistência adesiva. De acordo com estes dados, os autores concluíram que a penetração e a posterior polimerização de monômeros no interior do substrato dental, reforçaram a estrutura dental, representando um novo conceito em adesão aos tecidos dentais. Camada híbrida, portanto, foi caracterizada como uma zona mista de dentina desmineralizada e resina.

Em 1983, Nakamichi et al. compararam a força adesiva entre dentes bovinos e humanos, na tentativa de se encontrar um substituto para dentes humanos em testes de adesão. Foram utilizados três cimentos de policarboxilato, um cimento de ionômero de vidro, um cimento de fosfato de zinco e duas resinas compostas na dentina profunda e superficial. Os dentes humanos foram preparados, lixando-se as superfícies vestibulares de incisivos centrais superiores e a superfície oclusal de primeiros molares superiores. As superfícies vestibulares dos dentes inferiores bovinos foram preparadas da mesma forma, com espessura de dentina residual de 0,2 – 0,9 mm para a camada profunda e 1,4 – 2,1 mm para a camada superficial. Os espécimes foram comparados

para investigar a influência da profundidade e tempo de armazenamento na adesão. Foram realizadas cavidades na face vestibular dos dentes, em seguida, a resina ou mistura de cimento foi inserida na cavidade com uma seringa, sem pressão, e um gancho foi inserido na superfície da resina ou cimento para a prova de ruptura por tração. Os espécimes foram armazenados primeiro em estufa a 37°C por 10 min e então, em água a 37°C por uma semana até a realização do teste de tração. A morfologia do substrato de esmalte e dentina, dos dentes humanos e bovinos, foi estudada por meio de MEV (microscopia eletrônica de varredura). Demonstraram que a adesão para o esmalte e a camada superficial de dentina não mostraram nenhuma diferença estatisticamente significativa entre o dente bovino e humano, embora os valores médios sempre fossem ligeiramente menores para dentes bovinos, e que a adesão para dentina bovina diminuiu consideravelmente de acordo com a profundidade. Concluíram que os dentes bovinos foram úteis, e que podem substituir dentes humanos no teste de adesão, desde que sejam utilizados esmalte e camada superficial da dentina bovina.

Para estabelecer a correlação existente entre permeabilidade dentinária, profundidade da dentina e a resistência de materiais adesivos, Tagami et al. (1990) utilizaram dentes bovinos e realizaram testes de resistência ao cisalhamento. A superfície vestibular dos dentes foi desgastada no terço cervical até a exposição da dentina, em várias profundidades. Foi realizada a simulação da pressão hidráulica pulpar e o fluxo do fluido dentinário, através da conexão de um aparelho na região radicular. Após a aplicação dos sistemas adesivos Scotchbond (3M Dental Products), Clearfil New Bond (Kuraray) e Superbond C&B (Sun Medical), as amostras foram submetidas ao ensaio de cisalhamento. Os autores observaram que à medida que a profundidade aumentava, principalmente após a remoção da *smear layer*, havia um aumento na permeabilidade e uma redução significativa da resistência adesiva para todos os materiais avaliados. Os maiores valores de resistência adesiva

foram verificados com a utilização do Superbond C&B, em qualquer profundidade dentinária. Puderam concluir que as variações na resistência adesiva, em função da permeabilidade dentinária, podem explicar a grande variação encontrada nos estudos de adesão à dentina.

Retief et al. (1990) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a dentina bovina com a dentina humana para sua possível utilização em testes laboratoriais de resistência e microinfiltração. Foram comparados incisivos bovinos com molares humanos, seguindo os procedimentos convencionais para os testes. Os autores obtiveram uma diferença significativa quanto à resistência adesiva, em MPa (mega Pascal) do Scotchbond 2 / Silux (3M Dental Products) em dentina humana ( $6,2 \pm 2,9$ ) e bovina ( $4,4 \pm 1,2$ ). A microinfiltração foi significativamente menor para a dentina humana.

Em 1991, Rueggeberg realizou uma revisão de literatura considerando a influência da escolha e tratamento do substrato dental utilizado em testes de adesão. O autor afirmou que os dentes humanos são mais limitados em relação à disponibilidade e, somando-se ao risco de infecção, a busca por um substituto adequado se faz necessária. Os dentes bovinos, pela sua disponibilidade e seu maior tamanho, têm sido muito utilizados em testes de adesão. O autor concluiu que existem inúmeros fatores que podem afetar significativamente os resultados dos testes de adesão à estrutura dental, e embora não exista uma metodologia para o critério de seleção e preparo do substrato, há a necessidade de padronização dos métodos de análise, bem como a interpretação dos dados obtidos.

Van Noort et al., em 1991, realizaram um estudo para verificar o efeito da geometria da interface dentina-resina sobre os valores de resistência de união e a distribuição de esforços nesta interface, utilizando análise de esforços de elemento finito. Foram utilizados 24 molares humanos, embutidos em resina de poliéster, e tiveram suas faces oclusais desgastadas até se obter uma área plana de dentina. Então foi

aplicado o *primer* do sistema adesivo Scotchbond 2 (3M), de acordo com as instruções do fabricante. As amostras foram divididas em dois grupos (n=12). No primeiro grupo foi aplicado o adesivo de Scotchbond 2 somente na área de ensaio, no segundo grupo, o adesivo foi aplicado em excesso nas margens. Após, foram construídos cilindros de resina composta sobre a área tratada, com 4 mm de diâmetro por 6 mm de altura, utilizando-se matriz de teflon. As amostras foram armazenadas em água destilada por 24 h à 37°C e tracionadas numa máquina de testes universal Lloyd. Os resultados mostraram no grupo em que houve um excesso de adesivo, o valor médio foi estatisticamente superior em relação ao grupo que não houve excesso. Os autores concluíram que uma extensão do adesivo além da área do cilindro de resina composta produz um valor de resistência de união à dentina artificialmente mais alto. Uma padronização nos testes de resistência de união seria necessária e urgente.

Em 1992, Fowler et al. realizaram um estudo sobre a influência de variáveis nos testes de adesão. Neste estudo, os autores afirmaram que as variáveis associadas com os testes de adesão são várias, dentre elas o tipo de teste (cisalhamento ou tração), o desenho do aparelho de teste e o substrato dentário. Os autores selecionaram terceiros molares hígidos e os prepararam para os diversos testes utilizando Scotchbond 2 (3M), Silux (3M), Ketac-Fil (ESPE) e Vitrebond (3M). As amostras foram aleatoriamente divididas em diferentes grupos, conforme os testes realizados (cisalhamento ou tração) e conforme os diferentes aparelhos mecânicos utilizados para os testes. Os resultados demonstraram que o teste de cisalhamento apresentou maior número de falhas adesivas reais, portanto, segundo os autores, deve ser preferido para testes de adesão. Os autores também afirmaram que diferentes aparelhos de teste podem demonstrar diferentes resultados, pois o desenho dos aparelhos parece afetar significativamente os resultados e

que existe uma tendência de maiores valores de resistência com dentes bovinos do que com dentes humanos.

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

Em 1992, Pashley et al. buscaram evidenciar a necessidade de se conceituar agentes condicionadores e *primers*. Os autores discorrem sobre as possíveis desvantagens causadas pelo condicionamento ácido, como o aumento da permeabilidade dentinária, da umidade superficial, do potencial de irritação pulpar, da desnaturação do colágeno e de uma discrepância entre profundidade de desmineralização e capacidade de penetração do agente adesivo. Assim, concluíram que seria vantajosa a combinação de agentes condicionadores e *primers* na redução da concentração ácida e no tempo de aplicação, além da redução da microinfiltração.

Então, em 1993 Watanabe e Nakabayashi desenvolveram um *primer* auto-condicionante que consistia de uma solução aquosa de 2-metacriloetil fenila hidrogênio fosfato (Phenyl-P) 20% e de 2-hidroxietil metacrilato (HEMA) 30% para adesão em esmalte e dentina simultaneamente. Esse *primer* reduzia o tempo de trabalho, eliminando o passo de lavagem do ácido, além de evitar o risco de colapso das fibras de colágeno dentinário.

Stanley (1993) pesquisou os diferentes fatores envolvidos em testes de adesão, como os substratos utilizados e métodos de desinfecção, tempo e meio de armazenamento dos dentes, número de ciclos e temperatura da ciclagem térmica, além da velocidade do ensaio mecânico. O autor afirmou que testes *in vitro* são mais rápidos e mais baratos que testes *in vivo*. No entanto, há necessidade de padronização dos testes de adesão *in vitro*, para que estes produzam dados reproduzíveis e forneçam suporte para uma correta correlação *in vivo*.

Também em 1993, Oilo realizou uma revisão de literatura sobre testes de adesão e seus significados. A resistência adesiva é a força por unidade de área necessária para romper uma ligação. Os testes de resistência da união também poderiam ser chamados “testes de descolamento”. O propósito de se romper esta ligação é tentar estabelecer um valor numérico que represente o quão forte era aquela adesão. Os testes utilizados para este propósito são os testes de tração e o teste de cisalhamento. Nos testes de tração, a adesão é rompida por uma força incidindo em um ângulo de 90º (perpendicular) à superfície do dente. O maior problema é manter o alinhamento tanto do dente quanto da força durante o teste, evitando que haja concentração de estresse devido à geometria interfacial incorreta. No teste de cisalhamento, a adesão é rompida por uma força incidindo paralelamente à superfície do dente. Um documento da International Organization for Standardization (ISO) afirma que o aparato necessário para um teste de cisalhamento é um bloco sólido para a fixação da amostra e uma lâmina conectada a uma

máquina na qual se pode determinar a velocidade de incidência da força. Neste documento da ISO, também se afirma que a utilização de dentes humanos para pesquisas de adesão, deve-se limitar a dentes armazenados entre 1 a no máximo 6 meses após a extração. Os testes de adesão, segundo o autor, fornecem uma boa indicação de como uma determinada combinação de adesivo e compósito irá funcionar.

Burke e Qualtrough (1994) avaliaram as aplicações e limitações dos diferentes sistemas reparadores estéticos disponíveis para a restauração de dentes posteriores. Entre os sistemas disponíveis atualmente estão as resinas compostas diretas, que são aplicadas em pequenas e médias cavidades, as *inlays* de cerâmica ou de compósito podem ter aplicações mais amplas. Princípios semelhantes de preparo cavitário podem ser aplicados em ambos os sistemas, cerâmicos ou compósitos, tendo a vantagem sobre as restaurações diretas, pois propiciam melhor controle sobre a forma anatômica. As *inlays* cerâmicas promovem maior resistência ao desgaste, menor índice de infiltração e melhor adaptação, mas sua confecção, e eventual reparo, são mais complexos. Embora ensaios clínicos iniciais das *inlays* de compósito e cerâmica prometem bons resultados, ainda necessitam de estudos a longo prazo, para se confirmar a longevidade das restaurações em uso clínico.

Em 1994, Watanabe e Nakabayashi descreveram alguns fatos sobre os métodos utilizados no Japão para se mensurar a união de compósitos sobre a dentina. Os métodos mais utilizados são o teste de tração e o teste de cisalhamento, apesar de existir um terceiro teste chamado “push-out”. Segundo os autores, o teste de tração é o mais usado, apesar de ser mais difícil conseguir corpos-de-prova perpendiculares ao substrato. Com isso, pode haver uma distorção nos valores, devido ao movimento de deslocamento lateral das amostras. Para o teste de cisalhamento, a obtenção dos corpos-de-prova é mais fácil, além destes sofrerem menor influência durante o carregamento. No

entanto, a fratura parece sempre começar no ponto em que o bisel atinge a amostra. Assim, fica difícil padronizar um método mais adequado, já que ambos têm vantagens e desvantagens. O procedimento de termociclagem parece influenciar mais os testes de tração do que os de cisalhamento, pois esse teste não pode ser mensurado como um efeito adverso ao aquecimento da dentina. Após a termociclagem, o número de fraturas coesivas na dentina parece aumentar em virtude de uma deteriorização da dentina com o aquecimento. Concluíram que todas as metodologias existentes tentam alcançar completamente *in vitro* as mesmas condições que os materiais teriam *in vivo*, e que isso pode ser alvo de futuras investigações.

Thordrup et al., em 1994, avaliaram, *in vitro*, a adaptação marginal e microinfiltração de quatro tipos *inlays* cerâmicas ou de resina composta. Sessenta terceiros molares humanos extraídos foram divididos aleatoriamente em quatro grupos. Cavidades tipo MOD foram preparadas. A margem mesio-gengival foi deixada em esmalte, enquanto a margem disto-gengival ficou abaixo da junção amelo-cementária. Os preparos e as *inlays* foram confeccionados de acordo com as instruções dos fabricantes. Após o condicionamento ácido da dentina, as *inlays* (CEREC) foram cimentadas com cimento resinoso dual. Após a cimentação, 10 dentes de cada grupo foram termociclados 2500 vezes entre 14°C e 62°C. Os dentes foram seccionados em fatias de 75-100 µm de espessura. A discrepância marginal e a espessura da cimentação foram medidos microscopicamente em cada secção e uma média foi calculada para cada dente. Uma variação considerável de adaptação marginal foi encontrada, dentre os diferentes tipos de *inlays*. No esmalte, houve uma tendência de menor microinfiltração para os *inlays* cerâmicos em comparação com *inlays* de compósitos.

Van Meerbeek et al. (1994) avaliaram retroativamente, a efetividade clínica de dez sistemas adesivos. Scotchbond (3M); Gluma (Bayer); Clearfil Liner Bond (Kuraray); Scotchbond 2 (3M); Tenure (Den-

Mat) e Tripton (ICI) comparados a quatro sistemas modernos, que empregam o condicionamento total (Bayer exp. 1 e 2, Clearfil Liner Bond System (Kuraray) e Scotchbond Multi-Purpose (3M). Foram utilizadas, no total, 1.117 lesões de classe V cervicais em 346 pacientes, seguindo dois tipos de cavidade: grupo a) esmalte não chanfrado, nem condicionado; grupo b) esmalte adjacente chanfrado e condicionado. Os autores concluíram que as taxas de retenção clínica indicaram definitivamente a eficácia melhorada dos sistemas mais recentes. A respeito da estratégia de adesão, os sistemas que removeram a *smear layer* e desmineralizaram a dentina, mostraram uma evolução clínica melhor do que aqueles que modificaram a camada desordenada de colágeno sem remoção completa da *smear layer*. Verificaram que a hibridização por interdifusão de resina na camada de colágeno da dentina exposta, com *tags* nos túbulos dentinários, pareceu ser essencial para uma união dentinária confiável, mas poderia por si só, ser insuficiente. Relataram também que a formação adicional de uma área de união elástica funcionou como um amortecedor de contração de polimerização e o uso de um compósito restaurador de partículas micro híbridas, aparentemente garantiram um resultado clínico eficiente. A retenção após um ano foi registrada como perfeita para Clearfil Liner Bond e Scotchbond Multi-Purpose.

Sano et al., em 1994, avaliaram a relação entre a área de superfície para união e o teste de tração, criando assim o teste de micro-tração. Foram utilizados 20 molares humanos extraídos. O tecido dentinário foi exposto através de um corte realizado em cortadeira com disco diamantado sob refrigeração a água. Os dentes foram polidos com lixas de SiC (carbeto de silício) granulação 600 e então tratados com um dos 3 tipos de materiais utilizado no teste (Scotchbond Multi Purpose, Clearfil Liner Bond 2 e Vitremer). Então foi construído um bloco de material restaurador (compósito restaurador ou ionômero de vidro). Fatias de 0,5 mm a 3 mm de espessura foram obtidas através de cortes

realizados ao longo eixo do dente, então, com o uso de uma ponta diamantada superfina foi realizada uma modelação criando um “estrangulamento” na região da união, com aproximadamente 0,5 mm x 0,5 mm a 3 x 3 mm de área seccional. Os corpos-de-prova foram então posicionados em máquina de teste (Dancor-Multi-T) e colados com cola a base de cianoacrilato. O teste foi realizado com velocidade de 1 mm/min. Houve relação inversa entre a resistência de união e área de união de superfície. Houve falhas coesivas em dentina nos grupos onde se utilizaram sistemas adesivos. Para o grupo no qual o ionômero de vidro foi utilizado, as falhas foram adesivas.

Della Bona e van Noort, em 1995, verificaram o efeito da distribuição de esforços durante a realização dos testes de resistência ao cisalhamento sobre porcelana, utilizando a análise de esforços de elemento finito, bem como o tipo de falha ocorrida, quando uma variedade de arranjos nos testes foi utilizada. Para isso, foram confeccionadas amostras de porcelana e resina composta que foram incluídas em resina acrílica. Sobre estas superfícies foram construídos cilindros de resina composta ou porcelana de acordo com o tratamento realizado, ou seja, no grupo A, foram construídos cilindros de resina composta sobre a base de porcelana; no grupo B, a base era de resina composta e o cilindro de porcelana; e no grupo C, tanto a base quanto o cilindro foram construídos com resina composta. Para o ensaio de cisalhamento foi utilizada uma máquina de testes universal Lloyd M5K e o carregamento nos cilindros foi realizado com um cinzel posicionado o mais próximo possível da interface base-cilindro. Paralelamente, neste estudo, os autores também verificaram a resistência de união à tração para os mesmos materiais. Pelos resultados eles observaram que os valores de resistência ao cisalhamento para as amostras do grupo A foi inferior estatisticamente aos valores dos grupos B e C. Quanto ao tipo de falha ocorrida, metade das amostras do grupo A tiveram falha coesiva na base de porcelana e a outra metade falha adesiva. No grupo B, 80% das falhas foram coesivas

na base de resina composta e os 20% restantes foram falhas adesivas. No grupo C, 100% das amostras tiveram falha coesiva na base de resina composta. Já no teste de tração, as falhas sempre foram adesivas e isso levou os autores a concluir que o teste de tração seria o mais indicado, já que o teste de cisalhamento pareceu ser inadequado para mensurar a resistência de união da interface porcelana/resina composta. Pequenas variações neste tipo de teste como geometria da amostra, ponto e tipo de carregamento, fornecem valores de resistência de união diferentes, fato este atribuído a não uniformidade dos esforços induzidos na interface durante o carregamento. Segundo ainda os autores, o teste de tração teria um arranjo menos complexo e mais apropriado para se avaliar a resistência de união da interface porcelana/resina composta.

Kitasako et al. (1995) compararam as resistências adesivas dos testes de tração e cisalhamento de um cimento resinoso experimental e outros quatro cimentos resinosos comercialmente disponíveis no mercado. Após o ensaio, o modo de falha foi classificado por inspeção visual em: falha adesiva na interface dente/resina; falha adesiva parcial na resina onde os remanescentes de resina permanecem na superfície dentária; falha coesiva no cimento resinoso deixando a estrutura dentária completamente coberta por com material resinoso e falha coesiva em esmalte/dentina, seja total ou parcial. Os resultados mostraram que o teste de tração e cisalhamento em dentina apresentou um pequeno aumento nas falhas adesivas. Concluíram que uma grande variação nas resistências adesivas pode ocorrer entre os dois testes. Isso implica que mais avaliações por meio de simulação são necessárias para determinar qual tipo de estresse é maior durante a função da restauração. A prova da efetividade dos cimentos resinosos pode finalmente ser determinada por meio de estudos clínicos controlados.

Tay et al. (1996) realizaram um trabalho para ilustrar a dentina e a micromorfologia da interface resina-dentina, quando foram utilizados dois sistemas adesivos de frasco único, sem água e com

acetona (One-Step - Bisco e Prime&Bond - Dentsply), aplicados à dentina condicionada por ácido, sobre diferentes secagens e condições de adesão úmida. Utilizaram terceiros molares humanos extraídos, estocados em cloramina por um mês, dos quais foram realizados quarenta e oito discos de dentina de 1,0 ou 1,5 mm de espessura que foram condicionados com ácido fosfórico a 10% e enxaguados por 20 s. Eles foram divididos aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com o remanescente de umidade superficial: grupo I (30 s de secagem); grupo II (3 s de secagem); grupo III (secagem com papel) e grupo IV (reumedecimento). Pares de discos de dentina submetidos à adesão foram desmineralizados em EDTA e embutidos em resina epóxica para exame ao MET (microscopia eletrônica por transmissão). A micromorfologia dos dois sistemas de união foi, essencialmente, semelhante. Ambas foram afetadas até mesmo pela secagem moderada (3 s), o que resultou em uma infiltração incompleta da resina nos túbulos. A melhor infiltração de resina foi alcançada quando a rede de colágeno foi mantida úmida, aparentemente não afetada pela presença de umidade excessiva da superfície. Por outro lado, a infiltração intratubular da resina foi severamente comprometida na presença de água em excesso, dentro dos túbulos de dentina e em seus orifícios na superfície. Não houve continuidade da camada de resina, formaram-se espaços como bolhas na superfície de dentina e foram achados glóbulos de resina ao redor do orifício tubular e na superfície da camada híbrida. Além disso, um complexo padrão de separação de fases foi observado no grupo que recebeu o Prime & Bond, caracterizado através da inversão de fase na presença de umidade de superfície. Segundo os autores, uma ótima integridade da interface para os sistemas estudados pareceu depender da manutenção da umidade da rede de colágeno desmineralizado, junto com a evaporação completa do excesso do *primer* e deslocamento de água dos tecidos antes de fotopolimerizar o *primer*.

Também em 1996, Söderholm e Reetz realizaram uma revisão sobre os fatores que afetam a confiabilidade das uniões por intermédio de cimentos resinosos. Segundo os autores, vários fatores determinaram a qualidade da união: resistência do substrato; habilidade da resina em “molhar” a superfície do substrato; qualidade da retenção mecânica entre a resina e o substrato; resistência da resina polimerizada e tensões induzidas na resina durante a polimerização e a qualidade da retenção mecânica entre a resina e a dentina. Enfatizaram que a superfície lisa do substrato não contribui para a retenção mecânica, sendo que o condicionamento ácido forma retenções na superfície onde o agente de união pode penetrar e formar uma união mecânica. Os autores relataram que o sucesso da adesão depende da maneira que o agente de união infiltra pela superfície dentinária e pelo substrato. Os tratamentos que tornam a superfície organofílica potencializaram a união pelo aumento da infiltração do agente de união nas irregularidades, o que foi conseguido pela aplicação do silano na superfície cerâmica. O silano pôde formar ligações químicas entre a cerâmica e o cimento resinoso, sendo chamado de *primer* cerâmico.

Também em 1996, Tonami et al. realizaram um estudo para avaliar os efeitos das condições de estocagem na resistência ao cisalhamento da dentina bovina. Foram utilizados sessenta incisivos extraídos imediatamente após o abate dos animais, e divididos em quatro grupos: controle (imediatamente após a extração); armazenamento em congelador por uma semana; armazenamento por quatro semanas em congelador e 45 min em água fervente. Foi utilizada uma máquina Instron para a realização dos testes e os resultados foram expressos em MPa. Não foi verificada diferença significativa entre os grupos controle, uma e quatro semanas em freezer (77, 78 e 79 MPa). Para o grupo submetido à água fervente, houve uma diminuição significativa na resistência adesiva (70 MPa). O autor concluiu que o armazenamento em freezer pode ser

indicado para manter a integridade do tecido dentinário bovino, para a realização de testes *in vitro*.

Leinfelder, em 1997, relatou que devido a problemas clínicos nas restaurações diretas em resina composta, clínicos tem experimentado o uso de *inlays/onlays* em resina indireta, que promovem melhor assentamento na cavidade, superior adaptação marginal, e podem ser alcançados melhores contatos e contornos proximais. O autor descreve que a maior parte dos estudos clínicos tem demonstrado uma melhora dramática no desempenho da clínica geral.

Em 1998, Van Meerbeek et al. realizaram uma revisão de literatura sobre o desempenho clínico dos adesivos dentinários. Uma das classificações utilizadas para os sistemas adesivos é em relação à *smear layer*. Um grupo de sistemas adesivos remove completamente a *smear layer* e são subdivididos em um ou dois frascos, dependendo respectivamente da aplicação combinada ou separada do *primer* e da resina adesiva. Outro grupo de sistemas adesivos modifica a *smear layer*, ao invés de removê-la. Os chamados sistemas auto-condicionantes contém um monômero ácido Phenyl-P e HEMA para simultaneamente condicionar e tratar tanto o esmalte quanto a dentina. Segundo os autores, além da simplicidade, estes sistemas promovem a desmineralização superficial da dentina e a penetração simultânea de monômeros, que podem ser polimerizados *in situ*.

Chen et al. (1998) avaliaram o efeito de diferentes tempos de condicionamento nas mudanças microestruturais da cerâmica Cerec 2 (VITA) e na resistência de união entre esta e resina composta. Foram confeccionadas 54 amostras retangulares (10 mm de comprimento x 8 mm de largura x 2,5 mm de espessura) e 48 amostras cilíndricas (8 mm de diâmetro x 2,5 mm de espessura) da cerâmica, sendo divididas em seis grupos de nove unidades retangulares e oito cilíndricas. Após o desgaste com lixa de granulação 600, as superfícies a serem unidas foram condicionadas com ácido fluorídrico a 5% por 0 s, 5 s, 30 s, 60 s,

120 s e 180 s, para os grupos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, seguido de lavagem com água por 1 min, limpeza em ultra-som com água destilada por 5 min e secagem com jato de ar por 30 s. Uma amostra retangular de cada grupo foi preparada para observação em MEV. Uma fita adesiva com orifício de 5 mm de diâmetro foi fixada no centro de cada amostra retangular para padronizar a área de união e a espessura de 50 µm de cimento resinoso. Uma fina camada de cimento resinoso foi aplicada na área de união da amostra retangular e sobre a amostra cilíndrica, sendo as duas superfícies unidas com uma carga de 5N (Newton). O excesso de cimento foi removido e realizado a fotoativação em suas direções opostas por 40 s cada. Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 24 h e submetidos ao ensaio de cisalhamento numa máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5 mm/min. A MEV evidenciou que a cerâmica condicionada por 120 s e 180 s apresentou-se mais rugosa e com micro-retenções mais profundas. Os resultados mostraram que dentro da variação de 0 a 120 s, quanto maior o tempo de condicionamento, maior a resistência de união, sendo a maior média obtida quando a cerâmica foi condicionada por 120 s (43 MPa). O condicionamento por 180 s, entretanto, resultou em diminuição da resistência de união (40 MPa), não sendo estatisticamente diferente do grupo condicionado por 120 s. Nos grupos 4, 5 e 6, as falhas foram predominantemente coesivas na cerâmica. Os autores concluíram que os valores de resistência de união correspondem diretamente às mudanças micro-estruturais na superfície da cerâmica condicionada pelo ácido. Os valores de resistência de união maiores que 30 MPa foram, geralmente, encontrados quando a porcelana foi tratada com ácido fluorídrico a 5% por um tempo maior que 30 s.

Burke et al., em 1998, estudaram a adesão de restaurações cerâmicas cimentadas à dentina, utilizando um cimento resinoso e um sistema adesivo. As vantagens dessas restaurações são que, além de serem utilizadas em casos de perda substancial de

estrutura, fornecem boa estética e reforçam o elemento dental remanescente, devido aos mecanismos de adesão. Como desvantagens, o procedimento é mais demorado e não deve ser usado quando as margens das restaurações se apresentarem sub-gengivais.

Ainda em 1998, Kamada et al. avaliaram o efeito de vários tratamentos da superfície cerâmica na resistência de união entre cimentos resinosos. Foram confeccionados dois tamanhos de espécimes (10 x 8 x 2.5 mm e 10 x 6 x 2.5 mm) a partir de blocos cerâmicos pré-confeccionados para o sistema Cerec 2 (Vita). Quatro tipos de tratamentos na superfície cerâmica foram então realizados: abrasão com lixa de SiC (600) e limpeza sônica em solução de acetona a 99,5% (Tratamento controle – CT); ácido fosfórico a 37% (k-etchent gel, Kuraray) por 60 s e lavagem 5 s (PAE); aplicação do agente de união contendo silano (Porcelain Bond, Kuraray) por 30 s e secagem com jato de ar 5 s (SCA); aplicação do agente de união contendo silano e secagem, após condicionamento com ácido fosfórico e lavagem (PASC). Uma matriz de polietileno com orifício circular de 4 mm de diâmetro foi posicionada sobre a superfície (10 mm x 8 mm) do espécime cerâmico, delimitando a área de adesão. Os dois tamanhos de espécimes foram tratados com um dos métodos acima e então cimentados com um dos quatro tipos de agentes cimentantes (Super – Bond C&B, Panavia 21, Clapearl e Vita Cerec Duo Cement), seguindo recomendações dos fabricantes. Dez espécimes cerâmicos de cada um dos dois tamanhos foram separados aleatoriamente para um dos 32 grupos a serem testados. A combinação do grupo teste de cada pré-tratamento e cimento resinoso foi dividida em dois subgrupos de cinco espécimes, com os seguintes tratamentos: a) armazenagem em água a 37°C por 24 h; b) armazenagem por 24 h seguido da ciclagem térmica ( 20.000 ciclos - 4°C e 60°C por 1 min). As amostras foram embutidas em resina acrílica e preparadas para o teste de cisalhamento em uma máquina de ensaio universal (DSC-500) com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram que houve diferença

estatisticamente significativa ( $p < 0.0001$ ) entre os grupos dependentes do agente cimentante, tratamento de superfície e ciclagem térmica. A resistência de união ao cisalhamento para os quatros tipos de agentes cimentantes não melhorou com o tratamento de superfície utilizando o ácido fosfórico comparado ao tratamento controle, tanto na armazenagem quanto aos espécimes que foram submetidos ao processo de ciclagem térmica. Entretanto, os tratamentos de superfície com silano (PAE) e a associação deste com o pré-tratamento com ácido fosfórico (50 MPa) resultaram em uma diferença significativa na resistência de união ao cisalhamento em relação ao grupo controle e ao PAE, independente do cimento resinoso utilizado (25 MPa). Os autores concluíram que o agente silano melhorou a resistência de união ao cisalhamento entre o substrato cerâmico e cada cimento resinoso testado, quando comparado com o grupo não tratado, e que o processo de ciclagem térmica não foi significativo nos valores da resistência de união para os quatro cimentos quando o substrato cerâmico recebeu os tratamentos SCA e PASC.

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

sistemas adesivos testados apresentaram melhor desempenho em esmalte.

Em 1998, Cardoso et al. realizaram testes de microtração, cisalhamento e tração, determinando a resistência adesiva de três sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose (3M), Single Bond (3M ESPE) e Etch & Prime 3.0 (Degussa). Trinta molares humanos foram preparados para um dos testes: nas amostras para o teste de microtração, um cilindro de resina composta Z100 (3M) de aproximadamente 5 mm de altura foi posicionado sobre a área de dentina exposta e palitos de 0,25 mm<sup>2</sup> foram cortados e submetidos ao teste. No caso do teste de tração e cisalhamento, após a aplicação do adesivo, um cilindro de 3 mm de altura e 3 mm de diâmetro foi construído com resina composta. Os resultados demonstraram que para os testes de cisalhamento e tração, o adesivo Single Bond demonstrou maiores valores de adesão do que os demais. Concluiu-se que o sistema adesivo monocomponente apresentou maiores valores de adesão do que o adesivo com *primer* auto-condicionante nos testes de cisalhamento e tração.

Barkmeier et al. (1999) avaliaram a resistência ao cisalhamento do sistema adesivo Prime & Bond 2.1 (Dentsply) tanto em esmalte quanto em dentina, porém com variadas formas de aplicação, no que se refere ao número de camadas do adesivo. Para isso, 90 molares humanos foram utilizados (60 para análise em dentina e 30 em esmalte). Os dentes foram preparados utilizando lixa d'água de granulação 600. As amostras foram divididas nos grupos conforme a superfície (esmalte ou dentina) e o número de camadas do adesivo (uma ou duas), foram submetidas à termociclagem (640 ciclos entre 5°C e 55°C) para ser realizado o ensaio de cisalhamento. Os resultados demonstraram que as diferentes técnicas não apresentaram diferença estatisticamente significativa. A resistência adesiva em esmalte variou de 29,2 ± 5,4 MPa a 29,8 ± 5,0 MPa.

Num estudo clínico, em 1999, Hoss apresentou o adesivo auto-condicionante Clearfil SE Bond (Kuraray), de expressiva facilidade de técnica e conforto ao paciente. O sistema adesivo auto-condicionante promove a desmineralização, concomitantemente à infiltração do *primer*, característica possível graças ao monômero ácido em sua formulação que dissolve a *smear layer* e penetra na abertura dos túbulos dentinários. Afirma que há diminuição da sensibilidade pós-operatória porque as fibras colágenas desmineralizadas não ficam desprotegidas como pode ocorrer com o uso dos adesivos convencionais, que necessitam de condicionamento ácido prévio, quando a infiltração de monômeros pode não alcançar a profundidade da desmineralização dentinária. Os adesivos auto-condicionantes apresentam os seguintes benefícios clínicos: eliminação da sensibilidade pós-operatória, redução significativa dos passos operatórios em comparação aos adesivos convencionais, aumento da resistência adesiva das restaurações resinosas e compatibilidade à porcelana. As observações clínicas deste autor foram obtidas a partir de casos com o uso do Clearfil SE Bond com restaurações de resina composta Clearfil AP-X (Kuraray). Foram avaliados 10 casos com o total de 32 restaurações, sendo que 4 pacientes relataram certo desconforto associado à oclusão e 1 paciente apenas relatou sensibilidade aos estímulos térmicos, sendo necessário o retratamento, mas este dente apresentava uma linha de fratura e não estava indicada a restauração direta. Dos pacientes que relataram sensibilidade pós-operatória, um deles apresentava cárie extensa e foi submetido ao tratamento endodôntico e os outros dois, após ajuste oclusal, tiveram os sintomas eliminados no prazo de 24 a 48h. Na opinião pessoal do pesquisador, o adesivo Clearfil SE Bond pode oferecer vantagens para o uso clínico, considerando-se a importância de conforto ao paciente e a facilidade técnica ao operador.

van Dijken et al. (1999) avaliaram e compararam *inlays* cerâmicas (IPS Empress) cimentadas com dois tipos de cimentos: um

cimento ionômero de vidro modificado por resina e um cimento resinoso. Setenta e nove *inlays* foram confeccionadas por 3 profissionais para cavidades classe II (53 pré-molares e 26 molares), em 29 pacientes (9 homens e 20 mulheres). Para cada paciente, um par de cada *inlay*, uma foi cimentada com RMGIC (Fuji Plus, GC Dental) e a outra foi cimentada com o cimento de ativação química combinado com o *primer* auto-condicionante (Panavia 21, Kuraray). Todos os pacientes foram avaliados nos retornos, exceto dois. Um paciente com 3 *inlays* não pode comparecer no retorno de um ano e 2 pacientes com 6 *inlays* não puderam retornar na avaliação de 2 anos. As variáveis avaliadas nos retornos foram: forma anatômica, adaptação marginal, estabilidade de cor, descoloração marginal e rugosidade superficial. Cáries recorrentes não foram observadas e nenhuma *inlay* falhou nos primeiro 2 anos. Em 3 pacientes, sintomas pós-operatórios foram observados, os quais desapareceram em 1 paciente após 2 semanas e para o segundo após 5 meses. O terceiro paciente apresentava sensibilidade após 1 ano durante carga mastigatória, sendo necessário tratamento endodôntico. A avaliação individual das *inlays* não revelou diferenças significativas entre os cimentos. Os autores concluíram que os 2 agentes de cimentação não apresentaram falhas clínicas e podem ser indicados para cimentação de *inlays* cerâmicas.

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

*layer* em dentina, seguido pelo ácido maleico e pelos sistemas com *primers* auto-condicionantes. Posteriormente, os dentes foram desgastados por vestibular até surgir uma superfície plana de 5 mm, com lixas de granulação 600. Essas superfícies foram submetidas aos tratamentos descritos acima e foi fixado um cilindro de resina composta Z100 (3M), para teste de cisalhamento em máquina de ensaio universal. O sistema Etch & Prime 3.0 foi utilizado conforme preconiza o fabricante, mas também utilizou em outro grupo o condicionamento prévio com ácido fosfórico a 35% por 15 s. Os resultados demonstraram que o grupo onde se utilizou o Etch & Prime 3.0 com condicionamento ácido prévio obteve adesão superior ( $7,21 \pm 1,20$  MPa), se comparado ao outro grupo onde se obedeceu as recomendações do fabricante ( $4,43 \pm 0,93$  MPa).

Rosa e Perdigão (2000) determinaram a resistência adesiva de diferentes sistemas adesivos ao esmalte e à dentina. Foram utilizados 240 dentes bovinos, que foram divididos em dois grandes grupos (esmalte e dentina) e então subdivididos em 6 grupos, conforme o sistema adesivo utilizado: Prompt L-Pop (3M ESPE); Prime & Bond NT (Dentsply) sem condicionamento ácido; NRC + Prime & Bond NT; condicionamento com ácido fosfórico + Prime & Bond NT; Prime & Bond 2.1 (Dentsply) sem condicionamento ácido e ácido fosfórico + Prime & Bond 2.1. As amostras receberam a resina composta TPH (Dentsply) ou o compômero Dyract AP (Dentsply). Todas as amostras foram termocicladas (500 ciclos entre 5 e 55°C) e submetidas ao teste de cisalhamento. Os resultados demonstraram que em esmalte os valores de resistência ao cisalhamento variaram de  $6,4 \pm 1,6$  a  $24,2 \pm 5,3$  MPa. O grupo com valores mais altos foi o Prime & Bond 2.1 com condicionamento ácido prévio em esmalte. Os autores concluíram que o condicionamento com ácido fosfórico permanece como o condicionador ideal em superfícies de esmalte.

Abate et al. (2000), no intuito de comparar a evaporação de solventes (veículos) inclusos em diferentes adesivos de frasco único,

em função do tempo, utilizaram os adesivos e respectivos solventes: Prime & Bond 2.1 - acetona (Dentsply); Single Bond - etanol e água (3M); PrismaBond 97' - acetona (BJM); Syntac Sprint - acetona e água (Vivadent); Optibond Solo - etanol (Kerr) e Syntac Single Component - água (Vivadent). Foram também incluídos no experimento dois *primers* utilizados em adesivos de múltiplos frascos (Perma Quick *Primer* – base etanol - Ultradent e Scotchbond Multi-Purpose - base água - 3M), assim como água destilada, etanol a 96% e acetona. Amostras destes produtos foram estocadas em recipientes de vidros pequenos, sob condições de temperatura e umidade controladas. Registraram a massa inicial e final após diferentes períodos de tempo: 1, 7, 14, 21, 28, 60 e 75 dias, a fim de calcular a porcentagem de perda de massa. Após análise de variância dos resultados, seguida de comparações de contraste ortogonal, observaram uma perda de massa significativamente mais alta nos adesivos de frasco único que contém excipientes orgânicos, especialmente naqueles em que o excipiente era acetona. Uma perda de massa um pouco mais baixa foi encontrada nos produtos à base de água. Concluíram existir uma relação entre as possibilidades de evaporação dos solventes utilizados em sistemas de frasco único e sua perda de massa durante o armazenamento; a conservação dos sistemas adesivos é extremamente importante para a manutenção do conteúdo original, e a utilização deve ser feita imediatamente após a sua dispensação. Esses passos clínicos são importantes para prevenir troca nas proporções relativas de seus componentes.

Miller (2001) avaliou o comportamento *in vivo* de dois sistemas adesivos (Transbond Plus Self-etching *Primer* - 3M, que apresenta um *primer* auto-condicionante, e Prompt L-Pop - 3M ESPE, um adesivo auto-condicionante). Durante um período de seis meses, *brackets* ortodônticos foram aderidos à superfície de esmalte utilizando um dos dois sistemas adesivos e o grau de falha foi anotado. Os resultados

demonstraram que os sistemas autocondicionantes foram capazes de manter os brackets em posição, com baixo grau de falha.

Em 2001, Sinhoreti et al. compararam a influência dos sistemas de carregamento fio ortodôntico, fita de aço inoxidável e cinzel, usados em testes de união ao cisalhamento, para verificar a resistência na interface dentina-resina. Foram utilizados 48 dentes humanos divididos em 3 grupos, cujas raízes foram seccionadas e as coroas dentais incluídas em tubo plástico com resina acrílica autopolimerizável. Os dentes foram desgastados até se obter uma superfície lisa e plana, posteriormente delimitada com fita adesiva contendo um orifício de 4 mm de diâmetro. Em seguida, a superfície da dentina foi tratada com o produto Scotchbond Multi Purpose Plus (3M) e recebeu o compósito restaurador Z-100 (3M), que foi aplicado em camadas, utilizando-se de uma matriz de aço inox (4 mm de diâmetro por 5 mm de altura), sendo polimerizadas durante 40 s. Os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C e 100% de umidade relativa por 24 h, e metade das amostras de cada grupo submetida a 500 ciclos térmicos com banhos a 5°C e 60°C, intercalados com banhos de 37°C. Após, os corpos-de-prova foram submetidos aos ensaios de resistência ao cisalhamento em uma máquina de ensaio universal Otto Wolpert, com velocidade de 6 mm/min. Em seguida, os corpos-de-prova representativos de cada grupo foram examinados em MEV. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey em nível de 5% de significância. Pode-se concluir que as variações nas metodologias dos testes resultaram em diferentes valores de resistência ao cisalhamento, independente da termociclagem. Os valores dependem de uma complexa combinação de esforços e resultantes produzidas durante o carregamento das amostras. As fotomicrografias mostraram que para o sistema de carregamento com fita metálica, as falhas foram sempre coesivas no adesivo. Para o fio ortodôntico as falhas mais comuns foram do tipo coesiva no compósito. Já

para o cinzel, as falhas foram mistas, ou seja, coesivas no adesivo e no compósito.

Ainda em 2001, Miyazaki et al. estudaram a resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos auto-condicionantes (Fluoro Bond - Shofu e One-Up Bond F - Tokuyama) em comparação a um sistema adesivo monocomponente com condicionamento ácido prévio (Single Bond - 3M ESPE). Dentes bovinos receberam cilindros de resina composta (Z100 - 3M ou Palfique Estelite - Tokuyama) ou de compômero (F2000 - 3M). Os resultados demonstraram que os sistemas auto-condicionantes apresentaram menor resistência adesiva do que o sistema monocomponente.

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

Shimada et al.(2002) realizaram um estudo com o objetivo de investigar o efeito do condicionamento ácido e da silanização na união entre um cimento resinoso e uma cerâmica vítrea. Para tal, foram estabelecidos seis grupos: grupo 1 - sem tratamento; grupo 2 - acabamento e polimento da superfície com borrachas abrasivas e pasta diamantada, com posterior limpeza da mesma com ultrassom; grupo 3 -

aplicação de ácido fluorídrico a 16,8% durante 5 s; grupo 4 - aplicação de ácido fluorídrico a 16,8% durante 30 s; grupo 5 - aplicação de ácido fosfórico 40% por 5 s; grupo 6 - aplicação de ácido fosfórico 40% por 30 s. Em seguida, procedeu-se a cimentação com o sistema adesivo, cimento resinoso Panavia F com e sem o uso de silano. O teste mecânico utilizado nesse estudo foi o de microcisalhamento. Os resultados mostraram que o uso do silano aumentou a resistência de união entre cerâmica e o cimento. Vale salientar que o uso do teste de microcisalhamento, ao invés do teste de microtração, foi justificado pelos autores. Eles comentaram que este último teste é muito efetivo na avaliação de resistência adesiva, porém, devido à dificuldade na confecção dos corpos-de-prova para a microtração e ao tempo gasto para tal, o uso do teste de microcisalhamento foi o escolhido para essa pesquisa.

Ainda 2002, Stewart et al. avaliaram a resistência adesiva imediata e após seis meses entre uma cerâmica feldspática e quatro diferentes cimentos resinosos com o uso de seis diferentes tratamentos de superfície. Foram confeccionados 480 discos de cerâmica (Ceramco II) e divididos em seis grupos. Os tratamentos foram: polimento com lixas (granulação 600), jateamento com óxido de alumínio, lixas seguidas de aplicação de silano, condicionamento com ácido fluorídrico e condicionamento seguido de silano. Cada grupo foi subdividido em quatro sub-grupos (n=20) para a aplicação de um dos quatro cimentos resinosos: Nexus, Panavia 21, Relyx ARC e Calibra. Todos os espécimes foram testados pelo método de cisalhamento. A resistência adesiva foi medida 24 horas e 6 meses após a armazenagem em solução salina. Concluíram que, dentro das limitações do estudo, em relação aos quatro tipos de cimentos resinosos, as resistências adesivas foram altamente dependentes do tratamento de superfície dos discos. O ácido fluorídrico seguido de silano foi o tratamento de superfície mais efetivo. Baseando-se nestes resultados, os autores sugerem que o protocolo de tratamento de superfície de cerâmica que envolve o ácido fluorídrico seguido da

aplicação de silano pode ser considerado de escolha para todos os cimentos resinosos testados.

Em 2003, Rodrigues e Lodovici apresentaram um protocolo de uso dos sistemas adesivos auto-condicionantes. Os autores afirmaram que os problemas técnicos relacionados à utilização de sistemas adesivos que necessitam de condicionamento ácido prévio das estruturas dentárias estão relacionados principalmente às características morfológicas e de composição dos substratos aderentes, sobretudo no que se refere à complexidade da dentina. A fim de se minimizarem os problemas relacionados à técnica, surgiram os sistemas de aplicação simplificada, chamados auto-condicionantes. Estes sistemas preconizam a infiltração dos monômeros concomitantemente ao condicionamento, portanto sem a fase de lavagem. Desta forma, acredita-se que toda a estrutura desmineralizada seja hibridizada. Os autores apresentaram as marcas comerciais mais significativas dos sistemas adesivos auto-condicionantes: Adper Prompt L-Pop (3M ESPE), One-Up Bond F (Tokuyama) e também os que apresentam *primers* autocondicionantes Tyrian SPE (Bisco), Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray), Clearfil SE Bond (Kuraray), Fluoro Bond (Shofu), UniFil Bond (GC). Os autores concluíram que os novos sistemas são promissores e constituem uma boa alternativa para casos específicos, sobretudo porque facilitam a técnica adesiva e garantem menor influência de variáveis inerentes ao processo. Entretanto, requerem mais estudos clínicos para que, segundo os autores, seja possível afirmar se esses sistemas adesivos podem ou não ser considerados substitutos dos adesivos com condicionamento ácido prévio.

Em 2003, Dutra-Corrêa et al. realizaram um estudo micromorfológico das dentinas humana e bovina, com o objetivo de normatizar o uso de dentes bovinos como substitutos dos dentes humanos em pesquisas científicas. Os autores utilizaram dentes bovinos recém-extraídos fixados em formol a 10%, por 24 h e conservados em formol a 2% até o momento da preparação das lâminas. Dez lâminas

preparadas pelo método de desgaste e cem lâminas preparadas por descalcificação, foram coradas pelos métodos de HE e Tricrômico de Masson. Com base no estudo das lâminas, os autores concluíram que a dentina bovina apresenta maior número de túbulos dentinários nas proximidades do tecido pulpar e menor número próximo ao limite amelo-dentinário, como ocorre na dentina humana. Com relação ao diâmetro dos túbulos, foi observado que, ao contrário do que ocorre na dentina humana, os túbulos dentinários da dentina bovina têm maior diâmetro próximo do limite amelo-dentinário, sendo que o diâmetro diminui nas proximidades da polpa. A distribuição da dentina intertubular bovina nas proximidades da polpa não é uniforme ao longo do dente e a dentina bovina possui estruturas tubulares que foram denominadas “estruturas tubulares dentinárias”, e estão presentes tanto na coroa como na raiz, sendo mais freqüentes na coroa e não apresentam distribuição regular. Os autores observaram também que, quando se utilizam dentes bovinos na região próxima à polpa simulando procedimentos de hibridização dentinária, há menor permeabilidade e maior área de dentina intertubular, devido ao menor diâmetro dos túbulos dentinários, contrariamente à dentina humana. Nas áreas próximas ao esmalte encontraram menor número de túbulos com maior diâmetro, tornando esta região menos mineralizada e mais permeável. Estas diferenças de permeabilidade e quantidade de conteúdo aquoso no fluido dentinário podem influenciar nos testes de microinfiltração e resistência à tração e cisalhamento, pois estão diretamente ligados à eficiência da hibridização. Verificaram que os dentes bovinos utilizados em incidência e profundidade aleatórias podem alterar os resultados em testes de adesão e microinfiltração, quando comparados à dentina humana. Não há, morfologicamente, na dentina bovina uma região idêntica à dentina humana; mas a região que a dentina bovina mais se assemelha à dentina humana é em corte transversal, na região mediana, área de dentina primária próximo à polpa; e que são necessários outros estudos para complementar seus achados.

Lopes et al. (2003) compararam a resistência ao cisalhamento obtida em dentina e esmalte humanos com dentina e esmalte bovinos. Para isso, utilizaram quarenta coroas de dentes humanos e 40 coroas de dentes bovinos. As amostras foram cortadas e preparadas, recebendo um dos seguintes adesivos: Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray) ou Scotchbond Multi-Purpose (3M), em associação à resina Z100 (3M). As amostras foram submetidas ao cisalhamento e os resultados demonstraram que para o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 não houve diferença estatística em esmalte e dentina. Mas o Scotchbond Multi-Purpose apresentou diferença estatística em dentina, sendo a resistência ao cisalhamento em dentina bovina maior do que em dentina humana.

Perdigão et al. (2003) testaram a seguinte hipótese: um sistema adesivo com *primer* auto-condicionante poderia resultar em menor sensibilidade pós-operatória que um sistema convencional com condicionamento ácido prévio. Os pacientes foram selecionados com base na necessidade de restaurações classe I e II em molares e pré-molares. Foram confeccionadas 30 restaurações com Clearfil SE Bond e Clearfil AP-X (Kuraray) e 36 restaurações com Prime & Bond NT e Esthet-X (Dentsply). Os preparos cavitários foram padronizados, com todas as margens em esmalte. Sob isolamento absoluto, os pesquisadores condicionaram as paredes de esmalte e dentina com o *primer* auto-condicionante (para o Clearfil SE Bond) ou condicionaram com ácido fosfórico 34% (para o Prime & Bond NT), seguindo-se a aplicação do correspondente adesivo. As restaurações foram avaliadas no pré-operatório e após duas semanas, oito semanas e seis meses. Os fatores considerados foram: sensibilidade pós-operatória ao frio, ao ar e às forças mastigatórias, assim como a descoloração marginal. Os resultados revelaram que não houve diferença significativa entre os adesivos em todos os períodos de tempo avaliados. A descoloração marginal foi considerada ausente em todas as restaurações e apenas um dente

apresentou sensibilidade às forças oclusais após seis meses. Concluíram que o Clearfil SE Bond não diferiu do Prime & Bond NT em relação à sensibilidade pós-operatória e na descoloração marginal. Sugerem que a sensibilidade pós-operatória pode estar associada muito mais à técnica do que ao tipo de sistema adesivo utilizado.

Em 2004, Behr et al. compararam a adaptação marginal de um novo cimento resinoso auto-adesivo de apenas um passo clínico (RelyX Unicem), com cimentos já estabelecidos e seus correspondentes sistemas adesivos. Coroas totalmente cerâmicas foram cimentadas a molares humanos com o cimento auto-adesivo (sem e com a etapa de tratamento da superfície do substrato), um cimento que remove a camada de *smear layer* e um cimento resinoso com sistema adesivo que dissolve a *smear layer*. Após a simulação de cinco anos de uso oral, a adaptação marginal foi avaliada por meio da infiltração e MEV. O MEV mostrou que todos os agentes cimentantes investigados mostraram valores comparáveis, variando entre 88 % - 98 % (média). Na infiltração, o sistema auto-adesivo teve resultado significativamente mais baixos (18 % - 25 %). Os resultados indicam que o cimento auto-adesivo sem pré-tratamento pode proporcionar uma adaptação marginal em dentina, que é comparável aos agentes de cimentação já estabelecidos.

Rosentrit et al., em 2004, investigaram, *in vitro*, a adaptação marginal de *inlays* cerâmicas (MOD), que foram cimentados com cimentos resinosos convencionais e seus sistemas adesivos, e um novo tipo de cimento (auto-adesivo), que não exige qualquer tratamento de superfície. A adaptação marginal dos *inlays* cerâmicos foi determinada com MEV e testes de microinfiltração. A integridade marginal de cada dente foi avaliada na região da junção cimento-dentinária e amelo-cementária, com relação às transições entre dente-cimento e cimento/*inlay*. As *inlays* foram cimentadas sobre molares humanos, com dois cimentos resinosos, um compômero, um ionômero de vidro modificado por resina e um cimento resinoso auto-adesivo, os tratamentos

prévios foram seguidos de acordo com os fabricantes. Todos os testes foram realizados após a ciclagem térmica e mecânica de carga (CMMC). Para os cimentos resinosos e o cimento auto-adesivo, a integridade marginal foi superior a 90% antes e após CMMC. A adaptação marginal foi entre 55%-80% para o ionômero de vidro modificado por resina e inferior a 20% para o Compômero. A microinfiltração foi inferior a 20% para todos os cimentos, apenas o Compômero apresentou valores até 100% de penetração. Concluíram que a diferença na integridade marginal entre o novo cimento resinoso (auto-adesivo) sem qualquer pré-tratamento do dente, e os cimentos convencionais após condicionamento ácido total e *primer* não foi significativa. Cimentos de compômero não devem ser utilizados com restaurações de cerâmica em cavidade tipo II.

Saraçoglu et al. (2004) realizaram um estudo cujo objetivo foi avaliar o efeito de vários tratamentos de superfície sobre a resistência de união entre uma cerâmica injetável sob calor à base de leucita e um cimento resinoso. Foram confeccionadas 198 amostras de IPS Empress (Ivoclar Vivadent) que foram divididas aleatoriamente em nove grupos (n=22). Vinte amostras de cada grupo foram ensaiadas e as outras duas foram preparadas para serem analisadas em MEV. Os nove grupos do estudo foram os seguintes: grupo 1 - condicionamento com ácido fluorídrico 4,9% por 10 s; grupo 2 - condicionamento com ácido fluorídrico 4,9% por 20 s; grupo 3 - condicionamento com ácido fluorídrico 4,9% por 40 s; grupo 4 - condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 10 s; grupo 5 - condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 20 s; grupo 6 - condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 40 s; grupo 7 - condicionamento com ácido ortofosfórico 40% por 40 s; grupo 8 - jateamento com óxido de alumínio 50 µm e grupo 9 - asperização com ponta diamantada. Em seguida todas as amostras foram limpas com jato de ar/água e colocadas com ultra-som com água destilada por 10 min. Todas as amostras foram silanizadas e em seguida procedeu-se a cimentação adesiva. As amostras foram armazenadas em água destilada

por um mês até a realização do ensaio de cisalhamento. Os resultados mostraram que houve uma diferença estatística significativa entre as médias de resistência de união dos grupos. O valor mais baixo foi obtido pelo grupo condicionamento com ácido ortofosfórico 40% por 40s ( $12,6 \pm 2,0$  MPa). Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos tratados com ácido fluorídrico. O jateamento com óxido de alumínio 50  $\mu$ m e asperização com broca foram mais eficientes que o condicionamento com ácido ortofosfórico a 40% por 40 s. O condicionamento com ácido fluorídrico foi mais efetivo independentemente da concentração e do tempo de condicionamento. A análise pelo MEV revelou diferenças nos padrões topográficos entre os grupos do condicionamento ácido. Os autores concluíram que o condicionamento com ácido fluorídrico produziu os maiores valores de resistência de união que os outros métodos. Os valores de resistência de união foram diretamente proporcionais a um aumento de tamanho e profundidade dos poros. O condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% por 40 s (grupo 6) obteve os maiores valores de resistência de união em comparação aos outros métodos e as outras concentrações e tempos de condicionamento ácido.

Soares et al. (2004) avaliaram o efeito do tratamento mecânico e químico da superfície de resinas compostas na resistência adesiva a microtração a um cimento resinoso. As resinas utilizadas (Targis e Solidex) foram polidas com lixas de granulação 600 por 15 s em divididas em seis grupos: (CO) lixas de granulação 600, (SI) silanização por 30 s, (AS) jateamento com óxido de alumínio com 50  $\mu$ m por 10 s, (HA) ácido fluorídrico a 10% por 30 s e enxágüe com água, (HA + SI) e (SA + SI). Sobre as superfícies das resinas, foi aplicada uma fina camada de adesivo (Single Bond) e cimento resinoso (RelyX ARC) sob uma carga de 500g por cinco minutos para padronizar a espessura de cimento. Foram obtidos palitos com 0,8 mm<sup>2</sup> de área transversal. Os resultados obtidos variaram de 26,66 para 56,11 MPa para o grupo CO; de 20,84 a 49,43 MPa para o grupo SI; 23,06 a 53,05 MPa para AS; 32,04 a 39,38

MPa para HA; 29,27 a 32,90 MPa para o HA + SI e 86,61 a 105,17 MPa para SA + SI. Concluíram que a adesão de resinas compostas indiretas aos cimentos resinosos depende da retenção micro-mecânica promovida pelo jateamento com óxido de alumínio e da adesão química formada pelo silano por meio das partículas inorgânicas expostas.

Para avaliar a resistência de união de sistemas auto-condicionantes e de condicionamento total em dentina de dentes decíduos e permanentes, Senawongse et al. (2004) utilizaram fatias de dentina obtidas de 24 dentes permanentes e decíduos. Essas fatias foram desgastadas com lixas granulação 600 e aleatoriamente divididas em 4 grupos de modo que cada tipo de sistema adesivo fosse utilizado em cada tipo de dentina. A resistência de união foi avaliada através do método de micro-cisalhamento. Não foram encontradas diferenças entre os sistemas adesivos testados, entretanto o tipo de dentina (decídua ou permanente) influenciou na resistência da união. Para todos os grupos, encontraram-se falhas adesivas ou coesivas em dentina.

Ainda em 2004, Tapety et al., em um estudo de revisão de literatura, analisaram quais tratamentos de superfície, tipos de cimento, associação adesivo/agente cimentante, são mais adequados para cada tipo de material restaurador (cerâmica ou resina composta). E concluíram:

a) os cimentos resinosos são os mais apropriados para uso em associação às restaurações indiretas em porcelana pura e resina composta;

b) para os cimentos resinosos, a forma de polimerização dual parece ser a mais recomendada, garantindo melhores propriedades mecânicas. No entanto, a fotoativação é imprescindível, pois a fase química não garante polimerização completa e dureza satisfatória;

c) para as resinas compostas indiretas, o jateamento com óxido de alumínio da superfície interna parece ser essencial previamente a qualquer tratamento adicional;

d) a aplicação de silano pode ser realizada para cimentação de resina indireta, pois não parece influenciar negativamente na adesão.

Piwowarczyk et al., em 2004, determinaram a resistência adesiva ao cisalhamento de agentes cimentantes para ligas metálicas com alto teor de ouro e diferentes composições de cerâmicas odontológicas: óxido de alumínio densamente sinterizadas (Procera AllCeram), reforçada com leucita (IPS Empress) e a base de dissilicato de lítio (IPS Empress II). Foram confeccionados espécimes metálicos retangulares de 15 mm de comprimento, 8 mm de largura e 2 mm de altura. Da cerâmica densamente sinterizada foram confeccionados com 12 mm de comprimento, 6 de largura e 2 mm de altura. Os espécimes da cerâmica reforçada por leucita e de dissilicato de lítio foram cilíndricos, medindo 13 mm de altura por 2 mm de espessura, e foram jateados com partículas de óxido de alumínio (100  $\mu$ m) com 1 bar de pressão. Os substratos foram embutidos em anéis de plástico (19mm X 12 mm) em resina epóxi. Após 24 h à temperatura ambiente, sofreram desgastes com lixas de SiC (600). Os espécimes foram limpos em ultrassom com isopropanol por 3 min. As superfícies da liga com alto teor de ouro e do Procera AllCeram foram jateadas com partículas de óxido de alumínio (100  $\mu$ m) com pressão de 2,8 bar, a uma distância de 10 mm, durante 10 s. As superfícies da IPS Empress e IPS Empress II, sofreram condicionamento com ácido fluorídrico, com concentração menor que 5%, por 90 s e 20 s, respectivamente, e aplicação de silano por 60 s. Doze cimentos foram utilizados: 1 de fosfato de zinco (Fleck's zinc cement); 3 de ionômero de vidro (Fuji I, Ketac-Cem); 3 de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Plus, Fuji Cem, RelyX Luting); 4 cimentos resinosos (RelyX ARC, Panavia F, Variolink II, Compolite) e 1 cimento resinoso auto-adesivo (RelyX Unicem). Metade dos espécimes (n = 10) foi testados após 30 min; a outra metade (n = 10) foram armazenados em água destilada a 37°C durante 14 dias e, em seguida, termociclados (1000

ciclos entre 5°C e 55°C) antes do ensaio. A resistência adesiva ao cisalhamento foi verificada em uma máquina de ensaios universal, em velocidade constante de 0,5 mm/min. Concluíram que, após 14 dias de armazenamento em água e a termociclagem, apenas o auto-adesivo RelyX Unicem e dois cimentos resinosos (Panavia F e Compolute) apresentaram forte adesão aos específicos materiais de prótese, e os cimentos (fosfato de zinco, ionômeros de vidro e ionômeros de vidro modificados resina) apresentaram os menores valores de resistência de união em comparação em todos os materiais testados.

De Munck et al. (2004) avaliaram o desempenho de um novo cimento auto-adesivo (RelyX Unicem / 3M ESPE) em esmalte e dentina de 18 terceiros molares humanos não cariados, utilizando o teste de micro-tração ( $\mu$ TBS) e verificaram a interação entre o material e a dentina, por meio de microscopia eletrônica de alta resolução. Uma planificação do esmalte vestibular e lingual foi alcançada com a utilização brocas de alta rotação. Sobre essas áreas foram cimentados blocos de resina composta laboratorial Paradigma / 3M ESPE, com e sem condicionamento ácido prévio. Os espécimes de dentina foram obtidos através da remoção do terço oclusal dos dentes, onde as superfícies foram controladas por meio de estereomicroscópio, e foi produzido um padrão de *smear layer* através da remoção de uma fina camada da superfície, utilizando-se brocas diamantadas de alta rotação com granulação média (100  $\mu$ m). O procedimento de cimentação foi aplicado na sequência da metodologia descrita anteriormente. Os grupos controles foram cimentados com Panavia F (Kuraray). Após estocagem de 24 h em água, os dentes foram seccionados perpendicularmente à interface adesiva, obtendo-se palitos retangulares com 1,8 mm de comprimento por 1,8 mm de largura. Estes espécimes foram aparados até a forma de ampulheta, com medidas de 1,2 mm de diâmetro na região da interface, e fixados em um dispositivo com cianocrilato, para o ensaio de micro-tração. O resultado da  $\mu$ TBS para o RelyX Unicem em esmalte foi

significativamente menor que a do grupo controle, enquanto que na dentina não houve diferença estatisticamente significativa. O condicionamento ácido prévio em esmalte proporcionou o mesmo nível de resistência adesiva que a do grupo controle, mas foi prejudicial para a eficácia da adesão na dentina. A avaliação morfológica demonstrou que o RelyX Unicem revelou que interagiu apenas superficialmente com esmalte e dentina, e que é necessária a aplicação de um pouco de pressão para garantir uma estreita adaptação do cimento junto à parede da cavidade, assim, foi produzido um melhor resultado de resistência de união do cimento auto-adesivo com o esmalte.

Em uma crítica revisão da literatura, De Munck et al.(2005) examinaram os processos fundamentais que causam a aderência dos biomateriais em esmalte e dentina a degradar com o tempo. A longo prazo, a eficácia de alguns adesivos cai drasticamente, enquanto a adesão de outros são mais estáveis. Restaurações classe V, em dentes não cariosos, continuam a ser o último método para avaliar a eficiência de adesão, entretanto, além do alto custo e tempo de mão-de-obra que consomem, oferecem poucas informações sobre a verdadeira causa do fracasso clínico. Assim, vários protocolos laboratoriais foram desenvolvidos para prever a durabilidade. Este artigo avaliou criticamente metodologias que se concentrem na degradação química e nos padrões de hidrólise dos componentes de interface, bem como a orientação dos testes mecânicos, como fadiga e resistência à fratura. A correlação de dados *in vitro* e *in vivo* revelou que, atualmente, a maioria dos métodos para avaliar a durabilidade da adesão envolve envelhecimento de micro-espécimes colados em esmalte ou dentina. Após aproximadamente de 3 meses, todas as classes de adesivos exibiram evidente degradação mecânica e morfológica, assemelhando-se aos efeitos *in vivo*. Uma comparação entre os adesivos contemporâneos revelou que os de “três-passos” (condiciona e lava) continuam a ser o "padrão ouro" em termos de durabilidade. Qualquer tipo de simplificação no procedimento clínica

resulta em perda da eficácia da adesão. Apenas os de “dois-passos”, dos adesivos auto-condicionantes, se aproximam do “padrão-ouro”.

O desafio de condicionar e hibridizar a dentina simultaneamente com adesivos auto-condicionantes foi estudado por Carvalho et al. em 2005. Espécimes da superfície de dentina de terceiros molares humanos foram submetidos à adesão com cinco adesivos auto-condicionantes de aplicação em passo único e cinco adesivos auto-condicionantes de dois passos. Fatias de 1,0 mm, contendo as interfaces de resina-dentina, foram imersas em solução aquosa de 50% de nitrato de prata e processadas para a análise ao MET. Uma zona de dentina parcialmente condicionada, mas não infiltrada por resina, foi identificada abaixo da camada híbrida nas versões de acidez moderada dos dois tipos de sistemas adesivos autocondicionantes testados. Esta hibridização foi caracterizada pela ocorrência de depósitos de prata ao longo dos espaços interfibrilares do colágeno mineralizado. Os espaços interfibrilares infiltrados por prata foram claramente observados para os adesivos de passo único Xeno III, iBond, Brush & Bond e um adesivo experimental. Também foram observados, ocasionalmente, e em menor espessura para os adesivos de dois passos Clearfil SE Bond e Clearfil Protect Bond. Os adesivos testados, de maior acidez exibiram uma transição abrupta entre a dentina desmineralizada e mineralizada e foram isentos dos espaços interfibrilares infiltrados por prata na base da camada híbrida. A infiltração incompleta de resina observada em alguns adesivos auto-condicionantes pode estar relacionada com a reduzida acidez de seus monômeros acídicos na base da zona hibridizada, ou pela presença de componentes adesivos acídicos não-polimerizáveis, criando sítios potencialmente degradáveis por hidrólise na união destes adesivos auto-condicionantes. Os autores observaram evidências morfológicas da discrepância entre a profundidade de desmineralização e a profundidade de infiltração dos monômeros acídicos em alguns adesivos auto-condicionantes de acidez moderada.

Van Meerbeek et al. (2005) preocupados com a sensibilidade técnica dos adesivos auto-condicionantes de um passo técnico, discutiram os principais pontos negativos inerentes a estes sistemas. Assim, consideraram que, além da formação da camada híbrida, os adesivos auto-condicionantes poderiam oferecer a vantagem adicional de formar uma interação química entre os monômeros funcionais e a hidroxiapatita residual. Contudo, os adesivos auto-condicionantes de um passo técnico são comumente associados com uma baixa resistência de adesão, a qual poderia ser atribuída em parte à dissolução de monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos em uma relativamente alta concentração de solventes. Dentro desta mistura instável, a presença da água também é essencial como um meio de ionização para desencadear a atividade auto-condicionante do adesivo. Por serem altamente hidrofílicos, os adesivos auto-condicionantes de um único passo têm sido reportados como uma membrana semipermeável, permitindo a passagem de fluidos e comprometendo seriamente a durabilidade de união. Pesquisas recentes também têm revelado que os adesivos de um passo sem a presença de HEMA seriam propensos a uma separação de fase, a qual seria responsabilizada pela baixa efetividade na adesão. Entretanto, empregando-se uma técnica apropriada de secagem ou de evaporação do solvente a efetividade de união seria aumentada, por remover substancialmente a quantidade de água destes adesivos.

Schulze et al. (2005) estudaram o sistema adesivo com *primer* auto-condicionante Clearfil SE Bond (Kuraray) em comparação ao adesivo monocomponente com condicionamento ácido prévio Single Bond (3M ESPE), no que se refere à umidade da superfície dentária. Para isso, utilizaram 18 espécimes com diferentes características de substrato (extremamente molhado, úmido, seco, ressecado e normal), que foram analisados em MEV. Os resultados demonstraram que o Clearfil SE Bond não demonstrou alterações entre os grupos, enquanto que o Single Bond

apresentou diferenças significantes entre os grupos, especialmente após a secagem da superfície.

Em um estudo, Abo-Hamar et al. (2005) avaliaram o desempenho adesivo de um novo cimento universal auto-adesivo RelyX Unicem (RXU) ao esmalte e dentina, comparando-o a quatro agentes cimentantes utilizados na atualidade, utilizando o teste de cisalhamento para testar a resistência adesiva, com e sem termociclagem. As médias da resistência de adesão foram determinadas após 24 h de armazenamento, e após termociclagem (6000 ciclos / 5°C – 55°C). Duzentos terceiros molares humanos não-cariosos foram coletados solução de cloramina em 0,5%, limpos e armazenados em água destilada (4°C) durante um máximo de 6 meses até a sua utilização. Os dentes foram embebidos em resina acrílica quimicamente ativada. Foram aplainados com uma série de lixas de SiC, terminando com a de granulação 600, em uma politriz até se obter uma área de aproximadamente 4 mm de diâmetro em esmalte e dentina. A superfície dentinária ficou a uma distância de 1,5 mm – 2,0 mm da polpa. Para cada tipo de substrato, os espécimes (n = 100) foram divididos aleatoriamente em dez grupos de dez espécimes cada (com e sem termociclagem para cada um dos cinco sistemas cimentantes). Investigaram quatro cimentos resinosos: RelyX Unicem (RXU); Syntac / Variolink (Sync/V); Ed-Primer II / Panavia F (EDII/PF2); Prime & Bond NT / Dyract Cem Plus (PBNT/DyCP) e um cimento de ionômero de vidro Ketac Cem Maxicap (KetC). Em todas as superfícies, após tratamento adequado, uma matriz de politetrafluoretileno foi usada para criar um cilindro dos agentes cimentantes (3 mm de diâmetro e 4 mm de altura). Os agentes cimentantes foram colocados em dois incrementos e cada um foi polimerizado por 40 s. A intensidade de luz (500 mW/cm<sup>2</sup>) foi controlada por um radiômetro. Antes do ensaio de cisalhamento os espécimes de cada agente cimentante, para cada tipo de substrato, ou foram armazenados a 37°C em água destilada por 24 h, ou sofreram

termociclagem (TC) para um total de 6.000 ciclos (5°C – 55°C). A resistência de união ao cisalhamento foi determinada de acordo com a ISO / TS 11405:2003 utilizando uma máquina universal de ensaios (Zwick 010, Ulm, Alemanha), a uma velocidade de 0,75 mm / min. Um cinzel em forma de haste foi colocado a uma distância de 200 µm paralelamente à zona de interface adesivo/substrato. A força da resistência adesiva foi calculada em MPa. As áreas de falha foram inspecionadas visualmente sob um estereomicroscópio (Wild M420, Leica Heerbrugg, Suíça) em 32 vezes de ampliação, para determinar os tipos da fratura. O tipo de fratura de cada espécime foi observado e classificado em uma de três categorias: a) Adh / Padh: fratura completa do adesivo na interface adesiva (substrato/material) e/ ou parcialmente adesiva, onde remanescentes da material cimentante permaneceu aderente à superfície do substrato; b) CohC: fratura coesiva do material cimentante e c) Adh / CohC: fratura mista; fratura adesiva na interface adesiva (substrato/material), combinada com coesiva do material cimentante. A resistência adesiva (MPa) no esmalte, sem termociclagem, para o grupo RXU (14,5) foi significativamente menor que os grupos Sync/V (32,8), EDII/PF2 (23,6) e PBNT/DyCP (17,8), mas foi superior grupo KetC (6,1). Após a termociclagem, em esmalte, a resistência do cimento RXU diminuiu significativamente, mas ainda permaneceu superior, significativamente, ao grupo do cimento de ionômero de vidro (KetC). Em dentina, a resistência adesiva do cimento RXU não foi diferente, estatisticamente dos outros cimentos resinosos, porém significativamente superior ao KetC (cimento de ionômero de vidro). Os autores afirmaram que, pelo método adotado na pesquisa, o tipo de substrato afeta a resistência adesiva dos cimentos testados. Ainda mencionam que esse cimento, de acordo com os dados deste estudo, não é o ideal para cimentação de *inlays* e coroas parciais, onde uma considerável área de esmalte está presente. Concluem, dentro das limitações deste estudo in vitro, a utilização do RelyX Unicem, que tem o processo de cimentação simplificado, pode ser considerada uma

alternativa aos sistemas cimentantes atualmente utilizados para cerâmica, cerâmica de alta resistência e restaurações de bases metálicas, nos casos em que pouco ou nenhum esmalte é encontrado. A termociclagem não afetou significativamente a resistência adesiva dos sistemas de cimentação testados na dentina, mas afetou consideravelmente suas forças de ligação ao esmalte.

Anido, ainda em 2005, comparou a dentina humana e bovina quanto à profundidade de desmineralização com ácido fosfórico a 37% e com *primer* ácido e quanto à espessura de hibridização, empregando um sistema adesivo convencional (Single Bond / 3M ESPE) e um auto-condicionante (Clearfil SE Bond / Kuraray), seguindo as instruções dos fabricantes. As amostras foram analisadas em MEV e revelaram maior profundidade de desmineralização e espessura de hibridização para o sistema convencional; os substratos, humano e bovino, apresentaram comportamento similar durante os procedimentos adesivos, mostrando que o substrato bovino pode ser considerado como substituto do humano para testes laboratoriais em primeira instância.

Em 2006, Velasquez et al. avaliaram a resistência ao cisalhamento de três sistemas adesivos auto-condicionantes ao esmalte e dentina, aplicados com ou sem agitação em três diferentes tempos. Cento e oitenta molares humanos hígidos tiveram a superfície oclusal de esmalte aplainada com lixa de SiC (600), e foram divididos em 18 grupos de 10 dentes. Os adesivos Clearfil SE Bond (Kuraray), AdheSE (Ivoclar Vivadent) e Xeno III (Dentsply) foram aplicados sobre o esmalte pelos tempos de 10, 20 ou 30s com ou sem agitação. Após a fotoativação dos adesivos, foi aplicada a resina composta Z100 (3M ESPE) e fotoativada por 40 s. As amostras foram armazenadas em água destilada em temperatura ambiente, para posterior teste de cisalhamento, com velocidade de 1 mm/min. Após o ensaio, as amostras foram desgastadas com lixas de SiC 400 e 600, até a obtenção de uma superfície plana de dentina. O mesmo protocolo foi seguido para o preparo e teste da amostra

em dentina. Em esmalte, os resultados demonstraram que a agitação não melhorou a adesão e o tempo de aplicação de 30s foi estatisticamente superior aos demais. O adesivo Clearfil SE Bond obteve desempenho significativamente superior em esmalte, seguido do Xeno III, que foi superior ao AdheSE. Em dentina, a agitação aumentou a resistência adesiva do Clearfil SE Bond no tempo de aplicação de 10s e 20s, enquanto que para o AdheSE e Xeno III a agitação produziu uma melhora na adesão no tempo de 20s. Os autores concluíram que o sucesso clínico na utilização destes sistemas adesivos depende da manipulação adequada de cada material, devido às diferenças em sua composição.

Em 2006, Gerth et al. estudaram as propriedades físicas e químicas dos cimentos resinosos RelyX Unicem (3M ESPE) e Bifix (VOCO). Foram analisados em relação à sua composição elementar, morfologia e reação de polimerização. A adesão dos materiais à hidroxiapatita (HAP) também foi estudada. Os principais componentes foram analisados por XPS (espectroscópio por fotoelétron de raio-x) e EDX (análise dispersiva de raio-x). Além disso, a morfologia foi analisada por meio de MEV e os produtos da reação de polimerização foram investigados utilizando GPC (cromatografia permeável por gel). O XPS também foi aplicado para estudar os mecanismos para colagem em HAP. Encontraram que as partículas inorgânicas dos produtos são compostas por Al (alumínio), Si (silício), Na (sódio) e lã de vidro. No cimento Bifix está incorporado estrôncio e bário, e no cimento RelyX Unicem estrôncio e lantânio, para radiopacidade. RelyX Unicem contém cerca de 10% de flúor e 2% de  $\text{Ca(OH)}_2$ , enquanto que Bifix compreende 2% de flúor. Após a polimerização, produtos de reação de  $10^5$  -  $10^6$  g/mol foram identificados com o RelyX Unicem. A reação com o HAP gera átomos de cálcio com uma reduzida energia vinculada. Eles agem como um elétron receptor e mostra a interação química entre os cimentos e HAP. RelyX Unicem reagiu com 86% dos átomos de cálcio, em comparação com 65% do Bifix. A intensa interação química de RelyX Unicem com HAP parece ser

relevante para os aspectos clínicos e explica as propriedades mecânicas o produto.

Magne e Cascione (2006) determinaram diferenças na resistência da união adesiva, por meio da microtração, entre um cimento resinoso e uma cerâmica feldspática confeccionada por duas técnicas: troquel refratário e cerâmica termo-injetada. O efeito da limpeza pós-condicionamento também foi investigado. Dezesseis pares de blocos cerâmicos (7 mm x 8 mm x 4 mm) foram confeccionados. Oito pares foram fabricados usando cerâmica feldspática (D-B4) pela técnica do troquel refratário. Quatro deste pares foram revestidos com a pasta (Ducera Lay Connector Paste; Grupo CON) como uma cerâmica de ligação, e os outros quatro pares foram revestidos com uma porcelana translúcida (CLO; Grupo CLO). Os outros oito pares foram fabricados usando a técnica de injeção (Authentic porcelain SL B00+; Grupo AUTH e AUTH-N). O condicionamento das superfícies cerâmicas foi realizado com o jateamento com partículas abrasivas seguido da aplicação do ácido fluorídrico (todos os grupos). A limpeza foi realizada com um pincel / ácido fosfórico / e imersão em banho ultra-sônico (exceto o Grupo AUTH-N). Todos os espécimes foram então silanizados, secos, e os blocos da mesma cerâmica foram cimentados uns aos outros usando um adesivo (Optibond FL) e um compósito (Z100). Os espécimes foram armazenados em água por 24h, para a aplicação do teste de microtração. Dez fatias (0,9 mm x 0,9 mm x 8mm) para cada par de blocos foram selecionadas para o teste. Um bloco de cada grupo foi analisado para se definir o tipo de falha, por meio da microscopia óptica e MEV. Os resultados mostraram que os valores de resistência da união adesiva a microtração dos grupos CLO (46,3 MPa) e AUTH (49,7 MPa) não diferiram estatisticamente entre si. Já para os grupos CON e AUTHN, os valores médios de resistência adesiva foram estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) em relação aos outros 3 grupos. A microscopia óptica revelou uma quantia significativa de resíduos brancos para todos os grupos, como resultado do

condicionamento com ácido fluorídrico. A limpeza com pincel e ácido fosfórico a 37,5% por 1 min resultou na remoção dos resíduos cristalinos. A análise por MEV dos espécimes submetidos à limpeza por ácido fosfórico apenas revelou resíduos contaminando a superfície condicionada. Esses foram eficientemente removidos após a limpeza sônica. A análise por MEV das fatias fraturadas demonstrou uma tendência de falhas mistas para os grupos CON e AUTH-N, envolvendo a resina composta e a superfície cerâmica, por outro lado, as falhas dos grupos CLO e AUTH estavam confinadas na resina composta. Os autores concluíram que para aumentar a resistência adesiva da cerâmica refratária foi recomendada a limpeza da cerâmica translúcida, para ser usada como um selador do troquel refratário ao invés da pasta de ligação. A cerâmica reforçada por leucita (técnica de termo-injeção) exibiu os maiores valores de resistência adesiva a microtração (49,7 MPa). A ausência da limpeza pós-condicionamento resultou em uma diminuição de mais de 50% nos valores de resistência adesiva (24,1 MPa), porque o condicionamento com ácido fluorídrico gerou uma quantia significativa de resíduos superficiais. A aplicação do ácido fosfórico com um pincel e a imersão em banho ultra-sônico promoveu remoção dos resíduos cristalinos da superfície condicionada.

No ano de 2007, Hikita et al. estudaram a eficácia da adesão de cinco cimentos adesivos em dentina e esmalte, utilizando diferentes procedimentos, por meio do teste de microtração. Superfícies de esmalte e dentina, de terceiros molares humanos, foram aplainadas utilizando-se brocas diamantadas em alta rotação. Blocos de resina composta (Paradigm, 3M ESPE) foram cimentados usando Linkmax (LM; GC Corp.), Nexus 2 (NX; Kerr), Panavia F (PN; Kuraray), RelyX Unicem (ONU; 3M ESPE) e Variolink II (VL; Ivoclar-Vivadent), seguindo estritamente as instruções dos fabricantes. Para alguns agentes cimentantes, foram também testados procedimentos modificados, resultando em quatro outros grupos experimentais: Prompt L-Pop + RelyX

Unicem (PLP + UN; 3M ESPE), Scotchbond Etchant + RelyX Unicem (SE + UN; 3M ESPE), OptiBond Solo Plus Activator + Nexus 2 (ACT + NX; Kerr) e K-Etchant gel + Panavia-F (KE + P; Kuraray). Os grupos experimentais foram classificados de acordo tipo de adesão: auto-adesivos (UN), convencionais (condicionar-e-lavar) (ACT + NX, NX, KE + P, SE + UN e VL quando aderidos ao esmalte) e adesivos auto-condicionantes (LM, PLP + ONU, PN e VL quando aderido à dentina). Os espécimes foram armazenados por 24h em água destilada a 37°C antes dos testes de micro-tração. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para determinar a diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) entre os grupos experimentais. Como resultados, apresentaram que quando ligado ao esmalte, os grupos ACT + NX (15 MPa) e UN (19,6 MPa) foram significativamente inferiores os grupos VL (49,3 MPa), LM (49,2 MPa), PN (35,4 MPa) e SE + UN (35,2 MPa), enquanto o grupo PLP + UN (23,5 MPa) apresentou um número significativamente menor que VL (49,3 MPa) e LM (49,2 MPa). Não foram observadas diferenças significativas entre VL (49,3 MPa), LM (49,2 MPa), NX (37,9 MPa), KE + PN (38,8 MPa), PN (35,4 MPa) e SE + UN (35,2 MPa). Em dentina, todos os agentes ligados cimentantes se apresentaram igualmente eficazes (UN: 15,9 MPa; LM: 15,4 MPa; PN: 17,5 MPa; NX: 22,3 MPa), exceto VL (1,1 MPa), SE + UN (5,9 MPa) e ACT + NX (13,2 MPa). O grupo VL revelou, excepcionalmente, um elevado número de falhas pré-teste, provavelmente devido a um efeito combinado da não polimerização do adesivo separadamente, e de insuficiente polimerização do agente cimentante. Em uma correta sequência do processo de aplicação cimentos convencionais, os auto-condicionantes e os auto-adesivos são igualmente eficazes na adesão ao esmalte e dentina. Vários fatores influenciaram negativamente a resistência adesiva, tais como a cimentação do RelyX Unicem em esmalte sem prévio condicionamento com ácido fosfórico e a não separação da polimerização de um adesivo antes da cimentação, a utilização de uma dupla polimerização adesiva, e

o uso de uma dupla polimerização dos agente cimentante com uma baixo potencial de autopolimerização.

Al-Assaf et al. (2007) avaliaram as características de cinco cimentos resinosos, incluindo resistência de união, falhas, extensão da desmineralização, mudanças morfológicas e formação de camada híbrida. Os produtos testados foram Bistite II DC (BDC), C&B Super-Bond (CBM), M-Bond (MBD), Panavia F (PAF) e RelyX Unicem (RXU). Terceiros molares com coroas intactas foram extraídos, incluídos em resina epóxica até a região cervical. Após a inclusão as coroas foram seccionadas horizontalmente a 1,0 mm de distância da junção esmalte-dentina, e suas superfícies foram polidas com lixas de SiC (320-600). O corte e o polimento foram realizados sob refrigeração. As superfícies polidas foram cobertas por uma fita adesiva ( $100 \pm 10 \mu\text{m}$  de espessura), proporcionando furos (2 mm de diâmetro) localizados no centro da dentina, para normatizar a área adesiva dos espécimes. Cinquenta espécimes foram preparados e divididos em cinco grupos ( $n=10$ ). Seguindo as instruções de cada fabricante, sobre a dentina de cada espécime, foram cimentadas hastes metálicas (2,5 mm de diâmetro) previamente jateadas com partículas de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $110 \mu\text{m}$ ), o excesso do cimento foi removido cuidadosamente. Os espécimes sofreram a colagem em condições secas, durante 5 minutos ( $37^\circ\text{C} \pm 1$ ) e armazenados em água, com a mesma temperatura por três dias. Ao final deste período, os espécimes foram termociclados ( $3000 \times 5^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C}$ , 4 ciclos/min). Os valores foram obtidos através do teste de tração, a uma velocidade de 1 mm/min, e posteriormente os corpos-de-prova foram examinados em MEV para identificar o tipo de falha e avaliar a extensão da desmineralização e as alterações morfológicas induzidas na dentina pelo condicionamento e prévios tratamentos de superfície. As falhas foram caracterizadas como coesiva, adesiva ou mista, dependendo do local da fratura. Como resultado, os valores (MPa) encontrados para os grupos BDC (13,01), MBD (9,19) e PAF (7,07) foram significativamente diferentes

dos grupos CBM (4,79) e RXU (4,47). A extensão de desmineralização para CBM foi de 100%. Não houve diferença estatística para BDC (60,86%), DMO (60,22%) e PAF (51,99%), e o grupo RXU apresentou o menor valor (45,03%). O cimento C&B Super-Bond (CBM) produziu o maior pronunciamento e dissolução intertubular, seguido por Panavia F (PAF), Bistite II DC (BDC) e M-Bond (MBD). O cimento RelyX Unicem (RXU) removeu parcialmente a camada de *smear layer* sem abrir os orifícios dos túbulos. Uma fina camada híbrida foi encontrada para CBM (4,17  $\mu\text{m}$ ), seguido por MDB (2,39  $\mu\text{m}$ ). Não houve diferença estatística entre PAF (0,95  $\mu\text{m}$ ) e BDC (1,12  $\mu\text{m}$ ), e no grupo RXU não foi detectada camada híbrida. Finalizando, os autores justificaram que diferenças significativas encontradas nas propriedades interfaciais entre os materiais testados, podem levar a diferenças no seu desempenho clínico.

Frankenberger et al. (2008) avaliaram a integridade marginal de *inlays* cerâmicas (IPS Empress) cimentadas com diferentes agentes cimentantes, antes de depois do processo de ciclagem mecânica e termo-ciclagem. Cavidades tipo MOD, com caixas proximais abaixo da junção amelo-cementária, foram confeccionadas em terceiros molares humanos extraídos. As *inlays* foram cimentadas com nove combinações de adesivos e cimentos adesivos ou cimentos isolados (n=8): Prime&Bond NT Dual-Cure + Calibra (PC), XP BOND/SCA + Calibra (XC), XP BOND/SCA light-cured + Calibra (XL), Syntac + Variolink II (SV), Multilink Primer + Multilink (ML), AdhesSE DC + Variolink II (AV), ED Primer + Panavia F 2.0 (EP), RelyX Unicem (RU), and Maxcem (MC). A qualidade marginal foi analisada sob MEV, utilizando-se uma réplicas de resina epóxi, antes e após a ciclagem mecânica e termo-ciclagem (100.000 ciclos  $\times$  50 N e 2500 ciclos entre 5°C e 55°C). Os autores puderam concluir que todos os sistemas que envolvem o processo de condicionar/lavar obtiveram, significativamente, maiores lacunas livres no esmalte que os outros agentes cimentantes. ML e AV alcançaram maiores porcentagens de lacunas livres no esmalte do que EP e RU ( $p < 0,05$ ), com

EP e RU sendo significativamente superior a MC ( $p < 0,05$ ). Para margens em dentina, o adesivo XP Bond apresentou significativamente maiores percentuais de lacunas livres que o adesivo Prime & Bond NT, independente do passo de polimerização separado ( $p < 0,05$ ). Entre os sistemas cimentantes XC, XL, SV, ML, AV, ED, EP, e RU não foram observadas diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ). O grupo MC apresentou, ao final, com 62% de lacunas livres. Afirmaram que os adesivos com sistema condicionar/lavar combinados cimentos resinosos convencionais revelam o melhor prognóstico para cimentação adesiva de *inlays* cerâmicas.

Em 2008, Holderegger et al. avaliaram a resistência adesiva do cimento RelyX Unicem / 3M ESPE (U), em dentina humana, comparando-a com a resistência adesiva de três cimentos resinosos convencionais: RelyX ARC / 3M ESPE(A), Multilink / Ivoclar Vivadent (M) e Panavia 21 / Kuraray (P). Testaram a influência da termociclagem e do operador na capacidade e qualidade da adesão. 160 terceiros molares foram divididos, 80 para os testes da Universidade de Zurique (Z) e 80 para testes da Universidade de Berna (B). Cada grupo foi dividido em 8 sub-grupos de 10 dentes ( $n=10$ ). Os dentes foram armazenados em solução de timol a 0,1% por um período máximo de 6 meses antes do teste de resistência adesiva. Foram limpos, incluídos em resina epóxica e desgastados até se obter uma área de  $10 \text{ mm}^2$  para o procedimento adesivo. Sofreram polimento com lixas de SiC, de diferentes granulações, até a de graduação 320. Os cimentos foram aplicados sobre a dentina, sob pressão de 4N, através de uma base metálica cilíndrica com uma das extremidades com  $3,5 \text{ mm}^2$  e a outra com  $4 \text{ mm}^2$ , seguindo as recomendações dos procedimentos de cimentação de cada fabricante. Todos os espécimes foram armazenados em água à  $37^\circ\text{C}$  por 24 horas (W) e metade dos espécimes foram submetidos a 1500 ciclos de termociclagem (T) ( $5^\circ\text{C}$  e  $55^\circ\text{C}$ ). Os valores da resistência adesiva de união foram obtidos através do teste de cisalhamento: UWZ:  $9,2 \pm 1,6$  MPa, UWB:  $9,9 \pm 1,2$  MPa, AWZ:  $15,3 \pm 6,0$  MPa, AWB:  $12,2 \pm 4,3$  MPa,

MWZ:  $15,6 \pm 3,3$  MPa, MWB:  $12,4 \pm 2,4$  MPa, PWZ:  $13,4 \pm 2,9$  MPa, PWB:  $14,9 \pm 2,6$  MPa. Os autores puderam comprovar que o cimento RelyX Unicem exibiu menor resistência adesiva após a armazenagem em água. A termociclagem afetou todos os grupos: UTZ:  $9,4 \pm 2,9$  MPa, UTB:  $8,6 \pm 1,3$  MPa, ATZ:  $11,4 \pm 6,3$  MPa, ATB:  $13,3 \pm 3,7$  MPa, MTZ:  $15,4 \pm 3,1$  MPa, MTB:  $10,3 \pm 2,4$  MPa, PTZ:  $11,1 \pm 2,8$  MPa, PTB:  $11,3 \pm 2,8$  MPa). Demonstraram que, embora a resistência adesiva de cimento RelyX Unicem tenha sido a menor em comparação aos outros três cimentos, apresentou a menor variação em relação ao operador e ao envelhecimento.

Mazzitelli et al., em 2008, avaliaram a eficácia da adesão de cimentos auto-adesivos com a dentina, na presença de uma pressão hidrostática intrapulpar simulada. Trinta terceiros molares humanos, livres de cárie, foram armazenados em solução de Cloramina T a 0,5%, à 4°C. Foram cortadas acima da junção amelo-cementária, para a exposição de uma superfície de dentina profunda. A raiz de cada dente foi cortada abaixo da junção amelo-cementária, sob refrigeração, com discos de diamantes em baixa velocidade, a fim de expor a câmara pulpar. O tecido pulpar foi removido completamente, com o auxílio de uma pinça, tentando não tocar nas paredes da câmara pulpar. Cilindros de compósito (Aelite All-Purpose Body, Bisco) com 8 mm de diâmetro e 4 mm de altura foram confeccionados, em incrementos de 2 mm, através de uma matriz de alumínio, onde cada incremento foi polimerizado por 40 s com uma luz halógena, monitorada em  $600 \text{ mW/cm}^2$ . Os espécimes foram removidos da matriz e fotopolimerizados, novamente, nas superfícies que estavam em contato com a matriz, em cinco aplicações de 40s por lado. Os blocos passaram pelo processo de abrasão com lixas de SiC (600), sob refrigeração, na tentativa de simular a condição clínica de jateamento. Antes da colagem, cada cilindro sofreu condicionamento com ácido fosfórico a 37% durante 30 s, lavado com água deionizada por 20 s e secagem com ar. Na metade dos espécimes, colaram um dispositivo de

polietileno sobre a região da câmara pulpar, fizeram um orifício com broca diamantada e montaram uma seringa de 20 ml, então, preencheram a câmara pulpar com água deionizada para simular a pressão hidrostática pulpar. As superfícies dentinárias sofreram condicionamento com ácido ortofosfórico (37%) por 15 s, e foram cuidadosamente lavadas com água. Foram utilizados quatro cimentos auto-adesivos (RelyX Unicem, G-Cem, Multilink Sprint, Bis-Cem) e um cimento auto-condicionante (Calibra). Após armazenamento em condição de 100% de umidade relativa (37°C), durante 1 mês, os espécimes foram seccionados em palitos de 1 mm<sup>2</sup> para avaliação da resistência adesiva por meio do ensaio de microtração. Os resultados demonstraram que a resistência adesiva do cimento Calibra diminuiu significativamente quando foi simulada a pressão durante a colagem ( $p < 0,05$ ), já o RelyX Unicem e o Bis-Cem apresentaram melhores resultados quando cimentados sob pressão. Os outros dois cimentos, Multilink Sprint e G-Cem, não apresentaram diferença significativa quando cimentados com ou sem pressão. Puderam afirmar que a simulação da pressão pulpar influencia o desempenho dos cimentos resinosos, a predominância de reações ácido-base ou radicais de polimerização pode explicar os diferentes comportamentos dos cimentos auto-adesivos quando atuam em substrato úmido. A aplicação de pressão intrapulpar constante deve ser considerada quando houver simulação de procedimentos de cimentação *in vitro*.

Monticelli et al. (2008) alegaram que a difusão dos cimentos resinosos em dentina pode diferir em função de seu pré-tratamento. Como os cimentos auto-adesivos não requerem o pré-tratamento do substrato para a cimentação, sua penetração e interação foram questionadas. Trinta terceiros molares humanos tiveram as coroas removidas, e foram armazenados a 4°C em solução de 0,1% de Cloramina T. As superfícies de dentina coronária obtidas foram polidas com lixas de SiC, granulação 600, sob irrigação. Foram confeccionados cilindros de resina composta micro-híbrida (Gradia Direct Anterior, GC

Corp, cor A3) com 8 mm de diâmetro e 4 mm de altura, por meio de uma matriz de alumínio, com incrementos de 2 mm. Cada incremento foi fotopolimerizado ( $600 \text{ mW/cm}^2$ ) por 40 s. O espécime foi retirado na matriz e fotopolimerizado, adicionalmente, por 40 s em 5 lados diferentes. Esses cilindros de resina foram cimentados às superfícies de dentina (n=5): 1 – Calibra (Dentsply); 2 – Panavia F 2.0 (Kuraray); 3 – Multilink Sprint; 4 – RelyX Unicem (3M ESPE); 5 – G-Cem (GC Corp.) e 6 – Bis-Cem (Bisco). Foram medidos os *ph* de todos os cimentos testados. Na cimentação houve uma pressão constante de  $40 \text{ g/mm}^2$ , durante os primeiros cinco minutos do processo. Após 24 h de armazenamento ( $37^\circ\text{C}$  e 100% de umidade relativa), 3 amostras de cada grupo foram seccionadas perpendicularmente à superfície aderente e foram analisadas um total de 12 secções para cada grupo. As amostras foram polidas com abrasivos de SiC, suavemente descalcificadas (ácido fosfórico a 37% por 10 s), desproteinizadas (solução de 2% NaOCl por 1 min), limpos em ultrassom em etanol a 96% por 2 min e secos com ar. Após observação em MEV, em diferentes aumentos para avaliar a camada híbrida da resina e a formação dos *tags*. Concluíram que os cimentos auto-adesivos foram incapazes de desmineralizar/dissolver a *smear layer* completamente e a descalcificação da dentina não foi observada. Mostraram que a presença do *smear layer* parcialmente desmineralizado e/ou retenções micro-mecânicas com a dentina podem ser responsáveis pelos valores reportados, porém sempre mais fracos que os cimentos resinosos convencionais.

Altintas et al., em 2008, avaliaram o efeito de quatro cimentos resinosos na resistência de união ao cisalhamento de um cilindro de cerâmica cimentado à dentina. Cento e vinte molares foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável, e o terço oclusal de cada dente foi seccionado, sob irrigação. Os espécimes foram divididos, aleatoriamente, em quatro grupos de 30 dentes, de acordo com o cimento resinoso utilizado. Foram confeccionados cento e vinte cilindros de

cerâmica termo-injetada (IPS Empress / Ivoclar Vivadent), com 2,7 mm de diâmetro e 3 mm de altura. Os cilindros cerâmicos foram cimentados com os quatro cimentos resinosos (Super-Bond C&B, Chemicore II, Variolink II e Panavia F). Metade dos corpos-de-prova (n=15) foi armazenada em água destilada à 37°C e testada após 24 h, a outra metade, também foi armazenada durante 24 h, em seguida termociclados 1000 vezes entre 5°C e 55°C antes do ensaio. O ensaio de cisalhamento se deu em uma máquina de universal de ensaios a uma velocidade de 1 mm/min. Os valores da resistência de união ao cisalhamento foram calculados em MPa, e analisados estatisticamente pelo teste de análise de variância (ANOVA) dois fatores e pelo teste de Tukey. Como resultados, encontraram que a resistência ao cisalhamento variou significativamente dependendo dos cimentos resinosos utilizados ( $p < 0,05$ ). Os resultados após termociclagem não foram tão notáveis em comparação com os grupos que não sofreram termociclagem ( $p > 0,05$ ). Interações significativas estavam presentes entre cimento resinoso e termociclagem ( $p < 0,05$ ). Após 24 horas, os espécimes cimentados com Variolink II ( $5,3 \pm 2,2$  MPa) apresentaram a maior resistência adesiva ao cisalhamento, enquanto que os espécimes cimentados com Chemicore II ( $1,6 \pm 0,4$  MPa) apresentaram os menores valores. Após a termociclagem, os valores resistência adesiva dos espécimes cimentados com Chemicore II ( $1,1 \pm 0,1$  MPa) e Super-Bond C & B ( $1,7 \pm 0,4$  MPa) diminuíram, no entanto, isso não foi estatisticamente significativo ( $p > 0,05$ ). O aumento dos valores de resistência ao cisalhamento para Panavia F ( $4,5 \pm 0,7$  MPa) e Variolink II ( $5,5 \pm 2,1$  MPa), após a termociclagem, também não foi estatisticamente significativo ( $p > 0,05$ ). Concluíram que os sistemas de cimentação Variolink II e Panavia F apresentaram maior resistência adesiva cisalhamento que os sistemas Chemicore II e Super-Bond C & B, então, podem ser recomendados para cimentação de núcleos cerâmicos em superfícies de dentina.

Em 2009, Saavedra et al., avaliaram a hipótese de que o processo de neutralização do precipitado do ácido fluorídrico e a ciclagem mecânica influenciam na resistência de união de restaurações cerâmicas cimentadas a pré-molares humanos. Quarenta *inlays* (IPS Empress) foram confeccionadas e a superfície de cimentação submetida a dois tratamentos (N=20): grupo 1 - condicionamento (60 s) com ácido fluorídrico, lavagem (60 s), secagem e aplicação do silano; grupo 2- condicionamento ácido (60 s), neutralização, lavagem (60 s), secagem e aplicação do silano. Posteriormente, todas as *inlays* foram cimentadas (Multilink). Dez pré-molares de cada grupo foram submetidos à ciclagem mecânica (1.400.000 de ciclos, 50 N, 37°C). Em seguida, todas as amostras foram seccionadas em forma de palitos (dentina vestibular, restauração, dentina lingual) e submetidas ao teste de microtração. A resistência de união foi influenciada significativamente pelo tratamento superficial ( $p<.0001$ ) (sem neutralização > neutralização e a ciclagem mecânica ( $p<.0001$ ) (não ciclados > ciclados). Concluíram que a neutralização do precipitado do ácido fluorídrico prejudicou significativamente a resistência de união e que a simulação clínica por meio da ciclagem mecânica foi importante para avaliar a união cerâmica/dentina.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi verificar, pelo teste de cisalhamento, a resistência de união entre o contato de dois materiais para restauração indireta (cerâmica – IPS E.max Press, resina laboratorial – SR Adoro), com três tipos de agentes cimentantes resinosos (Panavia F – auto-condicionante, RelyX ARC – convencional, RelyX U100 – auto-adesivo) e dos mesmos agentes cimentantes com dois tipos de substrato (esmalte e dentina), simulando resultado de cimentação adesiva em Prótese Parcial Fixa.

## **4 MATERIAL E MÉTODO**

Este projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista e aprovado sob o protocolo nº 04/2009-PA/CEP (Anexo). Para a sua realização foram confeccionados 120 corpos-de-prova, utilizando dentes bovinos como substrato e como material restaurador pastilhas confeccionadas em cerâmica odontológica e em resina composta laboratorial. As cimentações das interfaces foram realizadas com três tipos de agentes cimentantes resinosos.

### **4.1 Obtenção dos corpos-de-prova**

Foram utilizados neste estudo cento e vinte incisivos bovinos recém-extraídos, que após serem limpos com curetas periodontais para a remoção de restos de ligamentos periodontais e tecidos moles, foram armazenados em água destilada à 37<sup>0</sup>C, em estufa digital por trinta dias, com trocas semanais da água destilada.

Os dentes foram incluídos em resina acrílica auto-polimerizável incolor (Clássico – Jet), em uma matriz de silicone (55 mm x 22 mm x 12 mm). Os dentes foram posicionados na matriz com a face vestibular voltada para sua parte inferior e após, preenchida com resina fluída, conformou-se um bloco sólido com a forma de um paralelepípedo retângulo.

Empregando-se uma politriz horizontal (Extec – Lab-Pol. 8-12), desgastou-se sob abundante irrigação, o lado para o qual estava voltada a face vestibular do dente, até a exposição de uma área lisa e plana da estrutura dentária de aproximadamente 25 mm<sup>2</sup>. Em uma metade dos blocos (sessenta) foram expostas áreas de esmalte, e na outra foram expostas áreas de dentina. Neste procedimento utilizaram-se lixas d'água de granulação número 80.

Os corpos-de-prova foram separados aleatoriamente em doze grupos de dez dentes (n=10), sendo seis de esmalte e seis de dentina e, novamente foram armazenados em estufa, com água destilada à 37°C, até o procedimento de cimentação.

#### **4.1.1 Obtenção das pastilhas dos Materiais Restauradores**

##### **4.1.1.1 Pastilhas de cerâmica**

Para a obtenção das pastilhas de cerâmica utilizou-se o método de injeção indicado pelo fabricante. Suas especificações estão descritas no quadro 1.

O processo de fundição por injeção da cerâmica iniciou-se com a fixação de quatro padrões de cera de formato cilíndrico, de 3 mm de diâmetro e 25 mm de comprimento (figura 1). A conexão com a base formadora de cadinho foi feita com um cilindro de cera de 12 mm de diâmetro (figura 2).

O anel de fundição foi preenchido com revestimento ips PressVest Speed, que após aguardar-se o tempo de 45 min, foi levado ao

forno para ciclo de aquecimento. Após atingir a temperatura ideal ( $850^{\circ}\text{C}$ ), o anel foi acoplado à máquina de fundição (Programat EP500), onde, com uma pastilha de cerâmica IPS e.max Press, a base de dissilicato de lítio (figura 3) realizou-se a fundição propriamente dita.

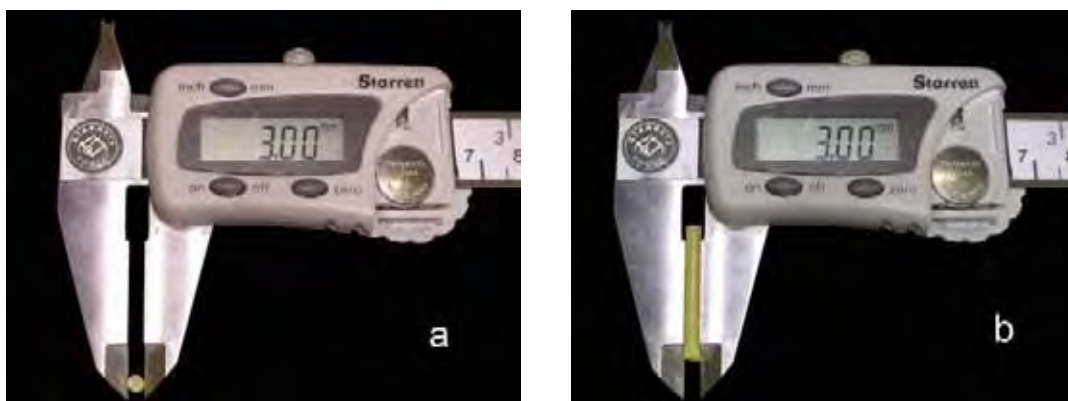


Figura 1 – Conferência do padrão de cera: (a) diâmetro; (b) espessura.



Figura 2 – Padrão para a injeção da pastilha de cerâmica.

Os doze cilindros de cerâmica obtidos foram separados do canal de alimentação, com disco de diamante, e levados para uma máquina de corte de precisão (Extec – Labicut 1010). Cortes sequenciais foram realizados a cada 3 mm, produzindo pastilhas de 3 mm de diâmetro por 3 mm de altura. Uma das faces do cilindro foi identificada com caneta de tinta permanente (vermelha), para que houvesse a distinção do lado do cilindro a

ser tratado com condicionamento ácido e aplicação de silano (lado oposto) (figura 4).



Figura 3 – Pastilha de cerâmica IPS E.max Press (dissilicato de lítio).



Figura 4 – Pastilha de cerâmica.

#### 4.1.1.2 Pastilhas de resina

Para a confecção das pastilhas de resina utilizou-se a resina composta laboratorial SR Adoro (especificações descritas no quadro 1), com a qual se pré-polimerizou sessenta pastilhas, utilizando uma matriz metálica bipartida (figura 5). A matriz possui uma perfuração central de 3 mm de diâmetro e 3 mm de altura. Uma das faces de cada pastilha recebeu uma camada do SR Adoro liner (conforme recomendação do fabricante), precedendo a polimerização final em forno específico (Lumamat 100). A

polimerização final deste material se fez por termo e fotopolimerização (25 minutos). Terminada essa fase, a face que não recebeu a camada do *liner* foi identificada com caneta de tinta permanente (preta), para que houvesse a distinção do lado do cilindro a ser cimentado.



Figura 5 – Matriz para a confecção da pastilha de resina.

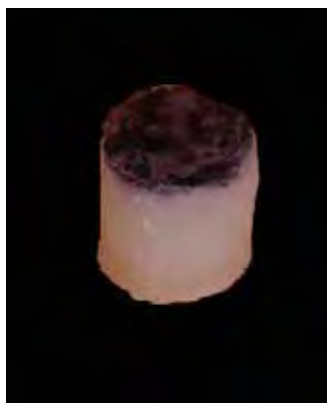


Figura 6 – Pastilha de resina.

Quadro 1 – Especificações dos materiais restauradores

| <b>Material</b>     | <b>Nome comercial</b> | <b>Composição</b>                                                                                                                                                  | <b>Fabricante</b>                |
|---------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Cerâmica            | IPS e.max Press       | Componentes: óxido de silício.<br>Conteúdos adicionais: óxido de lítio, óxido de potássio, óxido de magnésio, óxido de zinco, óxido de alumínio, óxido de fósforo. | Ivoclar Vivadent / Liechtenstein |
| Resina Laboratorial | SR Adoro              | Dimetacrilato, copolímero, dióxido de silício, estabilizantes, catalisadores e pigmentos                                                                           | Ivoclar Vivadent / Liechtenstein |
| Resina Laboratorial | SR Adoro Liner        | Dimetacrilato, aglutinante de vidro de bário, dióxido de silício, estabilizantes, catalisadores e pigmentos                                                        | Ivoclar Vivadent / Liechtenstein |

#### 4.1.1.3 Agentes cimentantes

Para a realização deste estudo foram utilizados três tipos de cimentos resinosos e seus respectivos sistemas de união. O nome comercial, composição, e fabricante de cada material estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Especificações dos agentes cimentantes

(continua)

| Material                             | Composição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Fabricante                      |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Panavia™ F<br>(auto-condicionante) * | ED Primer: Primer A: HEMA, 10-MDP, 5-NMSA, água, acelerador. Primer B: 5-NMSA, acelerador, água, benzeno sódico.<br>Pasta A: 10-MDP, dimetacrilato hidrofóbico aromático, dimetacrilato hidrofóbico alifático, dimetacrilato hidrofóbico, sílica silanizada, fotoiniciador, peróxido dibenzoila.<br>Paste B: dimetacrilato hidrofóbico aromático, dimetacrilato hidrofóbico alifático, dimetacrilato hidrofóbico, sulfonato de sódio aromático, acelerador, fluoreto de sódio, partículas de vidro de bário silanizadas                   | Kuraray Medical, Okayama, Japão |
| RelyX™ ARC<br>(convencional)*        | Pasta A: Bis-GMA, TEGDMA, partículas de zircônio/sílica, fotoiniciador, pigmentos.<br>Pasta B: Bis-GMA, TEGDMA, partículas de zircônio/sílica, peróxido de benzoila                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3M ESPE, St. Paul, MN, USA      |
| RelyX™ U100<br>(auto-adesivo)*       | Adper™ Single Bond 2: álcool etílico, bismetacrilato de metiletilideno, sílica tratada com silício, metacrilato de 2-hidroxietila, 1,3-dimetacrilato glicerol, copolímero de ácido acrílico e itacônico e diuretano dimetacrilato.<br>Pasta Base: fibra de vidro, ésteres ácido fosfórico metacrilato, dimetacrilato de trietilenoglicol, sílica tratada com silano e persulfato de sódio.<br>Pasta catalisadora: fibra de vidro, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano, p-toluenosulfonato de sódio e hidróxido de cálcio. | 3M ESPE, Seefeld, Alemanha      |

(continuação)

| Material                | Composição                                    | Fabricante                       |
|-------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| Ácido Fluorídrico a 10% | Ácido fluorídrico, água, espessante e corante | Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil |
| Ácido Fosfórico a 37%   | Ácido fosfórico, água, espessante e corante   | Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil |
| RelyX™ Ceramic Primer   | Silano, álcool isopropílico e água            | 3M ESPE, St. Paul, MN, USA       |

\* Tipos de atuação do cimento no substrato

## 4.2 Divisão dos grupos experimentais

Os grupos experimentais foram divididos (n=10), seguindo uma ordem de: Cimento / Substrato / Material Restaurador. A seguir estão relacionados:

- a) Grupo 1: Panavia F / Esmalte / Cerâmica (PEC);
- b) Grupo 2: Panavia F / Esmalte / Resina (PER);

- c) Grupo 3: Panavia F / Dentina / Cerâmica (PDC);
- d) Grupo 4: Panavia F / Dentina / Resina (PDR);
- e) Grupo 5: RelyX ARC / Esmalte / Cerâmica (REC);
- f) Grupo 6: RelyX ARC / Esmalte / Resina (RER);
- g) Grupo 7: RelyX ARC / Dentina / Cerâmica (RDC);
- h) Grupo 8: RelyX ARC / Dentina / Resina (RDR);
- i) Grupo 9: RelyX U100 / Esmalte / Cerâmica (UEC);
- j) Grupo 10: RelyX U100 / Esmalte / Resina (UER);
- k) Grupo 11: RelyX U100 / Dentina / Cerâmica (UDC);
- l) Grupo 12: RelyX U100 / Dentina / Resina (UDR).

### **4.3 Procedimento de cimentação**

#### **4.3.1 Preparo do substrato**

No dia da cimentação, cada bloco de dente inserido na resina auto-polimerizável foi polido em uma politriz horizontal (Extec / Lab-Pol. 8-12) durante 1 min, com lixas de SiC de granulação número 600, sob

irrigação abundante, à velocidade de 300 RPM. Para cada grupo, utilizou-se uma folha de lixa.

Todos estes blocos receberam a colagem de uma fita plástica, auto-colante, padronizada com uma perfuração circular no centro de 3mm de diâmetro, correspondendo à área a receber a cimentação do material restaurador (figura 7). O local escolhido foi feito de tal modo que o limite desta perfuração circular ficasse a aproximadamente 3 mm do limite amelo-cementário em todos os blocos, tanto os que expunham esmalte, como os que expuseram dentina (figura 8).

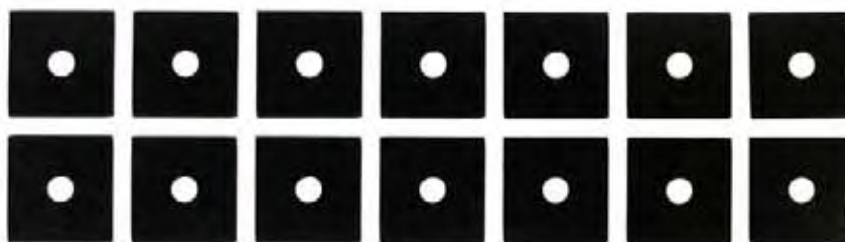


Figura 7 – Fita plástica para delimitação da área de adesão do cimento.



Figura 8 – Fita plástica colada no dente a uma distância de 3 mm do limite amelo-cementário.

#### 4.3.2 Preparo das pastilhas do material restaurador

Todas as pastilhas cerâmicas, anteriormente à cimentação, foram condicionadas com ácido fluorídrico a 10%, por 20 s, conforme recomendação do fabricante. Em seguida, passaram por lavagem com água corrente, secagem e receberam uma camada de silano.

Os cilindros de resina composta, segundo o fabricante, não necessitam de preparo prévio da superfície para cimentação, portanto não foi feito nenhum tratamento adicional da superfície.

Os lados das pastilhas a serem cimentados, eram os lados opostos ao lado demarcado previamente.

#### 4.3.3 Cimentação

Para uma padronização na metodologia de cimentação, foi utilizado um delineador (Bio-Art Equipamentos odontológicos Ltda.), com a haste vertical móvel modificada. No mandril de preensão das pontas acessórias foi acoplada uma ponta plana, para manter o cilindro a ser cimentado em posição, e na extremidade superior dessa mesma haste foi acoplado cilindro pesando 2 kg, para manter uma força constante e padronizada sobre a pastilha durante a cimentação.

A fotopolimerização foi realizada com um aparelho fotopolimerizador Demetron LC (SDS Kerr), testado previamente a cada início de grupo novo, com radiômetro modelo 100 (Demetron Research Corp.), quanto à intensidade de luz emitida, assegurando intensidade mínima de 600 mW/cm<sup>2</sup>.

O tratamento dos substratos, previamente à cimentação, foi determinado pelas indicações dos fabricantes de cada cimento resinoso e a sequência está descrita a seguir:

Grupos cimentados com cimento auto-condicionante (G1, G2, G3 e G4):

- ✓ Secagem da superfície dentária, com bolinhas de algodão hidrófilas e estéreis, deixando a superfície levemente úmida.
- ✓ Aplicação com pincel do *ED PRIMER* (A +B).
- ✓ Após 60s, secagem com leve jato de ar.
- ✓ Preparação do cimento (*Paste A / Paste B*) e manipulação por 20 s.
- ✓ Inserção do cimento no cilindro do material restaurador.
- ✓ Inclusão do cilindro com cimento no orifício central da fita plástica colado ao dente.
- ✓ Posicionamento da haste vertical com o peso de 2 kg sobre o cilindro.
- ✓ Remoção do excesso do cimento com pincel tipo *microbrush*.
- ✓ Fotopolimerização do cimento, 20 s por quadrante, a uma distância de 10 mm.
- ✓ Após 60 s, remoção do apoio da haste vertical.
- ✓ Após 60 min, inclusão em água destilada e armazenamento à 37°C em estufa.

Grupos cimentados com cimento convencional (G5, G6, G7 e G8):

- ✓ Secagem da superfície dentária.
- ✓ Aplicação do ácido fosfórico a 37% por 15 s.

- ✓ Lavagem por 10 s e secagem da superfície dentária, com bolinhas de algodão hidrófilas e estéreis, deixando a superfície levemente úmida.
- ✓ Aplicação com pincel de duas camadas consecutivas do adesivo Adper Single Bond 2.
- ✓ Leve secagem por 5 s.
- ✓ Fotopolimerização por 10 s a uma distância de 10 mm.
- ✓ Preparação do cimento (pasta base + pasta catalisadora) e manipulação por 20 s.
- ✓ Inserção do cimento no cilindro do material restaurador.
- ✓ Inclusão do cilindro com cimento no orifício central da fita plástica colado ao dente.
- ✓ Posicionamento da haste vertical com o peso de 2 kg sobre o cilindro.
- ✓ Remoção do excesso do cimento com pincel tipo *microbrush*.
- ✓ Fotopolimerização do cimento, 20 s por quadrante, a uma distância de 10 mm.
- ✓ Após 60 s, remoção do apoio da haste vertical.
- ✓ Após 60 min, inclusão em água destilada e armazenamento à 37°C em estufa.

Grupos cimentados com cimento auto-adesivo (G9, G10,

G11 e G12):

- ✓ Secagem da superfície dentária, com bolinhas de algodão hidrófilas e estéreis, deixando a superfície levemente úmida.

- ✓ Preparação do cimento (pasta base + pasta catalisadora) e manipulação por 20 s.
- ✓ Inserção do cimento no cilindro do material restaurador.
- ✓ Inclusão do cilindro com cimento no orifício central da fita plástica colado ao dente.
- ✓ Posicionamento da haste vertical com o peso de 2 kg sobre o cilindro.
- ✓ Remoção do excesso do cimento com pincel tipo *microbrush*.
- ✓ Fotopolimerização do cimento, 20 s por quadrante, a uma distância de 10 mm.
- ✓ Após 60 s, remoção do apoio da haste vertical.
- ✓ Após 60 min, inclusão em água destilada e armazenamento à 37°C em estufa.

#### **4.4 Teste de resistência ao cisalhamento**

Com a finalidade de determinar a resistência adesiva nas interfaces substrato/cimento resinoso/material restaurador, foi utilizado o teste de cisalhamento. Antes de iniciar os testes de cada grupo, a fita adesiva preta foi removida com a ajuda de uma lâmina de bisturi (nº12), para que não interferisse no ensaio.

Após 7 dias de armazenagem, os corpos-de-prova foram submetidos a teste mecânico para avaliação da resistência da união às tensões de cisalhamento. Para este teste utilizou-se uma máquina de ensaios universal EMIC DL2000 com uma célula de carga de 1000 kgf. Esta

máquina possui um terminal de computador acoplado, preparado para efetuar a leitura dos dados recebidos e analisá-los com um *software* próprio.

O posicionamento vertical correto dos corpos-de-prova em relação à máquina de testes foi conseguido com uma base metálica adaptada à mesa da máquina (figura 9), possibilitando que somente a ponta em forma de lâmina de faca biselada, fixada na extremidade superior móvel da máquina, pudesse ter movimentação. Na realização do ensaio, esta ponta foi posicionada, com a sua secção plana paralela ao longo eixo do plano de cimentação e perpendicular ao cilindro do material restaurador (figura 10). A velocidade do teste foi de 0,5 mm/min e o limite de força foi 90 kgf.



Figura 9 – Base metálica para posicionamento dos corpos-de-prova para o ensaio.



Figura 10 – Ponta metálica em forma de faca de lâmina de faca biselada, perpendicular ao cilindro do material restaurador, pronto para o ensaio.

O valor da resistência ao teste de cisalhamento foi determinado pelo quociente obtido entre a força máxima aplicada durante o ensaio e a área utilizada para a adesão ( $7,07\text{mm}^2$ ). Esse valor, expresso em MPa, possibilitou determinar o valor da carga necessária para o rompimento da união adesiva, estabelecida nas interfaces entre substrato/cimento resinoso/material restaurador.

#### **4.5 Análise das fraturas em estereomicroscópio**

Após os testes de resistência da união ao ensaio de cisalhamento, as superfícies das amostras foram examinadas em estereomicroscópio Stemi 2000C (Carl Zeiss), com aumento de 16X, tendo como objetivo identificar o tipo de fratura ocorrido na região da ruptura de cada corpo-de-prova. As fraturas receberam a seguinte classificação, representadas pela figura 11:

- A. Fratura adesiva cimento/substrato
- B. Fratura adesiva cimento/material restaurador
- C. Fratura coesiva do cimento
- D. Fratura coesiva do substrato
- E. Fratura coesiva do material restaurador
- F. Fratura mista: coesiva do cimento + adesiva cimento/substrato
- G. Fratura mista: coesiva do cimento + adesiva cimento/material restaurador

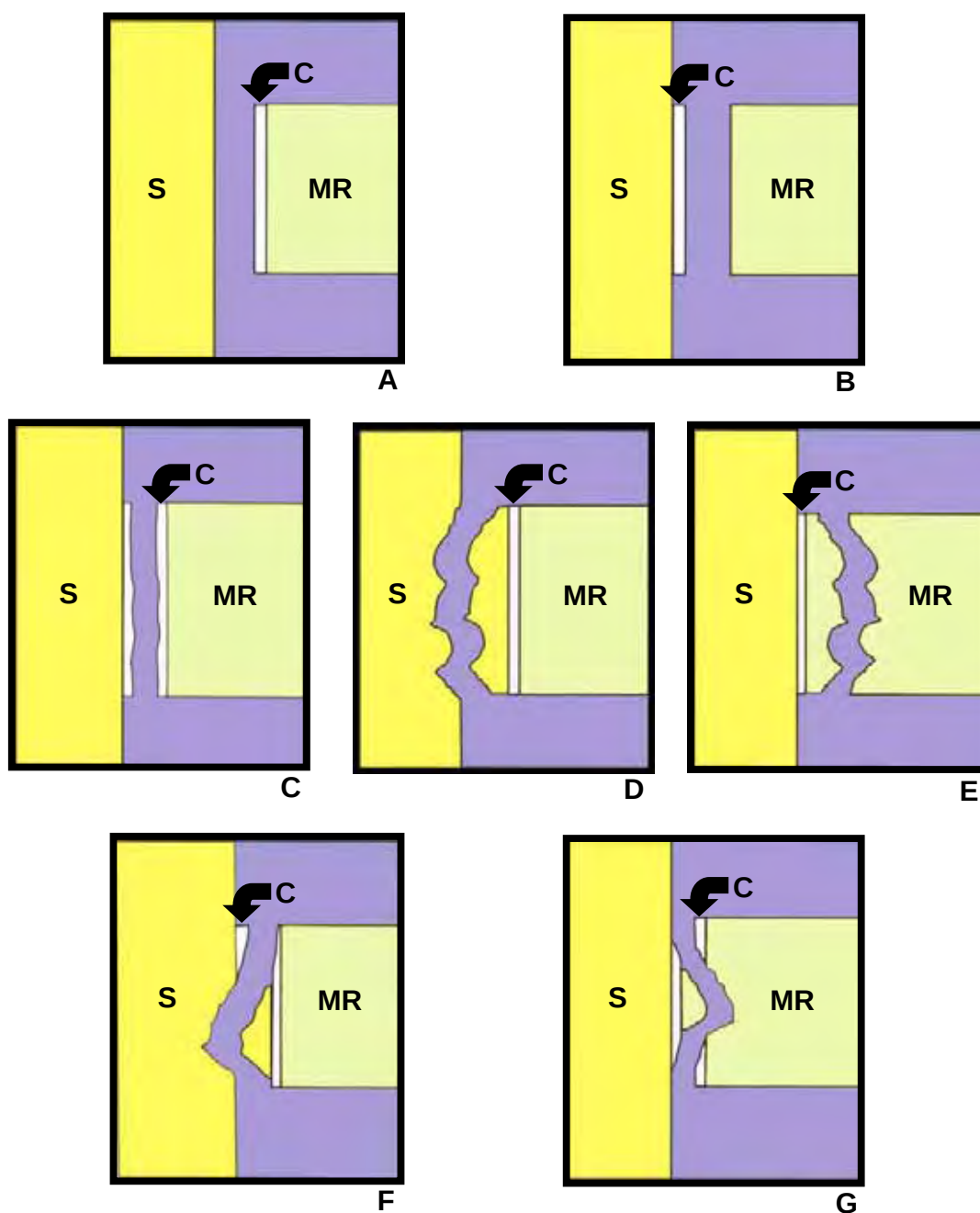


Figura 11 – Representação esquemática da classificação dos tipos de fratura. (S) substrato, (C) cimento e (MR) material restaurador. A (adesiva cimento/substrato); B (adesiva cimento/material restaurador); C (coesiva do cimento); D (coesiva do substrato); E (coesiva do material restaurador); F (mista: coesiva do cimento + adesiva cimento/substrato) e G (mista: coesiva do cimento + adesiva cimento/material restaurador).

#### **4.6 Análise estatística dos dados**

Inicialmente foi realizada análise exploratória dos dados obtidos, observando-se que os mesmos atendiam as pressuposições de uma análise paramétrica.

No delineamento deste experimento, que segue um esquema fatorial tipo 2 X 3 X 2, foram consideradas como variáveis experimentais, ou fatores em estudo, o tipo de substrato (esmalte e dentina), o tipo de cimento (auto-condicionante, convencional e auto-adesivo) e o tipo de material restaurador (cerâmica e resina).

Foi então realizado a Análise de Variância (ANOVA) a três fatores, com nível de significância de 5%. Em seguida, foram efetuados testes de comparação múltipla (TUKEY), para verificar em quais níveis ocorre diferença entre os grupos, e qual produziu, em média, os maiores valores de resistência adesiva.

O teste estatístico foi realizado para averiguar a possibilidade de rejeitar a hipótese de igualdade entre os valores médios da resistência adesiva, em relação às variáveis utilizadas neste experimento.

## 5 RESULTADO

### 5.1 Resistência de união ao cisalhamento

Os valores originais da resistência de união ao ensaio de cisalhamento de todos os grupos estão apresentados no apêndice A, onde também se encontra a tabela da estatística descritiva (tabela 17). As médias (MPa) dos grupos experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de média (desvio padrão) dos dados de resistência ao cisalhamento (MPa), segundo as doze condições experimentais

| CIMENTO     | SUBSTRATO | MATERIAL<br>RESTAURADOR | GRUPO | MÉDIAS (DP)<br>(Mpa) |
|-------------|-----------|-------------------------|-------|----------------------|
| Panavia™ F  | Esmalte   | Cerâmica                | 1     | 14,60 (5,88)         |
|             |           | Resina                  | 2     | 4,30 (1,37)          |
|             | Dentina   | Cerâmica                | 3     | 3,80 (1,19)          |
|             |           | Resina                  | 4     | 1,99 (0,47)          |
| RelyX™ ARC  | Esmalte   | Cerâmica                | 5     | 17,46 (3,29)         |
|             |           | Resina                  | 6     | 4,35 (1,39)          |
|             | Dentina   | Cerâmica                | 7     | 5,22 (2,12)          |
|             |           | Resina                  | 8     | 3,50 (0,52)          |
| RelyX™ U100 | Esmalte   | Cerâmica                | 9     | 9,15 (4,57)          |
|             |           | Resina                  | 10    | 2,79 (1,12)          |
|             | Dentina   | Cerâmica                | 11    | 6,79 (1,74)          |
|             |           | Resina                  | 12    | 1,03 (1,03)          |

Na figura 12, pode-se observar uma diferença de variabilidade (desvio padrão) entre as condições experimentais.

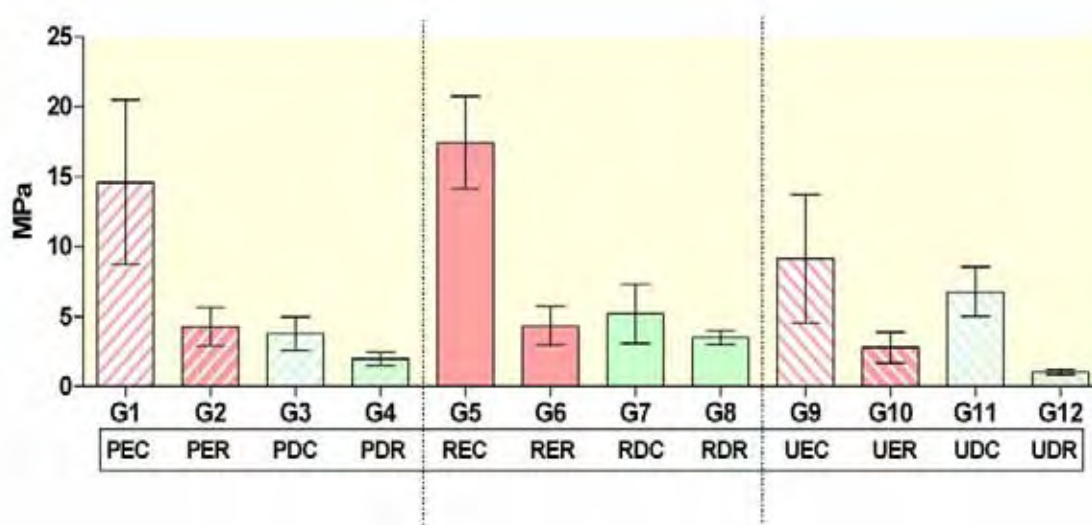


Figura 12 – Representação gráfica da média e desvio padrão dos valores de resistência adesiva (MPa) referentes às condições experimentais.

Para se avaliar o relacionamento entre o substrato, cimento e material restaurador, os dados obtidos em nosso experimento, foram submetidos ao modelo estatístico da análise de variância a três fatores, após serem avaliadas as suposições do modelo de análise de variância.

Os valores residuais, decorrentes do ajuste do modelo adotado, foram examinados para avaliar a sua adequabilidade para válidas inferências estatísticas. Após transformação logarítmica dos dados originais, os valores residuais se ajustaram para a uma distribuição normal de probabilidade. Ainda foi verificada a uniformidade dos resíduos (homocedasticidade) por meio do gráfico dos valores resíduo em relação aos valores ajustados.

O resultado do teste de análise de variância é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise de variância para os dados (submetidos à transformação logarítmica) de resistência de união adesiva (MPa)

| Fonte de variação         | gl       | SQ            | QM             | F            | p               |
|---------------------------|----------|---------------|----------------|--------------|-----------------|
| Cimento (C)               | 2        | 1,0583        | 5,52916        | 25,64        | 0,00001*        |
| Substrato (S)             | 1        | 3,4600        | 3,45997        | 167,66       | 0,00001*        |
| Material Restaurador (MR) | 1        | 6,8158        | 6,81577        | 330,26       | 0,00001*        |
| Int. C x S                | 2        | 0,1896        | 0,09482        | 4,59         | 0,01220*        |
| Int. S x MR               | 1        | 0,1412        | 0,14123        | 6,84         | 0,01020*        |
| Int. C x MR               | 2        | 0,5063        | 0,25317        | 12,27        | 0,00001*        |
| <b>Int. C x S x MR</b>    | <b>2</b> | <b>0,7992</b> | <b>0,39960</b> | <b>19,36</b> | <b>0,00001*</b> |
| Resíduo                   | 108      | 2,2288        | 0,02064        |              |                 |
| Total                     | 119      | 15,1993       |                |              |                 |

\*  $p < 0,05$ .

Na tabela 2, verifica-se que o efeito interação entre as três variáveis experimentais é estatisticamente significativa. Assim, pode-se estabelecer que o relacionamento entre o substrato (esmalte e dentina) frente ao cimento (Panavia F, RelyX ARC e RelyX U100) no material restaurador cerâmica difere do relacionamento entre o substrato (esmalte e dentina) frente ao cimento (Panavia F, RelyX ARC e RelyX U100) no material restaurador resina (figura 13).

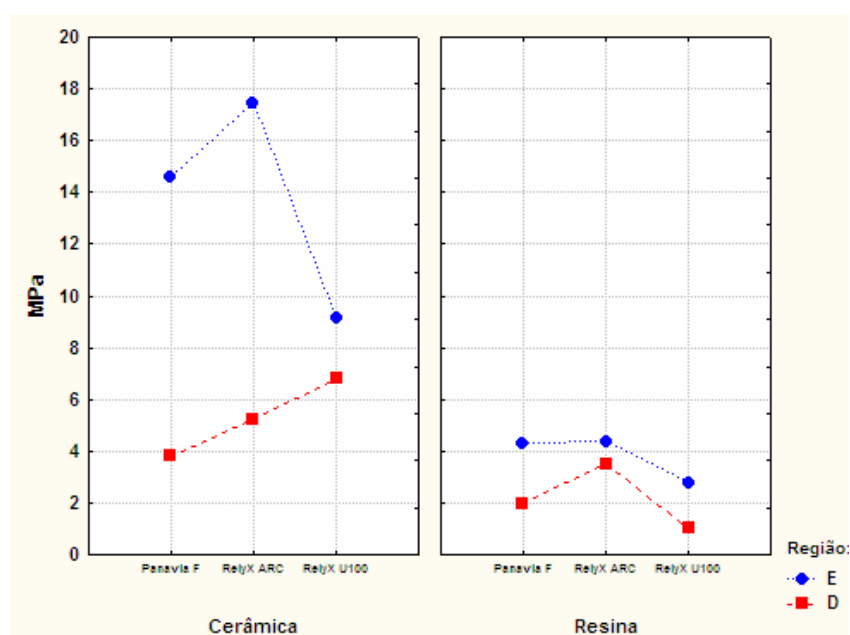


Figura 13 – Gráfico das médias de resistência de união (MPa), por ensaio de cisalhamento, das doze condições experimentais.

As médias para cimento na Tabela 3 mostram valores maiores para o cimento Relyx ARC em comparação com os demais cimentos. Em relação ao substrato e material restaurador, também é possível observar a superioridade do esmalte e da cerâmica, respectivamente.

Tabela 3 - Médias de resistência de união (MPa), por ensaio de cisalhamento, dos fatores principais (cimento, substrato e material restaurador)

| Cimento              |            |             |
|----------------------|------------|-------------|
| Panavia™ F           | RelyX™ ARC | RelyX™ U100 |
| 6,17                 | 7,63       | 4,94        |
| Substrato            |            |             |
| Esmalte              | Dentina    |             |
| 8,17                 | 3,72       |             |
| Material Restaurador |            |             |
| Cerâmica             | Resina     |             |
| 9,50                 | 2,99       |             |

Quando se compara o valor médio das doze condições experimentais, mediante o Teste de Comparação Múltipla de Tukey (5%), pode-se estabelecer que o G5 difere dos demais grupos com exceção do G1 (tabela 4).

Tabela 4 - Formação de grupos homogêneos de mesmo desempenho em relação à resistência de união adesiva após a aplicação do Teste de Comparação Múltipla de Tukey (5%)

| Grupos | Médias | Grupos Homogêneos* |
|--------|--------|--------------------|
| G1     | 1,1261 | A B                |
| G2     | 0,6131 | D E F              |
| G3     | 0,5580 | E F                |
| G4     | 0,2884 | G                  |
| G5     | 1,2351 | A                  |
| G6     | 0,6201 | D E F              |
| G7     | 0,6819 | D E                |
| G8     | 0,5401 | E F                |
| G9     | 0,9212 | B C                |
| G10    | 0,4135 | F G                |
| G11    | 0,8179 | C D                |
| G12    | 0,0052 | H                  |

\* Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente.

As médias de resistência de união (MPa), por ensaio de cisalhamento dos doze grupos testados estão ilustrados na figura 13. Verifica-se por esse gráfico (figura 13), a superioridade dos valores

relacionados com o substrato esmalte, sendo mais nítida ainda com o material restaurador cerâmica.

Uma tendência que não se confirmou foi o grupo 11 (RelyX U100 x dentina x cerâmica) que apresentou um valor relativamente alto quando comparado com os grupos 3 (Panavia F x dentina x cerâmica) e 7 (RelyX ARC x dentina x cerâmica), e apresentando-se semelhante estatisticamente aos valores do grupo 9 (RelyX U100 x esmalte x cerâmica), homogeneidade representada pela letra C (tabela 4). O grupo 12 (RelyX U100 x dentina x resina) apresentou os valores mais baixos de resistência de união (MPa), não apresentando semelhança estatística com os outros grupos.

## **5.2 Análise do padrão de fratura**

Os corpos-de-prova submetidos ao ensaio de cisalhamento foram analisados em estereomicroscópio, com aumento de 20 vezes, para se avaliar os padrões de falha das regiões adesivas e foram classificados conforme os tipos de fratura:

- a) ACS - fratura adesiva entre cimento e substrato;
- b) ACMR - fratura adesiva entre cimento e material restaurador;
- c) CC - fratura coesiva do cimento;
- d) CS - fratura coesiva do substrato;
- e) CMR - fratura coesiva do material restaurador;
- f) M:CC/ACS - fratura mista: coesiva do cimento e adesiva entre cimento e substrato;
- g) M:CC/ACMR - fratura mista: coesiva do cimento e adesiva entre cimento e material restaurador.

Os tipos de falha de cada corpo-de-prova estão apresentados no apêndice B. A distribuição dos percentuais dos padrões de fratura dos grupos experimentais estão ilustrados na figura 14.

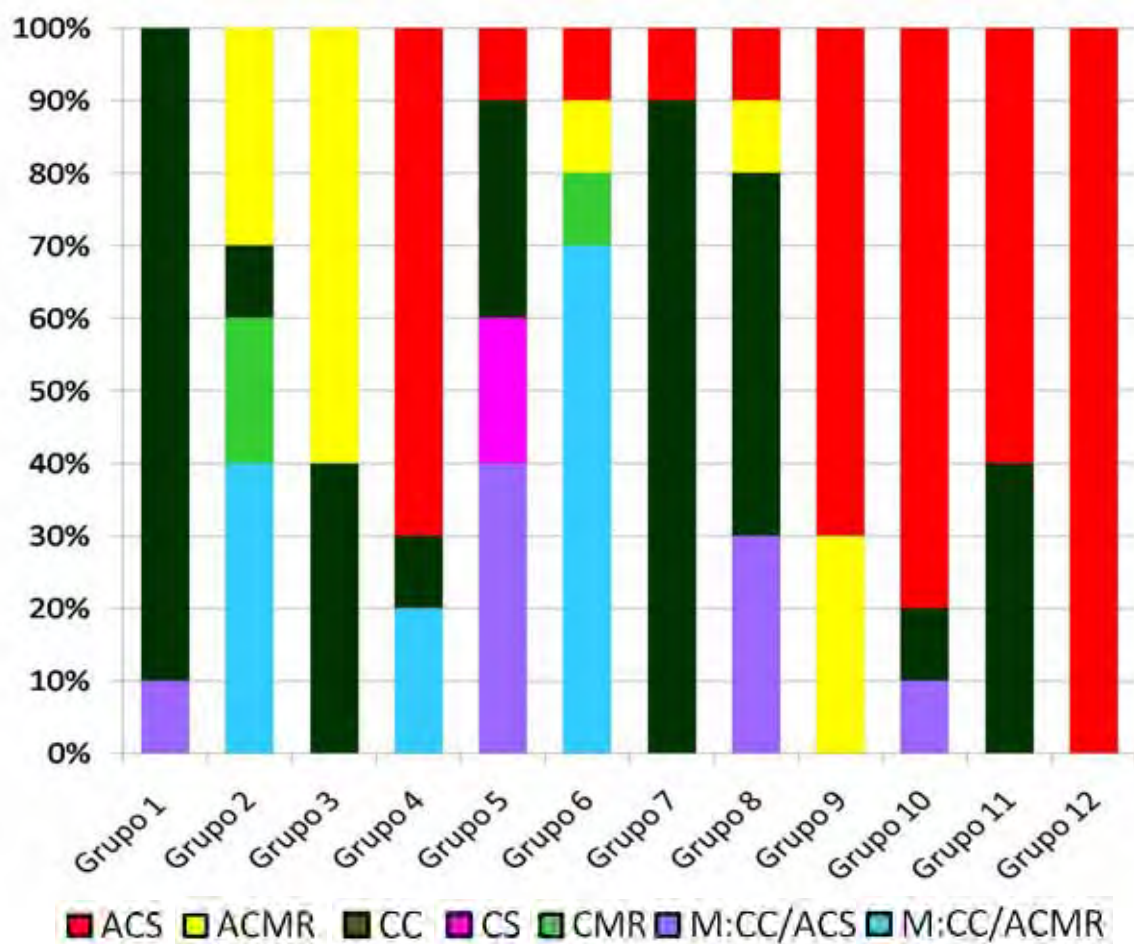


Figura 14 – Ilustração gráfica da classificação e distribuição dos percentuais dos padrões de fratura dos grupos experimentais.

## 6 DISCUSSÃO

A maioria dos estudos sobre os fatores que afetam interfaces de união tem sido feita com testes de resistência adesiva.

Atualmente, o teste de microtração tem sido bastante utilizado (Magne; Cascione, 2006; Hikita et al., 2007; Frankenberger et al., 2008), pois permite a obtenção de vários espécimes a partir de um único dente; porém, é extremamente trabalhoso e muito sensível à perda de espécimes no procedimento de corte. Embora a literatura reporte que há uma distribuição desigual dos esforços sobre o espécime durante o teste de cisalhamento (Della Bona; van Noort, 1995), a praticidade e a possibilidade de ensaio de espécimes com resistência de união baixa, sem perdê-los no corte ou manipulação, levou-nos a usar este ensaio (Fowler et al., 1992; Oilo, 1993), que também tem sido utilizado em estudos comparativos de cimentos adesivos (Piwowarczyk et al., 2004; Saraçoglu et al., 2004; Abo-Hamar et al., 2005; Altintas et al., 2008).

Segundo Dutra-Corrêa et al. (2003) não há, morfológicamente, na dentina bovina uma região idêntica à dentina humana, mas a que mais se assemelha é a dentina bovina da região mediana, portanto cuidados devem ser apreciados para sua utilização em testes de resistência adesiva (Lopes et al, 2003). Em contra partida, o uso de dentes bovinos deve ser considerado, pois dentes humanos são mais limitados quanto à sua disponibilidade e é maior o risco de infecção (Rueggeberg, 1991), ainda, diminuindo as chances de padronização em trabalhos científicos. Portanto, dentes bovinos podem ser úteis no teste de resistência adesiva, desde que sejam utilizados esmalte e camada superficial de dentina (Nakamichi et al,1983; Anido, 2005).

O melhor meio de cimentação para componentes protéticos, com características estéticas, são os cimentos resinosos (Rosentrit et al., 2004; Piwowarczyk et al., 2004). Os cimentos resinosos selecionados para o estudo possuem composições diferentes e modos de ação também distintos.

Resultados de baixa resistência de união obtidos com cimento do tipo auto-adesivo já foram reportados na literatura (Holderegger et al., 2008; Monticelli et al., 2008). Isso ocorre porque esses cimentos são incapazes de desmineralizar/dissolver o substrato completamente, e nenhuma descalcificação/desmineralização é observada (Al-Assaf et al., 2007; Monticelli et al., 2008). Embora não haja estudos específicos sobre o cimento RelyX U100, acredita-se que sua interação com os substratos sejam iguais à sua versão anterior RelyX Unicem, pois possuem a mesma composição, só diferem na maneira de manipulação. O cimento RelyX Unicem é reportado na literatura (De Munck et al., 2004; Al-Assaf et al., 2007; Ibarra et al., 2007; Monticelli et al., 2008). Portanto, acredita-se que a fraca interação com o substrato ocorre devido não só à baixa capacidade de desmineralização, mas também à alta viscosidade do cimento que contém grande quantidade de partículas de vidro (De Munck et al., 2004). Em nosso experimento, essa fraca interação foi observada, com grande quantidade de falhas adesivas entre cimento e substrato, em todos os grupos em que se utilizou o RelyX U100.

Entretanto, a utilização de um cimento resinoso convencional, RelyX ARC, que contém um sistema adesivo de condicionamento ácido prévio, determinou os maiores valores de resistência adesiva (G5). No entanto, o G5 também revelou grande variabilidade dos resultados e vários tipos de modo de fratura. Isso sugere que a sensibilidade técnica do material, que requer vários passos para sua utilização, foi responsável pela variabilidade (Rodrigues; Lodovici, 2003). O que não pôde ser constatado por De Munck et al. (2005), onde os autores concluíram que

os adesivos dentinários da técnica de “três-passos”, continuam a ser considerados como “padrão-ouro” em termos de durabilidade.

Os resultados de G5, apesar de maiores, não diferiram estatisticamente do grupo correspondente formado com o cimento Panavia F (G1). Este cimento auto-condicionante possui um *primer* que penetra no esmalte em uma profundidade menor que 1  $\mu\text{m}$ , mas é capaz de produzir resistências semelhantes às dos sistemas com condicionamento ácido prévio (Abo-Hamar et al., 2005). A grande quantidade de falhas coesivas no cimento em G1 sugere a boa capacidade de união desse material tanto à cerâmica como ao esmalte.

No estudo de Frankenberger et al. (2007), os autores afirmaram que a adesão mais confiável em esmalte é obtida com o condicionamento ácido prévio, adversamente aos resultados encontrados De Munck et al. (2004), onde o condicionamento ácido prévio do esmalte não mostrou diferença significativa entre os materiais testados. Mas, de modo geral, a união com o esmalte é melhor que aquela obtida com a dentina.

Estudos anteriores mostraram que a adesão entre cimentos RelyX ARC e Panavia são confiáveis em esmalte e dentina (Abo-Hamar et al., 2005; Hikita et al., 2007; Frankenberger et al., 2008). Porém, os resultados obtidos com o cimento auto-adesivo RelyX Unicem foram superiores em dentina, exceto quando se realizou uma variação da técnica usando-se o condicionamento com ácido fosfórico do esmalte antes da cimentação (De Munck et al., 2004; Hikita et al., 2007), assemelhando-se ao resultado encontrado em nossa pesquisa, onde a cimentação dos cilindros de cerâmica, com o cimento RelyX U100, alcançaram os maiores resultados de resistência adesiva na dentina.

No presente estudo, entretanto, o menor valor de adesão foi obtido no grupo do cimento auto-adesivo aderido à dentina, porém com o uso da resina indireta, neste grupo (G12) houve 100% de falhas adesivas entre cimento e dentina. É possível que essa discordância com estudos prévios (Hikita et al., 2007) se deva ao fato de que, mesmo sendo um cimento

utilizado na presença de lama dentinária, quantidade insuficiente de água para ionizar o cimento e/ou uma lama dentinária muito espessa podem ter prejudicado a interação com a dentina (Mazzitelli et al., 2008).

Outro aspecto a ser levado em consideração são as diferenças entre dentes humanos e bovinos (Retief et al., 1990). Estudos prévios (Tagami et al., 1990; De Munck et al., 2004; Hikita et al., 2007) sobre agentes cimentantes foram feitos em dentes humanos, que possuem permeabilidade bem maior que a dos dentes bovinos. Isso ocorre provavelmente porque há uma inversão do formato cônico dos túbulos que, no dente bovino, ao contrário do humano, possui sua maior base próxima ao esmalte e a menor base próxima à polpa (Dutra-Correa et al., 2007). Por poder ter sido aderido na dentina bovina próxima à polpa, onde haveria menos umidade para sua ionização, o cimento RelyX U100 pode ter apresentado um desempenho inferior àquele obtido em outros estudos.

Os resultados mais favoráveis obtidos com o cimento RelyX U100 em esmalte e cerâmica (G9) também podem ter resultado apenas da união mais estável entre o cimento e a cerâmica, já que a maior parte das falhas ocorreu entre esmalte e cimento.

Outra constatação do presente estudo foi que os grupos aderidos a cerâmica IPS E.max Press também apresentaram maior resistência de união. Sabe-se que essa união é favorecida pela retenção micromecânica causada pelo condicionamento com ácido fluorídrico e pela ação do agente silano que se liga quimicamente à sílica presente na composição da cerâmica (Söderholm et al., 1996, Saraçoglu et al., 2004; Saavedra et al., 2009). Por outro lado, a ausência de um tratamento específico sobre a resina indireta SR Adoro pode ter sido a causa da baixa união de alguns grupos (Soares et al., 2004; Tapety et al., 2004).

Este estudo possui grande valor clínico, pois o sucesso das restaurações indiretas, de cerâmica ou resina, depende da efetividade de união com o substrato dentário. Porém, há a possibilidade de se realizar

outros estudos que envolvam ciclagens termo-mecânica, e os efeitos da forma da cavidade sobre a contração de polimerização do cimento, simulando a longevidade clínica e a possibilidade para o clínico escolher o melhor agente de cimentação.

## 7 CONCLUSÃO

Com base na metodologia aplicada, nas condições experimentais e nas limitações do presente estudo, em conformidade com a nossa proposição, algumas conclusões podem ser formuladas:

1. A adesão em esmalte e cerâmica IPS E.max Press determinou as maiores resistências de união para todos os cimentos estudados;
2. O desempenho dos grupos do cimento RelyX ARC e dos grupos do Panavia F quanto à resistência de união foi semelhante;
3. Devido às baixas resistências de união e à grande quantidade de falhas adesivas entre cimento e substrato, a união do cimento auto-adesivo (RelyX U-100) em dentina e resina indireta (SR Adoro) foi a que apresentou o pior resultado.

## 8 REFERÊNCIAS \*

Abate PF, Rodriguez VI, Macchi RL. Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. J Dent. 2000 Aug;28(6):437-40.

Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. Clin Oral Invest. 2005 Sep;9(3):161-7.

Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. Dent Mater. 2007 Jul;23(7):829-39.

Altintas S, Eldeniz AU, Usumez A. Shear bond strength of four resin cements used to lute ceramic core material to human dentin. J Prosthodont. 2008 Dec;17(8):634-40.

Anido AA. Dentina humana e bovina estudo da profundidade de desmineralização e da espessura da hibridização empregando-se sistema adesivo convencional ou autocondicionante: análise em MEV [tese]. São José dos Campos: Faculdade de odontologia de São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista - UNESP; 2005.

Barkmeier WW, Cooley RL. Laboratory evaluation of adhesive systems. Oper Dent 1992;17(5):50-61.

Barkmeier WW, Hammesfahr PD, Latta MA. Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. Oper Dent. 1999 Jan-Feb;24(1):51-6.

---

\* Baseado em:

International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [homepage na Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [disponibilidade em 2008 ago; citado em 25 ago.] Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

Behr M, Rosentritt M, Regnet T, Lang R, Handel G. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-trying systems. *Dent Mater*. 2004 Feb;20(2):191-7.

Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc*. 1963 Jan;66(1):57-64.

Brudevold F, Buonocore M, Wileman W. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J Dent Res*. 1956;35(6):846-51.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955;34(6):849-53.

Buonocore MG, Matsui A, Gwinnett AJ. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Arch Oral Biol*. 1968 Jan;13(1):61-70.

Burke EJ, Qualtrough AJ. Aesthetic inlays: composite or ceramic? *Br Dent J*. 1994 Jan;176(2):53-60.

Burke FJ, Qualtrough AJ, Hale RW. Dentin-bonded all-ceramic crowns: current status. *J Am Dent Assoc*. 1998 Apr;129(4):455-60.

Cardoso PEC, Braga RR, Carrilho MRO. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater*. 1998 Nov;14(6):394-8

Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials*. 2005 Mar;26(9):1035-42.

Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent*. 1998 Jan;26(1):53-8.

Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res*. 1995;74(9):1591-6.

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005 Feb;84(2):118-32.

De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater*. 2004 Dec;20(10):963-71.

Dutra-Corrêa M, Anauate Netto C, Youssef MN, Do Carmo ARP, Kuchinski FB. Estudo micromorfológico comparativo entre dentina bovina e humana ao MEV. *Rev Pos Grad USP*. 2003;10(4):312-6.

Fowler CS, Swartz ML, Moore BK, Rhodes BF. Influence of selected variables on adhesion testing. *Dent Mater*. 1992 July;8(4):265-9.

Frankenberger R, Lohbauer U, Scaible RB, Nikolaenko SA, Naumann M. Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements. *Dent Mater*. 2008 Feb;24(2):185-91.

Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res*. 1979;58(4):1364-70.

Gerth HU, Dammaschke T, Züchner H, Schäfer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites: a comparative study. *Dent Mater*. 2006 Oct;22(10):934-41.

Gordan VV, Boyer D, Söderholm KJ. Enamel and dentin shear bond strength of two resin modified glass ionomers and two resin based adhesives. *J Dent*. 1998 July-Aug;26(5-6):497-503.

Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater*. 2007 Jan;23(1):71-80.

Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schläpfer R, Hämmerle C, Fischer J. Shear bond strength of resin cements to human dentin. *J. Dent Mater.* 2008 Jul;24(7):944-50.

Hoss JC. Clinical findings using a self-etching primer. *Dent Today.* 1999 Sept;18(9):102-3.

Ibarra G, Ibarra G, Johnson GH, Geurtsen W, Vargas MA. Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin-based dental cement. *Dent Mater.* 2007 Feb;23(2):218-25.

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.* 1998 May;79(5):508-13.

Kitasako Y, Burrow MF, Nikaido T, Harada N, Inokoshi S, Yamada T, Takatsu T. Shear and tensile bond strength testing for resin cement evaluation. *Dent Mater.* 1995 Sept;11:298-304.

Leinfelder KF. New developments in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc.* 1997 Aug;128(8):1062-64.

Lopes GC, Baratieri LN, de Andrada MA, Vieira LC. Dental adhesion: present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int.* 2002 Mar;33(3):213-24.

Lopes MB, Sinhoreti MAC, Sobrinho LC, Consani S. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. *Pesq Odontol Bras.* 2003 Apr-Jun;17(2):171-5.

Magne P, Cascione D. Influence of post-etching cleaning and connecting porcelain on the microtensile bond strength of composite resin to feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent.* 2006 Nov;96(5):354-61.

Mazzitelli C, Monticelli F, Osorio R, Casucci A, Toledano M, Ferrari M. Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. *Dent Mater*. 2008 Sep;24(9):1156-63.

Miller RA. Laboratory and clinical evaluation of a self-etching primer. *J Clin Orthod*. 2001 Jan;35(1):42-5.

Miyazaki S, Iwasaki K, Onose H, Moore BK. Enamel and dentin bond strengths of a single application bonding systems. *Am J Dent*. 2001 Dec;14(6):361-6.

Monticelli F, Osorio R, Mazzitelli C, Ferrari, Toledano M. Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin. *J Dent Res*. 2008 Oct;87(10):974-9

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982;16(3):265-73.

Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*. 1983 Oct;62(10):1076-81.

Oilo G. Bond strength testing: what does it mean? *Int Dent J*. 1993 Oct;43(5):492-8.

Pashley DH, Horner JA, Brewer PD. Interactions of conditioners on the dentin surface. *Oper Dent*. 1992; Suppl 5:137-50.

Perdigão J, Geraldeli S, Hodges JS. Total-etch versus self-etch adhesive: effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc*. 2003 Dec;134(12):1621-9.

Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2004 Sep;92(3):265-73.

Retief DH, Mandras RS, Russell CM, Denys FR. Extracted human versus bovine teeth in laboratory studies. *Am J Dent*. 1990 Dec;3(6):253-8.

Rodrigues LE Filho, Lodovici E. Entendendo a utilização de um sistema adesivo autocondicionante. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2003 jan-fev;57(1):53-7.

Rosa BT, Perdigão J. Bond strengths of nonrinsing adhesives. *Quintessence Int*. 2000 May;31(5):353-8.

Rosentrit M, Behr M, Lang R, Handel G. Influence of cement type on the marginal adaptation of all-ceramic MOD inlays. *Dent Mater*. 2004 Jun;20(5):463-9.

Rueggeberg FA. Substrate for adhesion testing to tooth structure – review of the literature. *Dent Mater*. 1991 Jan;7(1):2-10.

Saavedra GSFA, Ariki EK, Federico CD, Galhano GA, Baldissara P, Bottino MA et al. Mechanical cycling of pre-molars restored with resin-bonded glass-ceramic inlay restorations: effect of the acid neutralization and mechanical cycling on microtensile bond strength. *Oper Dent*. 2009 Mar-Apr;34(2):211-6.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994;10(4):236-40.

Saraçoglu A, Cura C, Cöter HS. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples. *J Oral Rehabil*. 2004 Aug;31(8):790-7.

Schulze KA, Oliveira SA, Wilson RS, Gansky SA, Marshall GW, Marshall SJ. Effect of hydration variability on hybrid layer properties of a self-etching versus an acid-etching system. *Biomaterials*. 2005 Mar;26(9):1011-8.

Senawongse P, Harnirattisai C, Shimada Y, Tagami J. Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. *Oper Dent*. 2004;29(2):196-202.

Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater*. 2002 Jul;18(5):380-8.

Sinhoreti MA, Consani S, De Goes MF, Sobrinho LC, Knowles JC. Influence of loading types on the shear strength of the dentin-resin interface bonding. *J Mater Sci Mater Med*. 2001 Jan;12(1):39-44.

Sinhoreti MA, Lopes MB, Konno ANK, Sobrinho LC, Consani S. Aspectos morfológicos e resistência ao cisalhamento em função dos condicionantes de esmalte e dentina. *Rev Pos Grad FOSJC*. 2000 jan-jun;3(1):20-8.

Soares CJ, Giannini M, Oliveira MT, Paulillo LAMS, Martins LRM. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. *J Appl Oral Sci*. 2004;12(1):45-50.

Söderholm KJ, Reetz EA. Factors affecting reliability of a resin-based cement joint. *Gen Dent*. 1996 Jul-Aug;44(4):296-8, 300, 302.

Stanley HR. An urgent plea for standardized bonding (adhesion) test. *J Dent Res*. 1993 Oct;72(10):1362-3.

Stewart GP, Jain P, Hodges J. Shear bond strength of resin cements to both ceramic and dentin. *J Prosthet Dent*. 2002 Sep;88(3):277-84.

Tagami J, Tao L, Pashley DH. Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. *Dent Mater*. 1990 Jan;6(1):45-50.

Tapety CMC, Cefaly DFG, Henostroza Quintanz N, Barata TJE, Francischone CR. Aspectos relevantes na cimentação adesiva de restaurações indiretas sem metal. *J Bras Clin Odontol Int*. 2004;8(44):185-90.

Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: a scanning electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent*. 1996 Jun;9(3):100-4.

Thordrup M, Isidor F, Hörsted-Bindslev P. Comparison of marginal fit and microleakage of ceramic and composite inlays: an in vitro study. *J Dent*. 1994 Jun;22(3):147-53.

Tonami K, Takahashi H, Nishimura F. Effect of storage and boiling on tensile strength of bovine dentin. *Dent Mater J*. 1996 Dec;15(2):205-11.

van Dijken JW, Ormin A, Olofsson AL. Clinical performance of pressed ceramic inlays luted with resin-modified glass ionomer and autopolymerizing resin composite cements. *J Prosthet Dent*. 1999 Nov;82(5):529-35.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003 May-Jun;28(3):215-35.

Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent*. 1998 Jan;26(1):1-20.

Van Meerbeek B, Peumans M, Verschueren M, Gladis S, Braem M, Lambrechts P et al. Clinical status of ten dentin adhesive systems. *J Dent Res*. 1994 Nov;73(11):1690-702.

Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J*. 2005 Mar;24(1):1-13.

Van Noort R, Cardew GE, Howard IC, Noroozi S. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. *J Dent Res*. 1991 May;70(5):889-93.

Velasquez LM, Sergent RS, Burgess JO, Mercante DE. Effect of placement agitation and placement time on the shear bond strength of 3 self-etching adhesives. *Oper Dent*. 2006 July-Aug;31(4):426-30.

Watanabe I, Nakabayashi N. Bonding durability of photocured Phenyl-P in TEGDMA to smear layer-retained bovine dentin. *Quintessence Int*. 1993 May;24(5):335-42.

Watanabe I, Nakabayashi N. Measurement methods for adhesion to dentine: the current status in Japan. *J Dent*. 1994 Apr;22(2):67-72.

Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res*. 2000 Feb;79(2):709-14.

**Apêndice A** – Dados originais da resistência de união ao ensaio de cisalhamento de todos os dos grupos experimentais.

Tabela 5 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 1

| GRUPO 1 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|---------|----------------------------------------|
| CP - 1  | 23.42                                  |
| CP - 2  | 6.30                                   |
| CP - 3  | 18.01                                  |
| CP - 4  | 9.15                                   |
| CP - 5  | 19.38                                  |
| CP - 6  | 15.40                                  |
| CP - 7  | 16.04                                  |
| CP - 8  | 11.51                                  |
| CP - 9  | 19.92                                  |
| CP - 10 | 6.84                                   |

Tabela 6 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 2

| GRUPO 2 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|---------|----------------------------------------|
| CP - 1  | 5.51                                   |
| CP - 2  | 2.95                                   |
| CP - 3  | 3.25                                   |
| CP - 4  | 3.20                                   |
| CP - 5  | 5.61                                   |
| CP - 6  | 6.49                                   |
| CP - 7  | 4.53                                   |
| CP - 8  | 2.51                                   |
| CP - 9  | 5.31                                   |
| CP - 10 | 3.64                                   |

Tabela 7 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 3

| GRUPO 3 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|---------|----------------------------------------|
| CP - 1  | 3.76                                   |
| CP - 2  | 4.33                                   |
| CP - 3  | 3.50                                   |
| CP - 4  | 4.02                                   |
| CP - 5  | 4.81                                   |
| CP - 6  | 5.41                                   |
| CP - 7  | 2.71                                   |
| CP - 8  | 2.31                                   |
| CP - 9  | 1.97                                   |
| CP - 10 | 5.17                                   |

Tabela 8 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 4

| GRUPO 4 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|---------|----------------------------------------|
| CP - 1  | 1.53                                   |
| CP - 2  | 1.77                                   |
| CP - 3  | 2.76                                   |
| CP - 4  | 1.33                                   |
| CP - 5  | 2.56                                   |
| CP - 6  | 1.98                                   |
| CP - 7  | 1.59                                   |
| CP - 8  | 2.37                                   |
| CP - 9  | 2.07                                   |
| CP - 10 | 1,95                                   |

Tabela 9 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 5

| GRUPO 5 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|---------|----------------------------------------|
| CP - 1  | 16.19                                  |
| CP - 2  | 17.51                                  |
| CP - 3  | 13.97                                  |
| CP - 4  | 16.24                                  |
| CP - 5  | 18.10                                  |
| CP - 6  | 21.99                                  |
| CP - 7  | 13.82                                  |
| CP - 8  | 13.68                                  |
| CP - 9  | 21.94                                  |
| CP - 10 | 21.15                                  |

Tabela 10 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 6

| GRUPO 6 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|---------|----------------------------------------|
| CP - 1  | 2.85                                   |
| CP - 2  | 3.59                                   |
| CP - 3  | 3.05                                   |
| CP - 4  | 4.18                                   |
| CP - 5  | 4.54                                   |
| CP - 6  | 6.54                                   |
| CP - 7  | 5.26                                   |
| CP - 8  | 3.79                                   |
| CP - 9  | 3.10                                   |
| CP - 10 | 6.64                                   |

Tabela 11 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 7

| GRUPO 7 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|---------|----------------------------------------|
| CP - 1  | 6.00                                   |
| CP - 2  | 4.18                                   |
| CP - 3  | 2.61                                   |
| CP - 4  | 5.66                                   |
| CP - 5  | 6.74                                   |
| CP - 6  | 5.02                                   |
| CP - 7  | 7.33                                   |
| CP - 8  | 2.31                                   |
| CP - 9  | 3.49                                   |
| CP - 10 | 8.90                                   |

Tabela 12 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 8

| GRUPO 8 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|---------|----------------------------------------|
| CP - 1  | 3.59                                   |
| CP - 2  | 3.40                                   |
| CP - 3  | 3.39                                   |
| CP - 4  | 3.00                                   |
| CP - 5  | 3.72                                   |
| CP - 6  | 4.22                                   |
| CP - 7  | 4.03                                   |
| CP - 8  | 3.08                                   |
| CP - 9  | 4.03                                   |
| CP - 10 | 2.58                                   |

Tabela 13 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 9

| GRUPO 9 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|---------|----------------------------------------|
| CP - 1  | 14.61                                  |
| CP - 2  | 9.15                                   |
| CP - 3  | 9.79                                   |
| CP - 4  | 5.85                                   |
| CP - 5  | 4.87                                   |
| CP - 6  | 5.41                                   |
| CP - 7  | 19.43                                  |
| CP - 8  | 8.17                                   |
| CP - 9  | 7.28                                   |
| CP - 10 | 6.99                                   |

Tabela 14 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 10

| GRUPO 10 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|----------|----------------------------------------|
| CP - 1   | 3.49                                   |
| CP - 2   | 4.92                                   |
| CP - 3   | 2.90                                   |
| CP - 4   | 2.79                                   |
| CP - 5   | 1.38                                   |
| CP - 6   | 3.20                                   |
| CP - 7   | 3.84                                   |
| CP - 8   | 1.57                                   |
| CP - 9   | 1.92                                   |
| CP - 10  | 1.92                                   |

Tabela 15 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 11

| GRUPO 11 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|----------|----------------------------------------|
| CP - 1   | 6.30                                   |
| CP - 2   | 5.36                                   |
| CP - 3   | 6,11                                   |
| CP - 4   | 7.08                                   |
| CP - 5   | 4.28                                   |
| CP - 6   | 8.61                                   |
| CP - 7   | 8.36                                   |
| CP - 8   | 4.48                                   |
| CP - 9   | 8.86                                   |
| CP - 10  | 8.46                                   |

Tabela 16 - Valores individuais da cada amostra (MPa) do grupo 12

| GRUPO 12 | VALOR DA RESISTÊNCIA<br>DE UNIÃO (MPa) |
|----------|----------------------------------------|
| CP - 1   | 0.79                                   |
| CP - 2   | 0.89                                   |
| CP - 3   | 1.01                                   |
| CP - 4   | 0.93                                   |
| CP - 5   | 1.21                                   |
| CP - 6   | 1.10                                   |
| CP - 7   | 0.90                                   |
| CP - 8   | 0.89                                   |
| CP - 9   | 1.12                                   |
| CP - 10  | 1.43                                   |

Tabela 17 - Estatística descritiva dos valores de resistência de união (MPa) obtidos segundo as condições experimentais estabelecidas pelas variáveis experimentais: Cimento, Substrato e Material Restaurador

| <b>Grupos</b> | <b>N</b> | <b>Média</b> | <b>dp</b> | <b>Coef. Var<br/>(%)</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|---------------|----------|--------------|-----------|--------------------------|---------------|---------------|
| G1            | 10       | 14,60        | 5,88      | 40,31                    | 6,30          | 23,42         |
| G2            | 10       | 4,30         | 1,37      | 31,80                    | 2,51          | 6,49          |
| G3            | 10       | 3,80         | 1,18      | 31,23                    | 1,97          | 5,41          |
| G4            | 10       | 2,00         | 0,46      | 23,23                    | 1,33          | 2,76          |
| G5            | 10       | 17,46        | 3,29      | 28,85                    | 13,68         | 21,99         |
| G6            | 10       | 4,35         | 1,38      | 31,87                    | 2,85          | 6,64          |
| G7            | 10       | 5,22         | 2,12      | 40,61                    | 2,31          | 8,90          |
| G8            | 10       | 3,50         | 0,52      | 14,83                    | 2,58          | 4,22          |
| G9            | 10       | 9,15         | 4,57      | 49,95                    | 4,87          | 19,43         |
| G10           | 10       | 2,80         | 1,12      | 40,12                    | 1,38          | 4,92          |
| G11           | 10       | 6,80         | 1,74      | 25,66                    | 4,28          | 8,86          |
| G12           | 10       | 1,03         | 0,19      | 18,63                    | 0,79          | 1,43          |

**Apêndice B** – Dados originais dos tipos de fratura de cada corpo-de-prova dos grupos experimentais, ao ensaio de cisalhamento.

Quadro 3 – Análise dos tipos de falha Grupo 1

|      | ACS | ACMR | CC       | CS | CMR | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|-----|------|----------|----|-----|----------|-----------|
| CP1  |     |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP2  |     |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP3  |     |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP4  |     |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP5  |     |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP6  |     |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP7  |     |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP8  |     |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP9  |     |      |          |    |     | <b>X</b> |           |
| CP10 |     |      | <b>X</b> |    |     |          |           |

Quadro 4 – Análise dos tipos de falha do Grupo 2

|      | ACS | ACMR     | CC       | CS | CMR      | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|-----|----------|----------|----|----------|----------|-----------|
| CP1  |     |          |          |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP2  |     |          |          |    | <b>X</b> |          |           |
| CP3  |     | <b>X</b> |          |    |          |          |           |
| CP4  |     |          |          |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP5  |     |          |          |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP6  |     | <b>X</b> |          |    |          |          |           |
| CP7  |     | <b>X</b> |          |    |          |          |           |
| CP8  |     |          | <b>X</b> |    |          |          |           |
| CP9  |     |          |          |    | <b>X</b> |          |           |
| CP10 |     |          |          |    |          |          | <b>X</b>  |

Quadro 5 – Análise dos tipos de falha do Grupo 3

|      | ACS | ACMR     | CC       | CS | CMR | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|-----|----------|----------|----|-----|----------|-----------|
| CP1  |     | <b>X</b> |          |    |     |          |           |
| CP2  |     | <b>X</b> |          |    |     |          |           |
| CP3  |     | <b>X</b> |          |    |     |          |           |
| CP4  |     |          | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP5  |     | <b>X</b> |          |    |     |          |           |
| CP6  |     | <b>X</b> |          |    |     |          |           |
| CP7  |     | <b>X</b> |          |    |     |          |           |
| CP8  |     |          | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP9  |     |          | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP10 |     |          | <b>X</b> |    |     |          |           |

Quadro 6 – Análise dos tipos de falha do Grupo 4

|      | ACS      | ACMR | CC       | CS | CMR | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|----------|------|----------|----|-----|----------|-----------|
| CP1  |          |      |          |    |     | <b>X</b> |           |
| CP2  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP3  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP4  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP5  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP6  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP7  |          |      |          |    |     | <b>X</b> |           |
| CP8  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP9  |          |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP10 | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |

Quadro 7 – Análise dos tipos de falha do Grupo 5

|      | ACS      | ACMR | CC       | CS       | CMR | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|----------|------|----------|----------|-----|----------|-----------|
| CP1  |          |      | <b>X</b> |          |     |          |           |
| CP2  |          |      |          | <b>X</b> |     |          |           |
| CP3  |          |      |          |          |     | <b>X</b> |           |
| CP4  |          |      | <b>X</b> |          |     |          |           |
| CP5  | <b>X</b> |      |          |          |     |          |           |
| CP6  |          |      |          |          |     | <b>X</b> |           |
| CP7  |          |      | <b>X</b> |          |     |          |           |
| CP8  |          |      |          | <b>X</b> |     |          |           |
| CP9  |          |      |          |          |     | <b>X</b> |           |
| CP10 |          |      |          |          |     | <b>X</b> |           |

Quadro 8 – Análise dos tipos de falha do Grupo 6

|      | ACS      | ACMR     | CC | CS | CMR      | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|----------|----------|----|----|----------|----------|-----------|
| CP1  |          |          |    |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP2  |          |          |    |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP3  |          | <b>X</b> |    |    |          |          |           |
| CP4  |          |          |    |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP5  | <b>X</b> |          |    |    |          |          |           |
| CP6  |          |          |    |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP7  |          |          |    |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP8  |          |          |    |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP9  |          |          |    |    |          |          | <b>X</b>  |
| CP10 |          |          |    |    | <b>X</b> |          |           |

Quadro 9 – Análise dos tipos de falha do Grupo 7

|      | ACS | ACMR | CC | CS | CMR | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|-----|------|----|----|-----|----------|-----------|
| CP1  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP2  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP3  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP4  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP5  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP6  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP7  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP8  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP9  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP10 |     |      | X  |    |     |          |           |

Quadro 10 – Análise dos tipos de falha do Grupo 8

|      | <u>ACS</u> | <u>ACMR</u> | <u>CC</u> | <u>CS</u> | <u>CMR</u> | <u>M:CC/ACS</u> | <u>M:CC/ACMR</u> |
|------|------------|-------------|-----------|-----------|------------|-----------------|------------------|
| CP1  |            |             | <b>X</b>  |           |            |                 |                  |
| CP2  |            |             |           |           |            | <b>X</b>        |                  |
| CP3  |            |             | <b>X</b>  |           |            |                 |                  |
| CP4  |            |             | <b>X</b>  |           |            |                 |                  |
| CP5  |            |             |           |           |            | <b>X</b>        |                  |
| CP6  | <b>X</b>   |             |           |           |            |                 |                  |
| CP7  |            |             | <b>X</b>  |           |            |                 |                  |
| CP8  |            | <b>X</b>    |           |           |            |                 |                  |
| CP9  |            |             | <b>X</b>  |           |            |                 |                  |
| CP10 |            |             |           |           |            | <b>X</b>        |                  |

Quadro 11 – Análise dos tipos de falha do Grupo 9

|      | ACS      | ACMR     | CC | CS | CMR | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|----------|----------|----|----|-----|----------|-----------|
| CP1  | <b>X</b> |          |    |    |     |          |           |
| CP2  | <b>X</b> |          |    |    |     |          |           |
| CP3  |          | <b>X</b> |    |    |     |          |           |
| CP4  | <b>X</b> |          |    |    |     |          |           |
| CP5  | <b>X</b> |          |    |    |     |          |           |
| CP6  | <b>X</b> |          |    |    |     |          |           |
| CP7  |          | <b>X</b> |    |    |     |          |           |
| CP8  |          | <b>X</b> |    |    |     |          |           |
| CP9  | <b>X</b> |          |    |    |     |          |           |
| CP10 | <b>X</b> |          |    |    |     |          |           |

Quadro 12 – Análise dos tipos de falha do Grupo 10

|      | ACS      | ACMR | CC       | CS | CMR | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|----------|------|----------|----|-----|----------|-----------|
| CP1  |          |      |          |    |     | <b>X</b> |           |
| CP2  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP3  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP4  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP5  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP6  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP7  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP8  | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |
| CP9  |          |      | <b>X</b> |    |     |          |           |
| CP10 | <b>X</b> |      |          |    |     |          |           |

Quadro 13 – Análise dos tipos de falha do Grupo 11

|      | ACS | ACMR | CC | CS | CMR | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|-----|------|----|----|-----|----------|-----------|
| CP1  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP2  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP3  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP4  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP5  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP6  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP7  |     |      | X  |    |     |          |           |
| CP8  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP9  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP10 |     |      | X  |    |     |          |           |

Quadro 14 – Análise dos tipos de falha do Grupo 12

|      | ACS | ACMR | CC | CS | CMR | M:CC/ACS | M:CC/ACMR |
|------|-----|------|----|----|-----|----------|-----------|
| CP1  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP2  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP3  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP4  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP5  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP6  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP7  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP8  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP9  | X   |      |    |    |     |          |           |
| CP10 | X   |      |    |    |     |          |           |

**Anexo – Certificado do Comitê de Ética e Pesquisa.**

 **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**  
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 – Jd. São Dimas  
CEP 12201-970 – F. (12) 3947-9028 / 9037  
Fax: (12) 3947-9010 / [aigotti@focjo.unesp.br](mailto:aigotti@focjo.unesp.br) / [Odonto@focjo.unesp.br](mailto:Odonto@focjo.unesp.br)



**CERTIFICADO**  
**Comitê de Ética em Pesquisa**  
**Envolvendo Animais**

**CERTIFICAMOS**, que o protocolo nº **04/2009-PA/CEP**, sobre **"Resistência ao cisalhamento de cimentos resinosos, variando o substrato e o material restaurador"** sob responsabilidade de **EURÍPEDES KAIZO ARIKI**, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 11 de março de 2009

**Profa. Dra. ADRIANA AIGOTTI HABERBECK BRANDÃO**  
**Coordenadora**

*Ariki EK. Shear bond strength of a resin cement varying substrate and restorative material. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP – São Paulo State University; 2009.*

## **ABSTRACT**

*The aim of the present study was to evaluate the shear bond strength of three types of luting agents: self-etching (Panavia F, P), conventional (Rely X ARC, R) and self-adhesive (Rely X U100, U), using enamel (E) or dentin (D) as substrates and two types of restorative materials (ceramic, C and laboratorial composite, R). One hundred and twenty-five bovine incisors were embedded in acrylic resin leaving their bucal side exposed. The teeth were ground flat until a 5mm<sup>2</sup> area was created. Half of the specimens had enamel exposed and the other half had dentin exposed. A piece of tape with a 3 mm hole was used to delimitate the bonding area. Sixty cylinders of ceramic (IPS E.max Press) and sixty of composite (SR Adoro), 3 mm in diameter and 3 mm in height, were confectioned. The cylinders were luted to the substrates, forming twelve groups: G1 (PEC); G2 (PER); G3 (PDC); G4 (PDR); G5 (REC), G6 (RER); G7 (RDC); G8(RDR); G9 (UEC); G10(UER); G11(UDC) and G12(UDR). After one week, the specimens were subjected to a shear test in a universal testing machine at a crosshead speed of 0,5 mm/min. The results were submitted to both the Anova and Tukey tests ( $p < 0.05$ ) for statistical analysis. It was observed that the mean of G5 (17,46 MPa) was significantly different from the other groups means, except for G1 (14,60 MPa). Statistically G12 (1,03) had the lowest bond strength differing from the other groups. Bondings between was ceramic and enamel determined the highest bond strength for all luting agents. Due to the low bond strength and the failures between cement and substrate, using the self-adhesive cement and laboratorial composite to make bonds is not advisable.*

*Keywords: Dental Cements. Shear Bond Strength. Dental Materials.*