

Ricardo Pinheiro de Faria

AVALIAÇÃO "IN VITRO" DA  
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DO  
CERÔMERO AO SISTEMA DE  
CIMENTAÇÃO ADESIVA, ATRAVÉS DO  
TESTE DE MICRO-TRAÇÃO. EFEITO DE  
DIFERENTES TRATAMENTOS DE  
SUPERFÍCIE

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Dentística Restauradora**

Orientador: Prof. Dr. *Celso Luiz de Angelis Porto*

Araraquara  
2001

# *Sumário*

INTRODUÇÃO.....	13
REVISÃO DA LITERATURA.....	20
PROPOSIÇÃO.....	96
MATERIAL E MÉTODO.....	98
RESULTADO.....	119
DISCUSSÃO.....	131
CONCLUSÃO.....	145
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
RESUMO.....	159
ABSTRACT.....	162

Faria, Ricardo Pinheiro de Faria

Avaliação “in vitro” da resistência de união do Cerômero ao sistema de cimentação adesiva, através do teste de Micro-Tração. Efeito de diferentes tratamentos de superfície / Ricardo Pinheiro de Faria – Araraquara : [s.n.], 2001.

163f.; 30cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Celso Luiz de Angelis Porto

1. Resinas compostas 2. Cimentos dentários 3. Resistência de união I.  
Título.

## ***DADOS CURRICULARES***

# ***Ricardo Pinheiro de Faria***

NASCIMENTO 04.07.1973 – CAMPINAS –SP

FILIAÇÃO Lacordaire Lopes de Faria

Adair Pinheiro de Faria

1994/1998 Curso de Graduação em Odontologia

Universidade Estadual Paulista – UNESP.

1998 Curso de Especialização em Dentística Restauradora

na Faculdade de Odontologia de Araraquara.

2000 Curso de Pós-Graduação em Odontologia – Área de

Dentística Restauradora, Nível de Mestrado, na

Faculdade de Odontologia de Araraquara–UNESP.

Dedico este  
Trabalho

..... À minha família,

Aos meus pais, Lacordaire e Adair,

pelo exemplo de luta, de vida, dedicação,

amor, carinho e companheirismo durante

toda a minha vida, à minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos, Fábio e

Juliana,

pela amizade, confiança e carinho por mim.

Aos sobrinhos, Gabriel, Louise e  
Carol,

pela saudade estampada nos olhos de cada um  
de vocês.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Celso Luiz  
de Angelis Porto, pela amizade,  
confiança, conquistas, apoio durante toda a minha  
formação intelectual e pela sua competência na  
orientação desse trabalho.

À Débora Mori pelo  
apoio, carinho, incentivo, presença  
em todas as minhas conquistas.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, nas pessoas de seu Diretor Prof. Dr. Ricardo Samih Georges Abi Rached e Vice-Diretor Prof. Dr. Roberto Esberard, pela oportunidade a mim concedida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudos.



Aos Professores do  
Curso de Pós Graduação da  
Faculdade de Odontologia de  
Araraquara - UNESP, pela atenção dedicada.

Aos Professores do departamento de Dentística da  
faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP:  
Ueide, Salete, Sizenando,  
Marcelo, Saad, Osmir e Sillas,  
pela amizade e conhecimentos transmitidos.

A Prof. Dra. Leonor de  
Castro Monteiro Loffredo do  
Departamento de Odontologia Social da faculdade de

Odontologia de Araraquara – UNESP, pelo apoio para realização do cálculo estatístico deste trabalho.

À Bibliotecária Maria José Peron da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, pela atenção especial e revisão das referências bibliográficas.

Aos Técnicos de Prótese Dental Zé Vicente e Denilson – Centro Odontológico Especializado São Carlos/ COE -, pela confecção das peças do Ceromero Artglass utilizadas neste trabalho.

Aos técnicos de Laboratório Cláudio  
Tita e Marinho da Faculdade de Odontologia de  
Araraquara – UNESP pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos Funcionários do  
Curso de Pós -Graduação da  
Faculdade de Odontologia de  
Araraquara – UNESP, pela amizade e atenção  
durante todo tempo de convívio.

Aos colegas de turma Emmanuel,  
Antonio Lolato, Cristina,  
Alessandra, Liz, Laura,  
Elaine, Patrícia e Luana pelo  
convívio e amizade.

Aos colegas Abraam e Celso  
Sakakura pela amizade e apoio.

A todos que direta e  
indiretamente contribuíram  
para a realização deste  
trabalho.

# ***Introdução***

# *Introdução*

A Odontologia Restauradora Adesiva tem passado por um processo de evolução muito grande nas últimas décadas. O desenvolvimento da técnica do condicionamento ácido proposto por Buonocore,<sup>7</sup> em 1955, e o surgimento da resina composta na década de 60, após a descoberta do bisphenol A glicidilmetacrilato por Bowen,<sup>5</sup> ampliaram a utilização das resinas compostas.

Apesar de existirem há mais de trinta anos, as resinas compostas mais modernas ainda apresentam problemas não superados, tais como a contração de polimerização e a possibilidade de abrasão.<sup>17</sup>

A contração de polimerização promove falhas que podem ser adesivas e/ou coesivas. As falhas adesivas formam fendas (gaps) entre a restauração e o dente, que são responsáveis por microinfiltração, descoloração das margens, invasão bacteriana, sensibilidade pós-operatória e possíveis cáries recorrentes. As falhas coesivas produzem poros ou microfraturas na fase orgânica e na interface matriz-carga.

Essas microfraturas podem aumentar pelo estresse oclusal, ocasionando fraturas da resina composta. Portanto, quanto maior o volume de resina composta empregada, maiores serão a contração e as falhas decorrentes.<sup>17</sup>

Muitos fatores estão relacionados ao desgaste apresentado pela resina composta. Uma restauração direta de resina composta bem polimerizada apresenta apenas 55 a 60% de conversão de monômero em polímero.<sup>12</sup>

Os monômeros não polimerizados podem se difundir pelo polímero, diminuindo a resistência ao desgaste. As porosidades existentes podem favorecer um desgaste maior.<sup>17</sup>

Segundo a Council on Dental Materials, Instruments and Equipments,<sup>9</sup> as resinas compostas são bem indicadas para as classes I e II de dentes decíduos e classes I e II de dentes permanentes em cavidades conservadoras. Essa indicação específica visa proteger o paciente do uso indiscriminado de restaurações diretas de resinas compostas, principalmente em cavidades extensas. Portanto, as restaurações indiretas são nestes casos a técnica de eleição, pois resolveu a maioria dos problemas apontados. A polimerização é realizada antes e, portanto, no momento da

cimentação, a restauração já sofreu contração de polimerização, apresentando melhor vedamento marginal. Também é possível conseguir maior grau de conversão de monômeros em polímeros por meio de polimerização melhor e mais completa. Apresenta, ainda, as restaurações indiretas, melhor anatomia, superfícies mais lisas e melhor relação de contato.

De acordo com Ruyter,<sup>36</sup> a taxa de conversão de monômero em polímero das resinas compostas aumenta nos sistemas auto ativados, ficando entre (50 a 60%), nas resinas fotoativadas entre (55 a 65%); e nas resinas polimerizadas adicionalmente por calor (125°C), o grau de conversão alcança de 80 a 85%. Tem sido relatado que a luz, o calor e a pressão, isoladamente ou em conjunto, quando empregados de maneira adequada, aumentam o grau de conversão das resinas compostas, proporcionando-lhes uma polimerização uniforme e mais completa e, conseqüentemente, incrementando suas propriedades físicas e mecânicas.

As restaurações do tipo inlay/onlay de resinas compostas são indicadas para restaurações amplas de dentes posteriores, quando o istmo oclusal for maior do que a metade da distância intercuspídea ou quando o preparo envolver uma ou mais cúspides.<sup>13</sup>



Na tentativa de superar algumas das limitações dos materiais cerâmicos, a indústria odontológica lançou no mercado o polímero de vidro, um sistema restaurador indireto, proveniente da combinação de um material de carga composto por partículas vítreas de silicato de bário e uma quantidade moderada de sílica coloidal, distribuídos em um matriz orgânica contendo monômeros multifuncionais. Essas características na composição proporcionaram maior grau de polimerização do material e similaridade entre as propriedades físicas e mecânicas do compósito e as propriedades da estrutura dental.<sup>14,26,27,45</sup>

Concomitantemente ao desenvolvimento das restaurações estéticas indiretas, surgiram os cimentos resinosos de ativação química e fotoquímica. Sua constituição assemelha-se à das resinas restauradoras, porém em proporções diferentes para preencher os requisitos necessários ao procedimento de cimentação, ou seja, apresenta consistência e resistência adequadas.<sup>34</sup>

A interface entre o cimento resinoso e a superfície de adesão da restauração pode ser a união mais fraca na cimentação desses sistemas.<sup>21</sup>

Os mais variados pré-tratamentos mecânicos ou químicos da superfície de restaurações indiretas têm sido empregados na tentativa de se criar superfícies mais rugosas, o que possibilita o embricamento mecânico do agente de cimentação. Dentre os meios mecânicos já utilizados para se tratar a superfície de restaurações indiretas estão o jateamento com óxido de alumínio, deposição de uma camada de cerâmica, condicionamento com soluções ácidas, pontas diamantadas e emprego de lixas abrasivas.

Variados testes de resistência têm sido executados para a determinação da resistência adesiva. Dos mais utilizados, os testes de resistência ao cisalhamento, têm sido criticados quanto ao modelo do espécime (disco/cilindro) e a distribuição de forças geradas na interface durante a aplicação do teste. Alguns autores<sup>10,49,50</sup> afirmam que a técnica comumente empregada nesse tipo de teste poderia determinar somente um valor nominal de resistência adesiva e não a verdadeira força necessária para a fratura do espécime, devido à natureza não uniforme da distribuição das forças na interface. Essa distribuição desordenada seria afetada por fatores como o modo de aplicação da força, as propriedades do material e o tamanho do espécime.<sup>49</sup>

Recentemente, Sano et al.,<sup>37</sup> desenvolveram um novo método para medir a resistência adesiva dos materiais no substrato dentinário, denominado de Teste de Micro-Tração. A grande vantagem do teste, segundo os autores, é possibilitar a realização do teste de união adesiva em áreas diminutas, de 0,5mm-1,0mm, permitindo que o teste de resistência adesiva possa ser realizado em diferentes áreas de uma mesma superfície ou de um preparo cavitário.

Portanto, o objetivo do presente estudo é avaliar “in vitro” o efeito de diferentes tratamentos na superfície interna do Cerômero na resistência de união com o agente de cimentação, empregando o Teste de Micro –Tração.

*Revisão da*  
*Literatura*

# *Revisão da literatura*

## **1-Tratamento de Superfície**

Mitchem et al.,<sup>29</sup> em 1991, avaliaram “in vitro” a resistência adesiva por cisalhamento de corpos de prova de resinas compostas híbridas, com o objetivo de facilitar o processo de cimentação e reparo. Duas resinas compostas híbridas (Prisma APH e Herculite XR) foram utilizadas e tratadas com flúor fosfato acidulado a 1,23% por 1 minuto e ácido fluorídrico a 10% por 5 minutos e, em seguida, reparadas com aplicação de adesivo e uma nova resina composta ainda não polimerizada. No período de 24 horas, os corpos de prova tratados com flúor fosfato acidulado apresentaram resistência adesiva 75% maior do que o grupo controle (sem nenhum

tratamento), enquanto que, em um mesmo período, os corpos de prova tratados com ácido fluorídrico apresentaram resistência adesiva 35% maior que o mesmo grupo controle. Os corpos de prova foram analisados no Microscópio Eletrônico de Varredura e observou-se que as superfícies tratadas com ácido fluorídrico produziram poros com profundidade de 15 $\mu$ m, responsáveis por uma camada significativamente mais amolecida na resina composta. Os autores concluíram que a superfície de resina composta híbrida não deve ser tratada com ácido fluorídrico antes da cimentação ou de um reparo.

Swift et al.,<sup>43</sup> em 1992, avaliaram vários métodos para tratamento de superfície de compósitos para uso indireto com o objetivo de melhorar a união ao esmalte. O estudo foi dividido em duas partes. Na primeira, trinta molares humanos tiveram suas faces proximais preparadas com um disco de diamante. Sessenta amostras de compósitos da resina composta híbrida (Herculite XRV) foram confeccionadas inserindo-se o material em um molde plástico de 3 mm de diâmetro e 4 mm de altura. Quarenta dessas amostras foram abrasionadas, durante 10 segundos, com óxido de alumínio de granulometria 50 $\mu$ m

(Microetcher, Danville Engineering, Danville, CA, USA). Dessas, vinte foram condicionadas com ácido fluorídrico a 9,6% (HF). As vinte amostras remanescentes do grupo original de sessenta, foram condicionadas com ácido fluorídrico, sem o prévio abrasionamento com óxido de alumínio. Os dentes foram divididos em grupos para união, e a superfície do esmalte foi condicionada com ácido fosfórico a 37% durante 20 segundos. O adesivo (Bondlite, Kerr) foi aplicado e em seguida, o cimento resinoso (Porcelite Dual-Cure, Kerr) foi preparado de acordo com as recomendações do fabricante e aplicado à superfície do esmalte e do compósito. Metade das amostras de cada grupo foi armazenada durante sete dias e a outra metade foi submetida à ciclagem térmica (500 ciclos). A seguir, mediu-se a resistência de união utilizando-se uma máquina de ensaio universal (Instron Model TT-D, Canton, MA, USA) à velocidade de 0,5 cm/min. Na segunda parte do estudo, vinte molares humanos foram preparados e quarenta amostras do compósito foram confeccionadas, conforme o processo descrito anteriormente. Vinte amostras foram somente abrasionadas e as outras vinte abrasionadas e tratadas com ácido fluorídrico. Destas, a metade de cada grupo foi tratada com um agente de silanização (Command Ultrafine Porcelain Repair Bonding System, Kerr).

Os compósitos foram cimentados, submetidos a ciclagem térmica e ao teste de resistência de união como já descritos anteriormente. Os resultados da primeira parte do estudo foram: as amostras abrasionadas apresentaram uma força de união significante maior ( $19,4 \pm 2,9$  MPa) do que as amostras somente condicionadas com HF ( $12,9 \pm 1,9$  MPa) ou as amostras abrasionadas e condicionadas com HF ( $12,5 \pm 2,3$  MPa). A termociclagem resultou em uma diminuição estatisticamente significante da força de união das amostras abrasionadas. Os resultados da segunda parte do estudo mostraram: que as amostras abrasionadas apresentaram uma força de união do compósito ao esmalte de  $26,0 \pm 9,9$  MPa; a força de união das amostras abrasionadas e silanizadas aumentou para  $28,4 \pm 3,7$  MPa, mas essa melhora não foi estatisticamente significante; o condicionamento com HF reduziu significativamente a força de união; as amostras abrasionadas e condicionadas com HF tiveram uma média de força de união ao cisalhamento de  $18,1 \pm 8,3$  MPa; e as amostras abrasionadas, condicionadas com HF e silanizadas apresentaram a mais baixa média de força de união, mas essa diferença não foi significante. O exame da superfície das amostras através de Microscopia Eletrônica de Varredura



revelou que o abrasionamento com óxido de alumínio 50  $\mu\text{m}$  causou extensa rugosidade de superfície, e o condicionamento da superfície com ou sem o prévio tratamento com jato de óxido de alumínio causou perda de partículas de vidro e, por isso, porosidade da superfície da amostra. Os autores concluíram que as resinas compostas para restaurações indiretas podem ter sua resistência de união ao esmalte aumentada com o jateamento com óxido de alumínio; que a silanização pode melhorar a união proporcionada pela abrasão com óxido de alumínio; e o ácido fluorídrico não é recomendado, pois pode reduzir significativamente a resistência de união.

DeSchepper et al.,<sup>11</sup> em 1993, investigaram “in vitro” a força de união de cimentos resinosos a compósitos de micropartícula. Noventa amostras de um compósito de micropartícula processado em laboratório (Concept-Ivoclar) foram confeccionadas e processadas sob uma temperatura de 120°C e a 0,5 MPa de pressão, de acordo com as recomendações do fabricante e armazenadas a seco por um período de sete dias. Foram confeccionadas também noventa amostras do compósito de micropartícula (EOS-Vivadent) fotopolimerizando, por 60 segundos cada lado da amostra, com

o auxílio de um aparelho de luz (Coe-Lite, Model 4000) e unidas no mesmo dia. A superfície de adesão de cada amostra foi jateada com partículas de óxido de alumínio 50  $\mu\text{m}$  durante 5 segundos. As amostras foram nomeadas ao acaso e divididas em 18 grupos de tratamento, com 5 repetições por grupo. Os grupos de 1 a 9 (45 amostras de cada material) receberam aplicação de ácido fosfórico a 35% durante 30 segundos. Os grupos de 10 a 18 (45 amostras de cada material) receberam aplicação do ácido hidrofluorídrico a 9,5% durante 30 segundos. As superfícies das amostras dos grupos de 1 a 3 e 10 a 12 receberam a aplicação do adesivo Special Bond II e as dos grupos 4 a 6 e 13 a 15 do adesivo Heliobond. Os grupos de 7 a 9 e de 16 a 18 receberam a aplicação do silano (Kerr Porcelain Repair Primer) com um adesivo associado. A seguir, um dos três cimentos (Dual Cure, Porcelite e CR Inlay Cement) foi aplicado de acordo com as recomendações do fabricante. As amostras foram armazenadas durante a noite a 37°C e 100% de umidade antes do teste. Cada amostra foi fixada em um dispositivo de tração e submetida a uma carga com velocidade de 0,05 mm/min. O compósito fotopolimerizado (EOS-Vivadent) tratado com Special Bond II ou Heliobond, CR Inlay Cement e ácido hidrofluorídrico produziu as maiores forças de

união. As médias de força de união dos compósitos processados em laboratório foram menores que as médias dos compósitos fotopolimerizados. Os autores concluíram que o compósito teve o maior efeito sobre a força de união, seguido do adesivo, cimento e, finalmente, do tratamento de superfície.

Stokes et al.,<sup>41</sup> em 1993, avaliaram “in vitro” a resistência adesiva por cisalhamento de um cimento resinoso dual (Porcelite Dual Cure-Kerr) a corpos de prova de resina composta (Herculite – Kerr) com polimerização complementar por calor a 100°C por 10 minutos. Diferentes tratamentos de superfície foram testados da seguinte forma: 1) grupo controle (nenhum tratamento); 2) microjateamento com óxido de alumínio; 3) microjateamento e condicionamento com ácido fluorídrico; 4) microjateamento e aplicação de silano; 5) microjateamento, ácido fluorídrico e silano; 6) ácido fluorídrico; 7) ácido fluorídrico e silano; e 8) silano. Após a aplicação do cimento resinoso e a fotoativação, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 7 dias, antes do teste de resistência adesiva por cisalhamento. Os valores de resistência adesiva ao cisalhamento mais altos foram obtidos por espécimes que haviam recebido os seguintes tratamentos de

superfície: microjateamento, condicionamento com ácido fluorídrico e silano; microjateamento e silano; e microjateamento e condicionamento ácido fluorídrico. As falhas de união nesses grupos foram, em sua maioria, coesivas nos corpos de prova de resina composta. A resistência adesiva nos corpos de prova dos grupos sem o microjateamento foi significativamente mais baixa, e as falhas de adesão foram principalmente adesivas, tendo ocorrido na interface entre a resina composta e o cimento resinoso dual. Os autores concluíram que tratamentos adicionais na superfície são necessários para se obter forças adequadas de união ao cisalhamento entre o material indireto pós-polimerizado e o cimento resinoso dual. O microjateamento associado ao condicionamento com ácido fluorídrico e/ou silano resultou em forças satisfatórias de união ao cisalhamento.

Tate et al.,<sup>44</sup> em 1993, avaliaram “in vitro” a força de união de cimentos resinosos a um compósito híbrido fotopolimerizado e a um compósito fotopolimerizado em laboratório, preparados com dois diferentes tratamentos de superfície e três diferentes agentes de união. As amostras, num total de 180, foram divididas em dois grupos iguais. As noventa

amostras (Grupo I), de um compósito híbrido fotopolimerizado (Herculite XRV), foram confeccionadas com uma matriz de aço inoxidável dividida em forma de cone truncado medindo 3 mm de altura, 8 mm de diâmetro da base e 6 mm o diâmetro da superfície de adesão. Durante a fabricação das amostras, os moldes foram colocados com a porção de 6 mm de diâmetro sobre uma lâmina para microscópio, o que produziu uma superfície de adesão lisa e uniforme para todas as amostras. Cada lado das amostras (superfície de adesão e base truncada) foi fotopolimerizado (Coe Light) por 60 segundos. As outras 90 amostras (Grupo II) foram confeccionadas da mesma maneira, com Herculite XRV, e fotopolimerizadas posteriormente em uma unidade de ativação de luz (Triad 2000) a 79°C por 10 minutos. Todas as amostras sofreram procedimentos de adesão no mesmo dia de fabricação. As superfícies de adesão de cada amostra foram jateadas com partículas de óxido de alumínio 50 µm durante 5 segundos. As amostras foram nomeadas ao acaso, diante de diferentes condições de tratamento, com 5 repetições por tratamento. A metade das amostras de cada grupo foi tratada com ácido fosfórico gel a 37% durante 30 segundos e a outra metade recebeu a aplicação de ácido hidrofúorídrico gel a 9,5% durante 10 segundos. As superfícies ácido tratadas

foram lavadas com água durante 15 segundos e secas com ar durante 10 segundos. As superfícies de adesão foram, em seguida, tratadas com um dos três agentes de união (Special Bond II, Heliobond e um agente de silanização, Silane). A seguir, um dos três cimentos (Dual Cure, Porcelite e CR Inlay Cement) foi aplicado de acordo com as recomendações do fabricante. As amostras, unidas em forma de ampulheta, e com 6 mm de altura, 8 mm de base e 6 mm de diâmetro na interface, foram armazenadas durante a noite a 37°C e 100% de umidade antes do teste. Cada amostra foi fixada em dispositivo de tração e submetida a uma carga com velocidade de 0,05 mm/min. As superfícies ácido tratadas foram examinadas através de Microscopia Eletrônica de Varredura com aumento de 500x e os modos de fratura classificados (falha coesiva e adesiva) com auxílio de um microscópio comum. A maior força de união foi produzida tratando-se a superfície com ácido fosfórico, cimento Porcelite, Herculite fotopolimerizado e Special Bond II. Nos dois grupos não houve diferença estatisticamente significativa entre o Special Bond II, o Heliobond e o Silano. As superfícies tratadas com ácido hidrofúorídrico tiveram as mais baixas forças de união em comparação com as superfícies tratadas com ácido fosfórico em ambos os grupos. Foram

observadas mais falhas adesivas no tratamento com ácido hidrofúorídrico ( 63/90 ) do que no tratamento com ácido fosfúrico ( 13/90 ). Esses padrões foram observados tanto no grupo I, Herculite fotopolimerizado (26/45), quanto no grupo II, Herculite fotopolimerizado em uma unidade de fotoativação (37/45), tendo os dois grupos sido tratados com ácido hidrofúorídrico gel. Os autores concluíram que o tratamento de superfície teve o maior efeito na força de união, seguido pelo cimento, método de polimerização do compósito e, por último, o agente de união.

Yoshida et al.,<sup>51</sup> em 1993, avaliaram a força de união ao cisalhamento de dois agentes cimentantes a uma resina composta fotopolimerizada em laboratório. Discos de resina composta (Cesead) foram confeccionados sobre uma placa de gesso pedra melhorado. Quatro tipos de tratamentos foram realizados na superfície de adesão: 1) grupo controle (nenhum tratamento); 2) adesivo (Clearfil New Bond); 3) dichloromethane e adesivo; e 4) dichloromethane, adesivo e silano (Clearfil Porcelain Bonding) e dois agentes cimentantes: um cimento de ionômero de vidro (Fuji Bond) e um cimento adesivo resinoso (Panavia EX). Após a cimentação, os

espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C antes do teste. As medidas das forças de união ao cisalhamento foram determinadas utilizando-se uma máquina de testes universal (Instron, Model 1101), à velocidade de 0,5 mm/min, com a lâmina de extremidade afilada colocada paralelamente às superfícies de união. Os espécimes cimentados com Panavia EX exibiram as maiores forças de união ao cisalhamento para todos os tipos de preparações, ocorreu um aumento na força de união e 100% de falhas coesivas no grupo que recebeu a aplicação adicional do silano. Os espécimes cimentados com Fuji Bond exibiram 100% de falhas adesivas no grupo que não recebeu tratamento e um aumento na força de união ao cisalhamento no grupo que recebeu aplicação adicional do adesivo. Os autores concluíram que a microasperização da superfície através do uso de dichloromethane seguido da aplicação de um adesivo de baixa viscosidade é um tratamento efetivo na união de resinas compostas com cimento de ionômero de vidro, e a aplicação do silano tem efeito positivo na resistência de união ao cisalhamento de resinas compostas cimentadas com cimento adesivo dual.



Latta & Barkmeier,<sup>25</sup> em 1994, avaliaram a resistência de união de um cimento resinoso unido a um material para confecção de restaurações indiretas de resina composta através do uso de diferentes tratamentos de superficiais do compósito. Com auxílio de um molde metálico foram confeccionadas 60 amostras do compósito Triad (Dentsply International, Trubyte Division, York, Pa.) medindo, aproximadamente, 3 mm de altura por 11 mm de comprimento e 11 mm de largura. Após a polimerização inicial, com auxílio de uma luz visível por 60 segundos, as amostras foram removidas do molde e polimerizadas, por 7 minutos, em uma unidade de polimerização Triad 2000 (Dentsply International, Trubyte Division). As superfícies de adesão dos blocos de resina composta foram preparadas com lixas de carbo-silicone de granulação 600. As amostras foram divididas em grupos, recebendo os seguintes tratamentos superficiais: Grupo 1) grupo controle (nenhum tratamento); Grupo 2) condicionamento com ácido hidrófluorídrico a 20% (Strip National Keystone, Cherry Hill, N.j.) por 60 segundos, seguidos de lavagem e secagem; Grupo 3) aplicação do bifluoreto de amônio (Dicor Etching Gel, Dentsply International, Trubyte Division) durante 60 segundos, seguido de lavagem e secagem; Grupo 4)

aplicação da resina fluída (Prisma Universal Bond 3, Dentsply International, Trubyte Division) fotopolimerizado por 10 segundos; Grupo 5) A superfície foi abrasionada com Microether (Model Erc, Danville Engineering, Danville, Calif.) com óxido de alumínio 50 $\mu$ m à pressão de 60psi; Grupo 6) microether com óxido de alumínio 50 $\mu$ m à pressão de 60psi e, em seguida, aplicação da resina fluída (Prisma Universal Bond 3); Grupo 7) 10 molares recentemente extraídos tiveram suas superfícies de esmalte preparadas com lixas de granulação 600, seguido-se o condicionamento com ácido fosfórico a 37% durante 60 segundos, lavagem e secagem. Cilindros de cimento resinoso (Dicor Light-activated cement with fluoride, Dentsply International, Trubyte Division) foram cimentados às superfícies preparadas nos compósitos e dentes. Os corpos de prova foram armazenados em água destilada por 24 horas a 37°C. Em seguida, foram adaptados a uma máquina de ensaio universal Instron (Model 1123, Instron Corporation, Canton, Mass) e submetidos a uma carga com velocidade de 5mm/min, até a ocorrência da fratura. Após análise estatística dos resultados, não foi constatada diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1, 2 e 3, entretanto os grupos 4 e 6

apresentaram diferença significativa em relação aos grupos 1, 2 e 3. Não houve diferença significativa entre os grupos 5 e 6 e os grupos 4 e 5. Os valores de união do compósito unido ao esmalte (Grupo 7) foram significativamente diferentes dos grupos 1, 2 e 3, mas não dos grupos 5 e 6. O exame das áreas de fratura demonstrou diferenças no padrão de fracasso. Do grupo 1 ao 6 houve 100% de falhas adesivas entre o cimento resinoso e o compósito. O grupo 5 exibiu 50% de falhas coesivas do compósito e 50% de falhas adesivas entre o cimento resinoso e o compósito. No grupo 6, as falhas foram 100% coesivas no compósito. A análise da superfície das amostras de compósitos através de Microscopia Eletrônica de Varredura revelou, no grupo 1, uma superfície típica, resultante do abrasionamento com lixas de granulação 600. Os exames das amostras dos grupos 2 e 3 revelaram que o condicionamento ácido removeu partículas de vidro, deixando cavitações na superfície, com traços abrasivos ainda evidentes. O tratamento com óxido de alumínio não apresentou os traços evidentes decorrentes do abrasionamento com lixa 600, revelando grande irregularidade superficial, superior aos demais grupos. Os autores concluíram que o ataque ácido não foi efetivo na produção de altos valores de resistência de união ao cimento

resinoso. O microjateamento com óxido de alumínio produziu uma superfície mecanicamente mais retentiva e resultou nos maiores valores, próximos dos valores de união do compósito unido ao esmalte tratado com ácido fosfórico. Os autores cobncluíram, ainda, que o uso do adesivo associado ao microjateamento resultou em valores maiores de resistência de união do que o microjateamento aplicado isoladamente.

Swift et al.,<sup>42</sup> em 1994, avaliaram a efetividade do agente de união silano (Silane Bond Enhancer) no reparo de uma resina composta híbrida (Herculite XRV). Espécimes de compósitos (n=60) foram parcialmente incluídos em acrílico, polidos e receberam os seguintes tratamentos: A) microjateamento com óxido de alumínio 50 $\mu$ m (AA) durante 5 segundos, condicionamento com ácido fosfórico a 35% durante 15 segundos, e lavados com água; B) condicionamento com ácido fluorídrico (HF) a 9,6% por 15 segundos, e lavados com água por 2 minutos; e C) aplicação do Silano Bond Enhancer (S) (Chameleon) na superfície da resina composta e deixado secar por 1 minuto. Os espécimes, nomeados ao acaso, foram divididos nos seguintes grupos: grupo 1 - (AA); grupo 2 - (HF); grupo 3 - ((AA/HF); grupo 4 - (AA/S); grupo 5 - (HF/S);

e grupo 6 – (AA/HF/S). Os reparos dos compósitos foram completados pela aplicação de um agente adesivo (Bondlite) e resina composta (Herculite XRV). Forças transversais foram aplicadas nos espécimes reparados e espécimes intactos ( grupo controle) usando uma máquina de teste universal Instron. A resistência flexural média dos espécimes intactos foi de  $70,5 \pm 14,6$  MPa. O microjateamento resultou na resistência de reparo maior, de  $43,7 \pm 15,3$  MPa, ou 62% da força coesiva da resina composta. O microjateamento, seguido do condicionamento com ácido fluorídrico resultou na resistência de reparo mais baixa, de  $29,1 \pm 10,1$  MPa, ou 41% da resistência coesiva da resina composta. A silanização aumentou a resistência do reparo nos tratamentos com ácido fluorídrico, microjateamento e ácido fluorídrico. Os autores concluíram que todas as forças de reparo foram significativamente menores que a força coesiva da resina composta, mas não foram significativamente diferentes entre si.

Matsumura et al.,<sup>28</sup> em 1995, avaliaram o efeito de agentes adesivos e um primer silano sobre a adesão entre camadas de uma resina composta de micropartículas. Três sistemas adesivos com diferentes composições foram utilizados

(UDMA, MMA-UDMA e TEGDMA). Os espécimes de resina foram confeccionados, polidos com lixa 600 e abrasionados com pedra carborundum. Metade dos espécimes foi tratado com silano e todos receberam a aplicação de um dos sistemas adesivos antes do reparo. As amostras foram imersas em água a 37°C ou armazenadas a seco durante 24 horas, 3 e 6 meses e 1 ano. Os testes de resistência ao cisalhamento foram realizados e as superfícies fraturadas observadas em microscópio óptico. Os resultados demonstraram que a resistência aumentou significativamente com o uso do silano e dos três agentes adesivos. Os espécimes tratados com silano e armazenados em água foram mais resistentes que os armazenados a seco. De um modo geral, a resistência dos grupos tratados com silano aumentou com o tempo. Quanto aos modos de fratura, todos os grupos não tratados com silano apresentaram fraturas adesivas, enquanto os grupos com silano apresentaram falhas adesivas com propagação de trincas e coesivas em ambas as superfícies. Os maiores valores de resistência foram atribuídos à combinação silano e adesivo à base de TEGDMA, com falhas coesivas na maior parte dos espécimes. Os autores recomendaram o uso da combinação silano/adesivo quando uma

resina composta for adicionada à superfície desgastada de um composto previamente polimerizado.

Iamamura et al.,<sup>20</sup> em 1996, avaliaram “in vitro” a efetividade de vários tratamentos de superfície na resistência adesiva por cisalhamento de cimentos resinosos a resinas compostas processadas em laboratório. Foram confeccionados 70 corpos de prova de uma resina de micropartículas (Concept-Ivoclar) e 70 de uma resina microhíbrida (Herculite XRV-Kerr). Esses corpos de prova foram submetidos ao calor (121°C) e pressão (85 lb/pol<sup>2</sup>) por 10 minutos. Outros 70 corpos de prova adicionais, em forma de disco, foram confeccionados de cada material e submetidos ao mesmo tratamento. Todos corpos de prova foram submetidos a um dos sete tratamentos de superfície pré-estabelecidos e divididos em grupos. Os tratamentos superficiais para o Concept foram: 1) condicionamento com ácido fosfórico a 35% (controle); 2) microjateamento e ácido fosfórico; 3) microjateamento, ácido fosfórico e Special Bond II; 4) microjateamento, Silano e All Bond II 5) microjateamento, ácido fosfórico e Silano; 6) microjateamento e condicionamento com ácido fluorídrico a 9,6% durante 30 segundos; e 7) microjateamento com deposição de uma camada

cerâmica com partículas de 30 $\mu$ m (Rocatec-Espe). Os tratamentos superficiais para o Herculite XRV foram: 1) condicionamento com ácido fosfórico a 35% (controle); 2) microjateamento e ácido fosfórico; 3) microjateamento, Silano e All Bond II; 4) condicionamento com ácido fluorídrico a 9,6% durante 30 segundos; 5) microjateamento, ácido fluorídrico; 6) microjateamento, ácido fluorídrico e Silano e 7) microjateamento com deposição de uma camada cerâmica com partículas de 30 $\mu$ m (Rocatec-Espe). Após os tratamentos superficiais, os corpos de prova foram unidos com cimentos resinosos recomendados por ambos os fabricantes para o uso com seu respectivo sistema, Dual Cement (Ivoclar/Vivadent) com o Concept, e o Porcelite Dual Cure Cement (Kerr) com o Herculite XRV. Após a cimentação entre os dois corpos de prova da mesma resina composta, eles foram imersos em água destilada à temperatura ambiente. Após sete dias, todos os corpos de prova foram termociclados e submetidos ao teste de resistência adesiva por cisalhamento. O tratamento superficial com microjateamento ou deposição da camada de cerâmica (Rocatec-Espe) aumentou significativamente a força de união ao cisalhamento, em comparação com o grupo controle das duas resinas compostas. O tratamento do Concept com ácido



fluorídrico não afetou negativamente a força de união ao cisalhamento, produzindo resultados semelhantes aos do grupo tratado com o sistema Rocatec. No entanto, o tratamento da superfície com ácido fluorídrico do Herculite XRV diminuiu significativamente a resistência adesiva, quando usado sozinho ou em conjunto com microjateamento. O Microscópio Eletrônico de Varredura revelou uma dissolução da fase de partículas de vidro pelo ácido fluorídrico, deixando de existir a área retentiva ideal, mais uniforme, o que resultou na mais fraca resistência adesiva. A aplicação de um agente silano aumentou a força de união ao cisalhamento, embora não de forma significativa.

Kelsey et al.,<sup>23</sup> em 1996, investigaram “in vitro” as diferenças da resistência adesiva por cisalhamento entre restaurações diretas e indiretas de resina composta, em esmalte e dentina. Foram preparados molares humanos extraídos para se obter uma superfície plana de esmalte e dentina. Em seguida quatro grupos de estudo foram estabelecidos: grupo 1) restauração inlay indireta de resina composta (Triad-Dentsply) aderidas em esmalte com o agente de união ProBond (Dentsply) e cimento resinoso dual (Enforce-Dentsply); grupo 2)

restauração direta de resina composta (TPH-Dentsply) aderidas em esmalte com ProBond; grupo 3) restauração inlay indireta de resina composta (Triad-Dentsply) aderidas em dentina com ProBond e Enforce; e grupo 4) restauração direta de resina composta (TPH-Dentsply) aderidas em dentina com ProBond. As restaurações indiretas de resina composta foram padronizadas com lixas 600, depois microjateadas com óxido de alumínio e limpas em ultra som, antes da cimentação. Tanto o esmalte como a dentina foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, antes da restauração. Os resultados mostraram que as restaurações diretas e indiretas de resina composta têm uma resistência adesiva por cisalhamento com igual efetividade em esmalte e dentina, mas que a adesão desses materiais ao esmalte ( $\pm 27$  MPa) é significativamente maior do que a adesão à dentina ( $\pm 21$  MPa). As falhas das restaurações cimentadas ao esmalte foram predominantemente coesivas e as cimentadas à dentina, predominantemente adesivas.

Shortall et al.,<sup>38</sup> em 1996, investigaram “in vitro” o efeito de diferentes tratamentos de superfície na força de união de dois compósitos polimerizados para inlay (Brilliant-

Coltene e Herculite XRV-Kerr) aos cimentos resinosos recomendados pelo fabricante (Duo Cure Cement-Coltene e Porcelite Dual Cure-Kerr). Os seguintes tratamentos de superfície foram realizados para o sistema Brilliant-Coltene: 1) spray de ar/água método recomendado pelo fabricante; 2) microjateamento com óxido de alumínio 50 $\mu$ m; e 3) microjateamento e aplicação de flúor fosfato acidulado gel por 5 minutos. Para cada condição de tratamento de superfície, quatro situações foram investigadas: 1) sem adesivo, 2) Duo Bond Resin, 3) Photo Bond Resin, e 4) Photo Bond Resin e Porcelain Activator. Para o sistema Herculite XRV-Kerr foram realizados os seguintes tratamentos: 1) microjateamento com óxido de alumínio 50 $\mu$ m, condicionamento com ácido fluorídrico (HF) 9,5% por 30 segundos e aplicação do Silano Primer; 2) microjateamento; 3) microjateamento e HF; 4) microjateamento e Silano; 5) microjateamento, HF e Silano. Espécimes intactos para ambas as resinas foram testados (grupo controle). Após os respectivos tratamentos de superfície, os espécimes foram cimentados e armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, antes do teste de resistência de união. O torque requerido para iniciar a fratura dos espécimes do sistema Brilliant variou de 35% a 101% do torque requerido

para a fratura dos espécimes controle (sólido). O grupo que recebeu microjateamento produziu força de união estatisticamente mais forte que os grupos apenas lavados. O ácido fosfórico não teve efeito adicional na força de união. O torque requerido para iniciar a fratura dos espécimes do sistema Herculite XRV variou de 66% a 96% em relação ao torque requerido da fratura dos espécimes controle (sólido). Para o sistema Herculite XRV, o microjateamento associado ao condicionamento com ácido fluorídrico produziu forças de união significativamente mais fracas do que os espécimes somente microjateados ou os do grupo controle (sólido). Os espécimes microjateados e silanizados apresentaram forças de união significativamente mais fortes que os espécimes microjateados e condicionados, mas não houve diferença estatisticamente significativa dos espécimes que foram microjateados, condicionados e silanizados. Os autores concluíram que o microjateamento, como pré-tratamento de superfície, aumenta a resistência adesiva com o cimento resinoso. Concluíram também que, após o microjateamento o uso de um agente adesivo intermediário aumentou estatisticamente a força de união, e o condicionamento com

ácido fluorídrico produziu forças de união mais fracas comparadas com o microjateamento apenas.

Bouschlicher et al.,<sup>4</sup> em 1997, avaliaram “in vitro” a resistência adesiva por cisalhamento de resina composta não polimerizada sobre a resina composta pré-polimerizada. Vários tratamentos de superfície foram investigados. Oitenta espécimes de resina composta híbrida Pertac Híbrid (Espe) e oitenta de uma resina composta microparticulada Silux Plus (3M) foram confeccionados e estocados por uma semana antes dos tratamentos superficiais. Os espécimes foram polidos e tratados como se segue: 1) pontas diamantadas; 2) microjateamento com óxido de alumínio 50 $\mu$ m e pressão de 80lb/pol<sup>2</sup>; 3) microjateamento com óxido de alumínio 27 $\mu$ m e alta pressão (160 lb/pol<sup>2</sup>); e 4) microjateamento com baixa pressão e deposição de uma camada de cerâmica, usando partículas de 30 $\mu$ m e pressão de 34 lb/pol<sup>2</sup> (Cojet-Sand-Espe). Metade dos corpos de prova foram tratados com silano. A mesma resina composta não polimerizada foi aderida à superfície de resina composta tratada e os corpos foram, então, armazenados em água destilada por 24 horas e termociclados, antes do teste de resistência adesiva por

cisalhamento. Os corpos de prova de resina composta híbrida ou de micropartícula tratados com Cojet-Sand apresentaram as mais altas resistências adesivas por cisalhamento com ou sem o silano, em comparação com os outros tratamentos. Todos os grupos de resina composta híbrida que receberam a aplicação do silano tiveram um aumento da resistência de união ao cisalhamento, porém, para resinas compostas de micropartículas, os grupos não apresentaram um resultado estatisticamente significativo, com exceção do grupo tratado com pontas diamantadas, onde o tratamento com silano apontou resultado superior ao do grupo que não recebeu esse tratamento. Os grupos tratados com pontas diamantadas e microjateamento com óxido de alumínio e silano foram equivalentes estatisticamente e apresentaram resistência de união adesiva maior do que o grupo tratado com microjateamento, deposição de cerâmica (KCP 2000) e silano.

Brosh et al.,<sup>6</sup> em 1997, propuseram-se a avaliar o efeito da combinação de vários tratamentos de superfície e agentes adesivos na resistência adesiva por cisalhamento de resina composta não polimerizada com uma resina pré-polimerizada. Espécimes em forma de cilindros foram

confeccionados com uma resina composta híbrida (Petac Híbrid-Espe), armazenados em água a 37°C durante 14 dias e, então, divididos em seis grupos. As superfícies de adesão dos corpos de prova foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1) ponta diamantada; 2) jateamento com óxido de alumínio; 3) jato de bicarbonato de sódio; 4) pedra verde de carborundum; e 5) ácido hidrófluorídrico a 9,5%, além do controle sem tratamento algum. Após os tratamentos, cada grupo foi subdividido em três grupos e, em seguida, submetidos à aplicação de um agente de união à base de BisGMA ou do mesmo agente associado a um silano, além de um grupo controle sem nenhum sistema adesivo. Em seguida, os espécimes foram reparados com uma resina de micropartícula (Silux Plus-3M), armazenados durante 14 dias e termociclados. O resultado desse estudo indicou que o uso de um agente de união, isoladamente ou combinado com silano, mostrou-se o procedimento mais efetivo para aumentar a resistência adesiva ao cisalhamento de espécimes reparados, independentemente do tratamento de superfície realizado. A silanização associada ao agente de união aumentou de modo não significativa a resistência de união, quando comparada ao agente de união empregado isoladamente. Os maiores valores de resistência foram produzidos pelo abrasionamento da

superfície com pedra de carborundum e jateamento com óxido de alumínio, enquanto os menores foram produzidos pelo condicionamento com ácido hidrofluorídrico. Os autores puderam concluir que diferentes combinações de tratamentos de superfície e sistemas adesivos afetam diretamente a resistência dos reparos em resina composta.

Com o propósito de aumentar a força de união entre o cimento resinoso dual e compósitos indiretos, Hummel et al.,<sup>19</sup> em 1997, avaliaram técnicas combinando o jateamento e diferentes soluções ácidas para o tratamento da superfície de compósitos antes da cimentação. Noventa amostras e três tipos de compósitos foram utilizados, dois compósitos híbridos ( Charisma/Kulzer ) e APH ( LD/Caulk ) e um microparticulado ( Dentacolor/Kulzer ) que foi incluído no estudo com objetivo de comparação. Os compósitos foram fotopolimerizados na unidade de luz Dentacolor XS ( Kulzer ) durante 120 segundos. As superfícies dos compósitos antes da cimentação receberam um dos seguintes tratamentos: 1- ácido fosfórico a 37% durante 15 segundos ; 2- ácido fluorídrico a 54% durante 5 segundos; 3- jateamento com óxido de alumínio a 50µm durante 10 segundos e ácido fosfórico; 4- jateamento com óxido de alumínio e ácido



fluorídrico; 5- jateamento com óxido de alumínio, ácido fosfórico e jateamento; e 6- jateamento, ácido fluorídrico e jateamento. Após os tratamentos de superfícies, uma área padrão foi definida para união. Compósitos da resina P-50 (3M, St. Paul., Minn.) em forma de botão foram cimentados às superfícies previamente preparadas com auxílio de um sistema adesivo Bond II (Kulzer) e do cimento resinoso dual Twinlook (Kulzer). O teste de tração foi aplicado com uma máquina de ensaio universal (Instron Corp., Canton, Mass), à velocidade de 0,025 cm/min, até a ocorrência da fratura. As maiores médias de força de união foram alcançadas associando o jateamento e ácido fosfórico para os três tipos de compósitos. No entanto, após análise estatística dos resultados, não foi constatada diferença estatisticamente significativa entre os grupos. As falhas de união entre os materiais empregados foram predominantemente coesivas; as falhas adesivas estavam associadas às baixas forças de união e às técnicas onde as soluções ácidas foram utilizadas isoladamente. O exame de Microscopia Eletrônica de Varredura das superfícies dos compósitos revelou extensa degradação da superfície do compósito condicionado com ácido fluorídrico. Com relação aos compósitos microparticulados, o jateamento produziu as

maiores forças de união; nem o tratamento com soluções ácidas e nem o jateamento extra resultaram em um aumento da força de união. Os autores ressaltaram a importância de se asperizar a superfície mecanicamente e concluíram que o condicionamento com ácido fluorídrico foi prejudicial, pois causou defeitos na superfície do compósito. Concluíram também que o condicionamento das partículas de vidro não melhorou a resistência de união, ou o efeito do condicionamento foi obscurecido pela degradação dos componentes da resina.

Em 1997, Pacheco<sup>32</sup> avaliou a influência do tratamento superficial na resistência à tração da união do polímero de vidro Artglass (HERAEUS, Kulzer – Germany) ao cimento resinoso. O autor verificou também o efeito do agente de silanização (Porcelain Primer - Bisco, Inc. Itasca IL), do ativador superficial de compósitos (Composite Activator Bisco, Inc. Itasca IL) e do líquido para reparos do sistema Artglass na resistência à tração com o sistema adesivo All Bond 2 (Bisco, Inc. Itasca IL) associado ao cimento Choice Porcelain Vener System (Bisco, Inc. Itasca IL). Foram confeccionadas duzentas e quarenta amostras, divididas em 12 grupos com 20 amostras cada que foram, então, submetidas aos seguintes tratamentos:

grupo 1) jateamento com óxido de alumínio; grupo 2) jateamento com óxido de alumínio e aplicação do Porcelain Primer; grupo 3) jateamento com óxido de alumínio e aplicação do Composite Activador; grupo 4) jateamento com óxido de alumínio e aplicação do Artglass Liquid; grupo 5) condicionamento com ácido fosfórico; grupo 6) condicionamento com ácido fosfórico e aplicação do Porcelain Primer; grupo 7) condicionamento com ácido fosfórico e aplicação do Composite Activador; grupo 8) condicionamento com ácido fosfórico e aplicação do Artglass liquid; grupo 9) condicionamento com ácido fluorídrico; grupo 10) condicionamento com ácido fluorídrico e aplicação do Porcelain Primer; grupo 11) condicionamento com ácido fluorídrico e aplicação do Composite Activador; e grupo 12) condicionamento com ácido fluorídrico e aplicação do Artglass Liquid. Após os tratamentos superficiais, as amostras foram unidas em pares com auxílio do sistema adesivo e do cimento resinoso, manipulados de acordo com as instruções do fabricante. Em seguida, os corpos de prova foram armazenados a 37°C com umidade relativa do ar em 100%, durante 24 horas e, logo após, foram submetidos a 500 ciclos ajustados às temperaturas de 5°C, 37°C e 60°C, com duração de 30 segundos

cada. Decorrido o período de 48 horas, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de tração em uma máquina de ensaio universal (Otto Wolpert Werke, Germany), à velocidade de 6 mm/minuto. As médias dos resultados obtidos foram: grupo 1 – 11,46 MPa; grupo 2 – 12,28 MPa; grupo 3 – 9,45 MPa; grupo 4 – 11,53 MPa; grupo 5 – 3,83 MPa; grupo 6 – 4,84 MPa; grupo 7 – 3,94 MPa; grupo 8 – 5,687 MPa; grupo 9 – 6,51 MPa; grupo 10 – 6,36 MPa; grupo 11 – 7,86 MPa; e grupo 12 – 8,34 MPa. A seguir os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey. Após os testes de resistência à tração, as amostras foram examinadas em lupa estereoscópica com aumento de 16 vezes, onde foi verificado o predomínio de fraturas coesivas do polímero de vidro para os grupos tratados com jateamento com óxido de alumínio. O efeito dos tratamentos de superfície foi analisado com auxílio de um Microscópio Eletrônico de Varredura (M.E.V.) (Zeiss DSM 960, Germany). Os resultados indicaram que o maior valor de resistência de união foi obtido através de jateamento com óxido de alumínio associado ao agente de silanização. Nos demais grupos onde também foi realizado o jateamento com óxido de alumínio, os valores de resistência de união foram superiores e diferentes estatisticamente, quando comparados aos outros

grupos, com exceção da associação do ácido fluorídrico com o Composite Activador, que não diferiu do grupo 3. A análise através da M.E.V. das superfícies tratadas demonstrou um padrão morfológico mais favorável ao embricamento micromecânico produzido com o jateamento com óxido de alumínio.

Garone Neto & Burger,<sup>17</sup> em 1998, descreveram as etapas para cimentação adesiva de uma inlay/onlay de resina composta (RC). Segundo os autores, o preparo da superfície interna da inlay/onlay de resina composta constitui-se a primeira etapa da cimentação adesiva. Após a prova e ajuste da inlay/onlay de RC, sua superfície interna apresenta-se com resíduos e impurezas decorrentes desses procedimentos e também da fase laboratorial. Procede-se então o jateamento da área com óxido de alumínio em pó ( $50\mu\text{m}$ ), à pressão de 60 a 80  $\text{lb/pol}^2$  de pressão por 4 a 6 segundos; lava-se e seca-se a superfície interna. O jateamento permite, além de uma excelente limpeza mecânica, a criação de milhares de microretenções que vão desempenhar um papel decisivo no processo de cimentação. A criação de microretenções na inlay/onlay de RC garante uma retenção melhor, uma vez que

não é certa uma ligação química entre os metacrilatos do cimento resinoso e os da inlay/onlay de RC. A inlay/onlay de RC, ao receber um tratamento de polimerização complementar por fotoativação, termoativação sob pressão ou vácuo tem seus monômeros quase que na totalidade convertidos em polímeros quase não existindo metacrilatos pendentes para esta ligação química. Os sistemas de RC que utilizam a termoativação como método complementar de polimerização podem atingir de 90% a 98% de conversão de seus monômeros em polímeros. Após o jateamento, pode-se optar por dois tratamentos diferentes. O primeiro, a silanização, constituindo-se da aplicação de ácido fosfórico de 32 a 38% por 1 minuto, e a seguir lavar e secar com finalidade de limpeza, seguida da aplicação de silano. Por meio do jateamento as partículas inorgânicas ficam expostas e, quando recobertas pelo silano, podem se ligar quimicamente à matriz orgânica do cimento resinoso; essa adesão é realizada pelos radicais sílico e organofuncionais do silano. A segunda possibilidade trata-se da aplicação do ácido fluorídrico entre 7% e 10% por 30 segundos na superfície interna da onlay de RC. Os autores concluíram, contudo, que existe uma preferência pela aplicação do ácido fosfórico seguida da

aplicação do silano, pois o ácido fluorídrico é muito agressivo e requer cuidados especiais em seu manuseio.

Bouschlicher et al.,<sup>3</sup> em 1999, avaliaram a adesão de um cimento resinoso dual a restaurações indiretas das resinas compostas laboratoriais Artglass (AG), Belleglass HP (BG), Concept (C), e Targis (T). Os autores compararam “in vitro” o efeito de dois sistemas de asperização de superfície, com e sem o uso de agentes umectantes próprios. Os métodos utilizados foram: microjateamento com óxido de alumínio (AO) 50 $\mu$ m à pressão de 34 lb/pol<sup>2</sup> e deposição de uma camada de cerâmica Cojet-Sand-Espe (CJ) 30 $\mu$ m à pressão de 34 lb/pol<sup>2</sup>. As resinas compostas Artglass e Concept foram avaliadas com e sem o uso de seus respectivos agentes umectantes de superfície: Artglass Liquid (AGL) e Special Bond II (SB). Foram confeccionados 120 corpos de prova de resina composta segundo as especificações do fabricante, consistindo, cada corpo de prova, em um par de cilindro. Os corpos de prova foram divididos em 12 grupos, que receberam os seguintes tratamentos: grupo 1 (AG/AO/+AGL); grupo 2 (AG/AO/-AGL); grupo 3 (AG/CJ/+AGL); grupo 4 (AG/CJ/-AGL); grupo 5 (BG/AO); grupo 6 (BG/CJ); grupo 7 (C/AO/+SB); grupo 8

(C/AO/-SB); grupo 9 (C/CJ/+SB); grupo 10 (C/CJ/-SB); grupo 11 (T/AO), e grupo 12 (T/CJ). Imediatamente após os respectivos tratamentos, foi aplicada uma fina camada de adesivo dentina/esmalte (Bisco) na superfície de adesão de cada par dos corpos de prova de resina composta, cimentados com cimento resinoso dual (Dual Cement-Ivoclar) e fotoativados. Após a cimentação, foram armazenados em água destilada por 24 horas a 37°C, termociclados e, então, submetidos ao teste de resistência adesiva por cisalhamento. Nas restaurações de Belleglass HP (grupos 5 e 6) e nas de Targis (grupos 11 e 12) o tipo de partícula abrasiva não resultou em forças de união estatisticamente significantes. Os corpos de prova de Artglass jateados com Cojet Sand e tratados, com Artglass Liquid resultaram nas maiores forças de união ao cisalhamento. Os corpos de prova jateados com Cojet Sand, com ou sem Special Bond II resultaram em forças de união ao cisalhamento mais altas para restaurações de Concept. Os autores concluíram que ambos, o microjateamento com deposição de cerâmica ou só o microjateamento com óxido de alumínio, seguido de aplicação de adesivo, foram pré-tratamentos de superfície efetivos na cimentação das quatro marcas de restaurações indiretas de resina compostas.



Nilsson et al.,<sup>30</sup> em 2000, investigaram “in vitro” a influência de diferentes tratamentos na força de união ao cisalhamento entre três sistemas de inlays (Z-100/3M, Targis/Ivoclar-Vivadent e Artglass/Heraeus Kulzer) e seus respectivos agentes cimentantes. Quatro tratamentos de superfície foram investigados: (1) nenhum tratamento de superfície foi realizado; (2) desgaste com lixa abrasiva de silicon carbide 500 grit; (3) microjateamento com partículas de óxido de alumínio 110-120  $\mu\text{m}$ ; e (4) microjateamento com óxido de alumínio 110-120  $\mu\text{m}$  e aplicação de um agente silano. A topografia da superfície, rugosidade e força de união ao cisalhamento foram avaliadas usando-se um Microscópio Eletrônico de Varredura, um Perfilômetro de Varredura a Laser, e um equipamento para teste de união ao cisalhamento Loyd LRX, respectivamente. Os modos de falha (adesiva/coesiva) também foram analisados. Nos grupos que não receberam tratamentos de superfície, a resina Z-100 exibiu a maior força de união e ocorreram 2/3 de falhas adesivas e 1/3 de falhas mista e coesiva, e os sistemas Targis e Artglass exibiram valores de força de união 60% mais baixos e 100% de falhas adesivas. Esse fato de distribuição de stress dentro das três

superfícies não tratadas foi completamente invertido para superfícies pré-tratadas. Nos grupos apenas microjateados e nos microjateados e silanizados, todas as falhas foram coesivas. Os sistemas Targis e Artglass exibiram forças de união ao cisalhamento em média maiores que o sistema Z-100. O pré-tratamento com microjateamento e aplicação do silano foi o tratamento de superfície mais efetivo em relação à força de união, com exceção do material Artglass pois, os valores de força de união ao cisalhamento para o grupo microjateado não foram afetados depois da aplicação do silano. O sistema Targis produziu os valores de força de união mais fortes. A rugosidade de superfície expressada pelo  $S_a$  e  $S_{dr}$  aumentou da superfície não tratada para a desgastada e para a microjateada. A aplicação do silano não produziu diferença na rugosidade de superfície. Os autores concluíram que para materiais compósitos pós-polimerizados, com alta conversão de monômeros, a superfície do compósito deve ser pré-tratada. Independentemente do sistema de compósito inlay utilizado, o microjateamento e o tratamento da superfície com silano exibiram os valores mais altos, seguido do microjateamento e desgaste da superfície. Todos os resultados mostraram que a

força de união ao cisalhamento aumenta com o aumento da rugosidade.

Kawamoto et al.,<sup>22</sup> em 2001, avaliaram a resistência à flexão de cinco compósitos indiretos reparados com diferentes técnicas. Os compósitos indiretos utilizados no estudo foram: Estenia (Kuraray), Artglass (Heraeus Kulzer), Targis (Ivoclar), BelleGlass HP (Kerr) e o Gradia (GC). As superfícies de adesão foram classificadas segundo 4 grupos; NT – nenhum tratamento, S – silano, B – adesivo e SB – silano e adesivo. Dois tipos de resinas foram usados para reparar os compósitos indiretos, uma resina direta e outra indireta, aplicadas à superfície do compósito de acordo com as recomendações do fabricante. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas e termocicladas (10.000 X 4°C/60°C) antes do teste. Os grupos que receberam tratamentos da superfície de adesão com silano e adesivo (SB) exibiram valores de resistência à flexão significativamente maiores que os grupos que não receberam tratamento. Os autores concluíram que silano e adesivo foram tratamentos efetivos no reparo de restaurações indiretas.

## **2-Ensaio Mecânicos e Materiais Restauradores**

Buonocore,<sup>7</sup> em 1955, apresentou um método para aumentar a união das resinas acrílicas à estrutura dental, idealizando a técnica do condicionamento ácido do esmalte. As superfícies de esmalte vestibular de dentes extraídos, foram submetidos à ação de duas soluções ácidas: ácido fosfomolibdato diluída à 50%, contendo tungstato de sódio juntamente com uma solução de ácido fosfórico a 85%. Fazendo o tratamento da superfície dos dentes extraídos com fosfomolibdato-ácido oxálico, ele notou que a porção ácida do reagente podia remover camadas superficiais do esmalte, e que o grupo tungstato podia unir-se ao material orgânico disponível no esmalte. Para outras alterações químicas da superfície do esmalte, utilizou ácido oxálico, na esperança de incorporar ao esmalte grupos oxalato, quer pela troca, quer pela reação de precipitação. O uso do ácido fosfórico isolado foi baseado na idéia de que uma simples descalcificação do esmalte poderia remover a estrutura superficial e seria suficiente para produzir uma superfície mais receptiva à adesão. O autor verificou que a

adesão da resina acrílica à superfície de esmalte era maior quando esse tecido dental era condicionado com ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos, em relação às amostras que não recebiam nenhum tratamento ácido previamente à colocação da resina acrílica. O autor concluiu também que o aumento da adesão obtida sobre as superfícies do esmalte tratado poderia ser devido aos seguintes fatores: 1) o ácido teria provocado, durante seu ataque, um aumento da área de superfície; 2) a estrutura orgânica do esmalte, exposta pelo ataque ácido, serviria como uma rede, à qual o acrílico poderia unir; 3) haveria a formação de uma nova superfície, devido à precipitação de uma nova substância, como por exemplo, o oxalato de cálcio ou o tungstato orgânico complexo, à qual o acrílico poderia se unir; 4) o ataque ácido removeria a velha superfície do esmalte, inerte e totalmente condicionada, fazendo com que se apresentasse uma nova superfície, mais reativa e favorável à adesão; 5) poderia haver, ainda, na superfície do esmalte, a presença de uma camada absorvida de grupos fosfato, altamente polarizados e derivados do ácido usado. Independentemente do mecanismo de adesão ao esmalte, houve um aumento notável na adesão da resina acrílica ao esmalte quando o mesmo era condicionado.

Em 1963, Bowen<sup>5</sup> estudou as propriedades de um polímero reforçado por sílica comparando-as com as do cimento de silicato, da resina acrílica para restaurações, dos tecidos duros do dente e determinar sobre a validade ou não de futuras pesquisas com o material em questão. O autor destacou que a grande evolução na área de restaurações de resina se deu em 1960, quando após várias pesquisas, foi possível reunir a resina epóxica com a resina acrílica, obtendo-se o BisGMA (bisphenol A dimetil metacrilato). O éster glicidil do bisfenol A reage com o metacrilato da resina acrílica, dando origem à resina de Bowen, que é a parte orgânica da resina composta. Uma carga inorgânica de partículas vítreas de sílica com forma irregular e tamanho variando em torno de 150µm unida a matriz através de um agente de união (silano) foi adicionada, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas do material. A incorporação do pó de sílica, na concentração de 70% em peso, tratado com silano vinílico em polímero orgânico, veio a reforçar esse material. Este reforço deu origem a um número de propriedades mais semelhantes às dos tecidos dentários do que as obtidas com as resinas dentárias não reforçadas, propiciando uma

redução na contração de polimerização e no coeficiente de expansão térmica, um aumento da resistência a compressão e do módulo de elasticidade, além da baixa solubilidade em água, quando comparada à resina agregada onde foi adicionada a sílica não tratada pelo silano vinílico.

Vankerkhoven et al.,<sup>49</sup> em 1982, avaliaram a influência de alguns fatores manipulativos sobre a concentração de grupamentos metacrilatos na superfície de resinas compostas através de Espectroscopia de Reflexão Interna Múltipla por infravermelho. O estudo tinha também o objetivo de investigar uma possível correlação entre os resultados de teste mecânicos e o grau de insaturação química dos materiais. Como parte da investigação química, a porcentagem de duplas ligações foi medida após 30 minutos, 5 horas e 24 horas do início da polimerização. Para a análise da influência da temperatura, os espécimes de três diferentes resinas foram armazenados a 37<sup>0</sup>C durante 15 dias e a 55<sup>0</sup>C durante 21 dias, medindo-se a quantidade de duplas ligações antes e depois desses períodos. A interferência do polimento da superfície também foi investigada com relação à quantidade de duplas ligações atingiram constância muito rapidamente. A temperatura produziu uma

ligeira queda na porcentagem de duplas ligações para todos os materiais após duas semanas a 37<sup>0</sup>C, enquanto que o aumento da temperatura para 55<sup>0</sup>C não exerceu nenhuma mudança significativa. Após o polimento, houve uma diminuição significativa na quantidade de radicais livres, representada por reduções de 1/3 a 1/4 da resistência dos reparos, quando comparado aos espécimes inteiros. Os autores sugeriram que quanto maior a quantidade de monômeros Bis-GMA, maior a quantidade de duplas ligações remanescentes. Concluíram que as superfícies de resina formada contra uma matriz plástica produzem uma adesão interfacial correspondente à metade da resistência coesiva do material.

Van Noort et al.,<sup>47</sup> em 1989, estudaram a distribuição de tensões em materiais unidos, usando o método de elementos finitos. Justificaram a oportunidade do estudo, ao constatarem a falta de coerência entre os resultados de resistência de união à dentina obtidos por tração ou por cisalhamento; as diferenças são, normalmente, atribuídas aos diferentes desempenhos dos sistemas adesivos. Porém, segundo os autores, não têm sido suficientemente considerados os detalhes de aplicação dos ensaios mecânicos. A pesquisa deixou



evidente que a resistência de união é altamente dependente da geometria dos corpos de prova e das características mecânicas dos materiais envolvidos. Concluíram destacando que a carga realmente suportada pela união adesiva tem pouca relação com a carga média calculada (carga na fratura dividida pela área de colagem) para os testes, e que é imprescindível fixar todos os parâmetros de ensaio para que as comparações entre diferentes sistemas adesivos possam ser universalmente válidas. Os resultados mostraram que as distribuições das tensões na interface de uma resina aderida à dentina são, altamente não uniformes e dependentes da geometria (especialmente no cisalhamento), forma e tamanho do aderente, bem como da relação entre os módulos de elasticidade dos materiais unidos. Explicaram, também, que a carga média calculada é, de fato, controlada pela obtenção de uma carga crítica localizada na região mais sensível (normalmente as bordas) da união colada, e que não é possível estabelecer uma relação entre as duas medidas de resistência obtidas por métodos diferentes.

Van Noort et al.,<sup>48</sup> em 1991, estudaram o efeito da geometria interfacial local sobre a resistência medida de uniões sob tração. Utilizaram dentes humanos e o sistema

ScotchBond-2/P-50 em dois grupos: A) a dentina recebeu o primer, o adesivo por toda superfície, removendo os excessos grosseiros, resultando numa camada de 50 $\mu$ m de espessura. Um molde foi preenchido com resina, deixando ao seu redor excedente de adesivo; B) o molde foi colocado sobre a dentina depois de receber primer. O adesivo foi aplicado, posteriormente, apenas no interior do molde. Pelos resultados, o método influenciou significativamente nos resultados obtidos no teste de tração ( Grupo A: 6.90 MPa; Grupo B: 3.10 MPa). Creditaram tal discrepância aos diferentes métodos de aplicação dos adesivos, pois a distribuição de tensões, pela análise de elementos finitos, detectou no grupo A, concentrações de tensões na interface adesivo/resina, não refletindo a real resistência adesivo/dentina. Para o grupo B, pela análise, a concentração de tensões ocorreu na interface adesivo/dentina, sendo, nesse caso, segundo os autores, uma medida mais representativa da real resistência de união.

Agra et al.,<sup>1</sup> em 1993, realizaram um levantamento bibliográfico sobre os agentes de silanização. Os autores analisaram a importância desse material na união química entre a porcelana e resina composta. O silano é uma

substância composta por dois grupos funcionais: um organofuncional e o outro sílico-funcional. Para resinas compostas o silano é responsável pela união entre a matriz resinosa (matriz orgânica) à carga inorgânica, conferindo as mesmas melhora em suas propriedades físicas e químicas. As matrizes inorgânicas (vidro de bário, boro, zinco etc.) são submetidas pelo fabricante a um processo conhecido por silanização, que as tornam capazes de reagir quimicamente com a matriz orgânica. Diferentemente do processo usado na fabricação das resinas compostas, onde as cargas são imersas no silano, o processo de silanização da porcelana vale-se do fato de que a superfície da porcelana é rica em materiais vítreos que ficam parcialmente expostos. O silano não engloba as partículas vítreas, mas reage com as porções expostas destas partículas. O condicionamento da porcelana com ácido fluorídrico torna possível o embricamento mecânico da resina fluída nas microretenções criadas na porcelana, obtendo-se uma união mecânica da resina à porcelana. O condicionamento ácido da porcelana resulta, ainda, na formação de inúmeras microporosidades com a aparência de favo de mel. A ação do ácido é seletiva sobre o  $\text{SiO}_2$ , que representa de 52% a 68% da composição de uma porcelana feldespática. A introdução da silanização nas

restaurações de porcelana propiciou a união química com o cimento resinoso, sendo que este processo atinge maior êxito quando associado ao condicionamento ácido da porcelana que aumenta a área de contato entre o silano e a porcelana, e favorece a retenção mecânica da resina fluída. Através destas uniões químicas e mecânicas, as restaurações em porcelana têm sua resistência intrínseca em muito aumentada quando estão unidas aos dentes, compensando a friabilidade característica das mesmas. O processo de silanização pode ser entendido como a sobreposição de uma camada intermediária, o silano, entre a porcelana e o cimento resinoso. O silano apresenta a habilidade de se unir ao dióxido de silício, presente na porcelana, e a vários metacrilatos, presentes nos materiais resinosos. A porção sílico-funcional do silano une-se aos componentes vítreos da porcelana (composta basicamente por quartz-SiO<sub>2</sub>), e a porção organo-funcional uni-se à matriz orgânica do cimento resinoso. Essa união silano/matriz orgânica só acontece quando da polimerização do cimento. Geralmente, é desejável que o ácido ou o calor sejam usados na ativação do silano para que exista uma melhor união com a porcelana. No mercado não há produtos que utilizam o silano ativado por calor. Os silanos encontrados no mercado podem

ser divididos em duas categorias: os silanos hidrolizados (pré ativados) e os não hidrolizados (ativados por ácido). O silano não hidrolizado é aplicado sobre a porcelana depois que esta tenha recebido um condicionamento com ácido. Aguarda-se alguns minutos e a peça pode ser lavada com água. A lavagem não interfere na silanização, uma vez que o silano já reagiu com a porcelana, e esta porcelana já encontra-se reativa, deixando à mostra, em sua superfície, os radicais organo-funcionais do silano que reagirão com o cimento resinoso durante sua polimerização. Os autores concluíram, a partir da literatura levantada que, a longo prazo, o sucesso das restaurações e reparos ou outros procedimentos que envolvam a união porcelana-resina composta, requerem do profissional, conhecimentos sobre a função e a importância dos materiais e métodos envolvidos neste processo.

Sano et al.,<sup>37</sup> em 1994, estudaram a relação entre a área da superfície de colagem e a resistência à tração de materiais adesivos. Em função disso, desenvolveram um novo método para o teste de tração que, pelas dimensões do corpo de prova, foi denominado de “Micro-Tração”. Utilizaram molares não irrompidos. O esmalte oclusal foi removido por um corte

transversal ao longo eixo; os materiais aplicados (Clearfil L.B. 2, ScotchBond Multi-Purpose e Vitremer) receberam uma cobertura de resina composta ou ionômero de vidro de 3,0 mm a 5mm de altura. Os dentes foram fatiados em cortes seriados, no longo eixo do dente com espessura de 0,5 mm a 3,0 mm. Em cada fatia foi realizado um estrangulamento, em forma de ampulheta, na interface adesivo/dentina. As áreas de colagem foram calculadas segundo a largura e espessura das amostras que apresentaram, aproximadamente 0,5 mm por 0,5 mm a 3 mm por 3 mm. Os espécimes assim preparados foram fixados no dispositivo para teste (Bencor-Mult T) apenas por um dos lados, e submetidos à força de tração à velocidade de 1 mm/min. Após os testes, os modos de fratura foram analisados em microscópio com aumento de 10X. Os resultados apresentaram uma relação inversa entre a área de colagem e resistência à tração para todos os sistemas adesivos testados. O material Clearfil Liner Bond 2 apresentou a mais alta resistência de união à tração, seguido pelo ScotchBond MP, sendo que o Vitremer forneceu os valores mais baixos. Para as áreas de superfície abaixo de 0,4 mm<sup>2</sup> os valores foram: Clearfil Liner Bond 2 – 55MPa; ScotchBond Multi Purpose – 38MPa; Vitremer – 20MPa. Com relação ao Clearfil Liner Bond 2 as

áreas variaram de 0,25 mm<sup>2</sup> a 11,65 mm<sup>2</sup> e fraturas coesivas em dentina aconteceram em todas as amostras com área acima de 7,17 mm<sup>2</sup>; nas áreas entre 2,31 mm<sup>2</sup> e 7,17 mm<sup>2</sup> foram encontradas fraturas coesivas na dentina, bem como falhas adesivas, e nas áreas abaixo de 2,31 mm<sup>2</sup>, apenas falhas adesivas. Quanto ao ScotchBond Multi Purpose, as áreas variaram de 0,45 mm<sup>2</sup> a 4,95 mm<sup>2</sup> e todas as falhas foram adesivas. Com relação ao Vitremer, ocorreram muitas falhas coesivas do material. Os autores concluíram que o teste de “Micro-Tração” é um método adequado para se testar espécimes com áreas de adesão menores, porque permite a observação de uma alta porcentagem de falhas adesivas em áreas menores de 2 mm<sup>2</sup>.

Della Bona & Van Noort,<sup>10</sup> em 1995, compararam os testes de resistência de união à tração *versus* cisalhamento, devido ao fato de várias pesquisas sobre a união resina composta/cerâmica relatarem uma incidência de fraturas coesivas maior do que na interface adesiva, quando da utilização do teste de resistência ao cisalhamento. Realizaram um trabalho no qual as amostras apresentaram geometria e área superficial idêntica. Três configurações, divididas em grupo A,

B e C, de um desenho cilíndrico em disco foram produzidas para essa avaliação. No grupo A colocaram um cilindro de resina sobre uma base de cerâmica; no grupo B, um cilindro de cerâmica sobre uma base de resina. À cerâmica foram aplicados ácido fluorídrico, silano, adesivo e resina composta. No grupo C, um corpo de prova inteiriço de resina, foi ensaiado. Foi aplicado o teste de cisalhamento, e também uma análise de elemento finito, para se verificar a distribuição de tensões. Os valores obtidos no grupo A foram significativamente menores que os dos grupos B e C (semelhantes entre si). No grupo A, ocorreram falhas adesivas na interface e fraturas coesivas na base da cerâmica. No grupo B 80% e no grupo C 100% das falhas foram coesivas na base de resina. O padrão de tensões para a geometria do corpo de prova foi altamente não uniforme, ocorrendo um máximo de tensões de tração próximo ao ponto de aplicação da carga. Foram realizados, também, ensaios de resistência à tração com finalidade comparativa. Utilizaram bastões de níquel-cromo e a uma das extremidades foi aplicada porcelana (2 mm de altura por 3,45 mm de diâmetro). Os bastões foram fixados e alinhados entre as pontas: ácido fluorídrico (grupo1) ou fosfato acidulado (grupo2); silano, adesivo e resina composta. Os grupos não apresentaram



diferenças significantes. Todas as amostras, em todos os grupos, fraturaram na interface adesiva. O estudo mostrou que ocorreram diferenças significantes frente a esforços de cisalhamento, atribuídas exclusivamente à distribuição interna de tensões, sendo, essa distribuição, determinada pela natureza e posicionamento dos materiais envolvidos, pois a geometria e interfaces eram idênticas. Pelas fraturas, predominantemente coesivas na base do material resultante dos testes de resistência ao cisalhamento, os autores concluíram que o referido teste não avalia a real capacidade adesiva, sendo o teste de tração mais representativo para mensurar a resistência de união colada.

Em 1996, Erdrich<sup>14</sup> descreveu um produto desenvolvido pela companhia Heraeus Kulzer, o Artglass, um polímero de vidro baseado na combinação de um novo material de carga originário de vidros cerâmicos com uma matriz obtida pela fusão de vidros orgânicos. De acordo com o fabricante, o material apresenta uma extensa variedade de aplicações, podendo ser indicado para confecção de inlays e onlays, coroas de jaqueta, laminados e como cobertura estética em restaurações metálicas convencionais. Tais aplicações são possíveis pelas características de alto grau de polimento do

material e dureza e resistência equivalentes aos dentes naturais, o que torna o material capaz de absorver as forças mastigatórias, resultando em um excelente prognóstico de desempenho fisiológico. O alto grau de polimento é possível pelo fato de as partículas apresentarem um tamanho máximo de 2 micrômetros, tendendo à forma esférica. A dureza superficial do polímero de vidro está em torno de  $380 \pm 20$  MPa de dureza de Vickers, sendo inferior à dureza do esmalte e porcelana, porém, superior à dureza do ouro e compósitos. Em relação ao desgaste, o Artglass exibe uma abrasão entre 40 e 70 micrômetros após um período equivalente a cinco anos de simulação da mastigação. Esse sistema apresenta escala de cores de acordo com o sistema Vita, necessitando de espessuras entre 0,5 mm e 1,5 mm de material para reprodução ideal das cores. Entretanto, as propriedades ideais do Artglass só são obtidas após uma polimerização completa e adequada com uma unidade fotopolimerizadora UniXS baseada em uma luz estroboscópica, com distribuição do espectro entre 450 e 500 nanômetros, sendo este um fator de crucial importância para resultados satisfatórios de polimerização. Dessa maneira, o Artglass forma uma nova categoria de materiais que combina os

benefícios da porcelana e dos compósitos, superando as desvantagens inerentes desses materiais.

Touati,<sup>45</sup> em 1996, publicou uma revisão sobre os sistemas restauradores estéticos indiretos para dentes anteriores e posteriores, considerando a evolução histórica desses tratamentos e a indicação e o desempenho clínico dos materiais disponíveis. De acordo com o autor, os materiais cerâmicos apresentam excelentes resultados estéticos, sendo o material de escolha por vantagens como a estabilidade de cor, biocompatibilidade, e capacidade de ser condicionado com o uso de ácido fluorídrico. No entanto, apesar da evolução da composição e da melhora das propriedades mecânicas, desses materiais permanecem desvantagens inerentes, como a fragilidade, a necessidade do preparo cavitário rigoroso, e condições ideais de oclusão. Não sendo resilientes, os dentes naturais, estão sujeitos a um desgaste excessivo ou ao aparecimento de lesões de abfração ou erosão. Em função disso, a técnica indireta de restauração com compósitos surgiu na década de oitenta na Suíça e França. Essa técnica apresenta vantagens como a facilidade de fabricação, o baixo custo, a redução de contração do material, a melhora dos contatos

proximais e a baixa abrasividade dos compósitos microparticulados. A primeira geração desses sistemas surgiu representada pelas resinas compostas microparticuladas (Dentacolor, Kulzer; Isosit N, Ivoclar; Visiogem, Espe), sendo a resistência flexural dessas resinas limitada, variando de 60 a 80 MPa. Isso determinou uma inadequada resistência as forças oclusais, ocasionando fraturas de margens e cúspides, desgaste oclusal, e ainda a ocorrência de alteração de cor. Esta primeira geração apresentou alguma melhora nas propriedades com a introdução do calor e pressão como coadjuvantes na polimerização (Concept, Ivoclar; Inlay Lab, Kulzer), o que reduziu as taxas de falha e aumentou sua aceitação. Na década de noventa, surgiu a segunda geração de compósitos de laboratório com significantes melhorias nas propriedades mecânicas. Houve uma modificação de composição, através do acréscimo de partículas minerais (vidros cerâmicos), com um aumento significativo na proporção de carga inorgânica. Com isso, a resistência flexural aumentou para valores entre 120Mpa e 160 MPa (Artglass, Kulzer; Conquest, Jeneric Pentron; Targis, Ivoclar; Z100MP, 3M; BelleGlass HP, Belle de St Claire). Assim, esses sistemas, chamados de “polímeros de vidro” ou “polyglass”, apresentam alto conteúdo de carga

inorgânica em peso e volume, propriedades físicas semelhantes às cerâmicas reforçadas, resiliência e alta resistência de união ao metal. Outros sistemas como Vita-Zeta, Vident; Solidex, Shofu; Herculite Lab, Kerr; Tetric Lab, Ivoclar; não são incluídos nessa categoria de materiais em função da composição e por apresentarem baixa resistência flexural. O autor concluiu que os “polímeros de vidro” são materiais com características muito promissoras, necessitando de mais avaliações quanto ao seu comportamento, para que possam se constituir em uma alternativa efetiva para restaurações estéticas.

Fernandes,<sup>15</sup> em 1997, avaliou a resistência de união de dois sistemas adesivos pelo método de Micro-Tração, alterando a forma de confecção dos espécimes. Foram utilizados molares extraídos e livres de cáries, nos quais foram obtidos dois tipos de dentina, quanto a profundidade: dentina superficial e dentina profunda. As superfícies receberam tratamento com dois sistemas adesivos, o One Step e o Clearfil Liner Bond 2, seguindo-se a aplicação da resina Z100. Após armazenagem a 37°C, por 24 horas, os espécimes foram preparados para serem submetidos ao teste de Micro-Tração.

Com auxílio de uma máquina de cortes seriados e a técnica modificada pelo autor, os dentes foram fatiados em espessura de 0,8 mm no sentido mésio - distal e vestibulo - lingual, obtendo-se área de adesão de 0,6 mm<sup>2</sup> na área de teste. Os espécimes em forma de “palitos” foram afixados individualmente pela suas extremidades, a um dispositivo de Micro-Tração ( Bencor Mult-T ), o que possibilitou o posicionamento da área de adesão perpendicularmente ao longo eixo da força de tração. Após o teste, as duas porções fraturadas foram removidas e a área transversal correspondente à fratura foi medida, utilizando um paquímetro universal, com leitura digital eletrônica. Os valores de resistência adesiva foram calculados e expressos em MPa: Clearfill Liner Bond 2 ( dentina superficial –  $35.02 \pm 14.60$ , e dentina profunda –  $35.16 \pm 10.64$  ); One Step ( dentina superficial –  $52.47 \pm 13.68$ , e dentina profunda –  $60.94 \pm 10.54$  ). Nos valores de resistência de união, quando a variável foi o substrato, não ocorreram diferenças significantes porém, diferenças significantes foram observadas na variável material, tendo o sistema adesivo One-Step fornecido valores mais elevados que o sistema Clearfil Liner Bond 2.

Leinfelder,<sup>26</sup> em 1997, descreveu em seu trabalho, a evolução dos materiais restauradores estéticos, desde quando a resina acrílica foi introduzida na Odontologia, em meados dos anos 50. Foi a empresa Kulzer, na Alemanha, que desenvolveu a patente levando, ao desenvolvimento das resinas. Basicamente, a resina acrílica consiste de grãos de polímeros que podem ser envolvidos por um monômero da mesma composição. Este processo permite sua aplicação em Odontologia com a forma desejada. Desde a sua introdução, materiais à base de resina acrílica continuavam predominando na odontologia restauradora e protética. Inicialmente usadas para base de dentaduras, as resinas acrílicas também foram utilizadas para outros propósitos: como a confecção de dentes artificiais, restaurações temporárias, *splint* intra-orais e coroas/pontes tipo *venner*. Durante um certo período também foram utilizadas como agentes de união ao material restaurador anterior. O aumento do potencial de utilização das resinas acrílicas veio com a descoberta do bisphenol A glicidil metacrilato (Bis-GMA) por Bowen, no início dos anos 60. Por ter um peso molecular mais alto e menor contração de polimerização, além de melhores propriedades mecânicas, esse polímero ofereceu um novo potencial para grandes aplicações,

incluindo as restaurações com resinas compostas em dentes anteriores e posteriores, *inlays/onlays*, selantes de fóssulas e fissuras e dentes artificiais mais resistentes. Baseados na superioridade da resina de Bowen sobre o acrílico convencional, alguns fabricantes têm usado essa formulação para dentes artificiais em próteses, embora sejam menos resistentes que os de porcelana. Nos últimos anos, esforços têm sido feitos para se desenvolver novos materiais que possam substituir os materiais à base de cerâmica para restaurações de superfícies oclusais. Na maioria das vezes, as resinas compostas têm demonstrado resistência insuficiente ao desgaste, ao passo que os materiais à base de cerâmica apresentam uma abrasão excessiva, não importando o tipo de material presente na superfície oclusal antagonista. O autor discute esses avanços e propõe a possibilidade de substituição do amálgama e cerâmica, baseado em uma nova tecnologia, através do qual, no ano de 1995 foi lançado no mercado um polímero dental não convencional, o Atglass (Hereaus Kulzer) e durante este tempo relativamente curto, tem sido aplicado e aceito por número cada vez maior de clínicos. É mais comumente utilizado em *inlays*, *onlays* e coroas individuais, embora as coroas totais, sejam geralmente confeccionadas em



conjunto com estrutura de metal, elas também podem ser confeccionadas puras. O Artglass com um desgaste médio anual de 4 a 5  $\mu\text{m}$ , foi considerado mais resistente ao uso que as resinas compostas fotopolimerizáveis convencionais. Enquanto as resinas convencionais (Bis-GMA ou UDMA) geralmente contêm somente moléculas bifuncionais, a formulação do Artglass é consideravelmente mais complexa. Em adição à molécula bifuncionais, o Artglass contém de quatro a seis grupos bifuncionais, sendo que essa nova configuração permite mais conversões de dupla união, gerando um potencial para criar um alto nível de entrelaçamento e também permitindo um melhor controle sobre as posições dentro da cadeia de carbono, onde o entrelaçamento ocorre. Conseqüentemente, isso pode ajudar na melhora da resistência ao desgaste, além de incrementar outras propriedades físicas e mecânicas da matriz de resina. A carga do Artglass é essencialmente bário radiopaco, com tamanho médio de 0,7  $\mu\text{m}$ , e uma pequena quantidade de sílica coloidal também é adicionada para proporcionar uma melhora em certas características de manuseio. A polimerização do Artglass é feita em uma unidade especial (UniXS) de luz *Xenon Estroboscópica*, sendo que este

sistema emite um total de 4.5 Watts, semelhante à potência luminosa de 320-500 nanômetros. Esse raio de ação é muito importante, porque a excitação do fotoiniciador cânforoquinona ocorre por volta de 470 nanômetros. Outro aspecto importante da luz *Xenon Estroboscópica*, segundo Leinfelder, é que a alta intensidade de luz é emitida por apenas 20 milissegundos, seguida de 80 milissegundos de escuridão, o que aumenta a potência de polimerização. O pouco tempo de excitação, seguido por um tempo maior sem exposição da luz, permite o relaxamento parcial das moléculas das resinas para que as mesmas sejam polimerizadas. Conseqüentemente, maior quantidade dos grupos de união carbônicas são formados para se aproveitar a reação. A polimerização convencional das resinas compostas, continuamente na alta intensidade e sem nível de interrupção de luz, estabiliza ou faz uma cadeia de polímero rígido localizado abaixo da superfície da resina inicialmente polimerizada. Como resultado, ocorre uma redução na polimerização, conseqüentemente, piora no material restaurador, diferentemente destes novos materiais (Cêromeros ou Polymer Glass).

Marion,<sup>27</sup> em 1997, descreveu em seu artigo que o Artglass é um polímero de uma nova classe de material restaurador indireto, projetado como alternativa para a porcelana, com tecnologia de carga e resina melhoradas. Novos metacrilatos multi-funcionais são usados em combinação com monômeros bi-funcionais para formar uma matriz inter cruzada. Uma luz forte intermitente é usada para ativar o material. O Artglass também contém 20% de incipiente de sílica, que comprovadamente reduz o escoamento e facilita a escultura. A maioria do material é uma carga de microvidro. Pode ser usado para aplicações de coroas, pontes metálicas e não metálicas, assim como *inlays*, *onlays* e facetas. É disponível em 16 cores na escala Vita. É possível fazer reparos intra-orais utilizando o Artglass líquido a resina composta Charisma (Kulzer). Uniões metálicas usadas nesse estudo consistiam de camadas de copolímero unido à superfície jateada da liga. Quando o metal é envolto por um material opaco flexível para mascarar-lo, uma interface de fendas ou unidade é formada entre o Artglass e o metal. O autor baseou-se em uma avaliação clínica que incluiu 100 restaurações de Artglass unidas a metal em pré-molares e molares, todas confeccionadas pelo laboratório (Glidewell Laboratories, Newport Beach, C.A.). Antes da cimentação, cada

restauração foi avaliada por clínicos editores do The Dental Advisor nos seguintes aspectos: adaptação ao troquel, anatomia oclusal, combinação de cor, adaptação ao dente, contatos proximais, margens e facilidade de adaptação e cimentação. Dez consultores avaliaram coroas e próteses fixas posteriores com Artglass unidas ao metal, aos seis meses, quanto a fratura, lascas, integridade marginal, infiltração, alteração de cor, sensibilidade e satisfação do paciente. Segundo os consultores, na maioria das vezes, a estética proporcionada foi tão boa ou melhor do que as obtidas em restaurações metalo-cerâmicas; o controle da qualidade sobre as restaurações recebidas de um mesmo laboratório foi muito bom; a adaptação ao troquel, a adaptação ao dente, anatomia oclusal e contorno receberam classificações muito altas; geralmente as coroas pareceram bem mais naturais quanto ao tamanho e se harmonizaram bem com as estruturas adjacentes; a oclusão e os contatos interproximais ocasionalmente precisaram de ajustes, que foram facilmente executados; a capacidade de se fazer ajustes rapidamente no próprio consultório é a principal vantagem sobre a porcelana; o polimento é similar ao da resina composta; as margens dos preparos foram cotadas e julgadas como sendo tão boas quanto ou melhor que as coroas metalo-cerâmicas; a cimentação é

fácil, porque as restaurações não requerem cimentos especiais, sendo que a maioria utilizou um ionômero híbrido ou cimento de ionômero de vidro. Os resultados do Artglass após seis meses de sua aplicação foram positivos e segundo os avaliadores, esse material é uma excelente opção alternativa às restaurações metalo-cerâmicas.

Touati & Aidan,<sup>46</sup> em 1997, relataram que as melhores propriedades físico-mecânicas dos compósitos deviam-se à alta porcentagem de partículas inorgânicas. A pós-polimerização permitiu maior adesão entre a matriz de resina e partículas inorgânicas, maior resistência à abrasão e melhores propriedades mecânicas. Quando o processo de fabricação usou o calor e pressão, a resistência à abrasão foi menor. Citaram a existência da resina de segunda geração para laboratório, o ArtGlass, assim denominada pela sua composição, ou seja, resina composta micro-híbrida, com alta densidade de partículas de carga de cerâmica, e por isso denominada polímero cerâmico ou de vidro. O ArtGlass é indicado para restaurações estéticas indiretas, apresentando uma resistência flexural de 120 MPa a 150 MPa, maior que das porcelanas feldspáticas, que é de apenas 65 MPa, com a vantagem de ser

resiliente, e promover, também uma excelente estética. Segundo os autotes, esse material se mostra promissor, mas ainda é necessária a comprovação de um bom desempenho clínico a longo prazo. O jateamento com óxido de alumínio é usado em inlays, onlays e em laminados antes da adesão, pois aumenta a microretenção na área de superfície. Também é recomendada a aplicação do silano, pois esses dois procedimentos, são processos seguros para promover uma forte retenção micromecânica entre a restauração e o cimento.

Versluis et al.,<sup>50</sup> em 1997, desenvolveram um programa simulado para determinar falhas localizadas e confrontaram os resultados da simulação com os resultados de um experimento paralelo, no qual eles utilizaram o sistema adesivo ScotchBond Multi Purpose. Os autores destacaram ser amplamente aceito que nos testes de cisalhamento, a fratura da dentina deveria significar uma força de adesão superior à força da dentina. Nos resultados confrontados, a simulação confirmou que as fraturas coesivas observadas em dentina estão relacionadas, em parte, à biomecânica do teste, não indicando, necessariamente, que a resistência adesiva seja maior que a resistência coesiva da dentina. Os autores concluíram que há

uma necessidade de uma nova tecnologia para avaliação das interfaces biológicas, tendo seu trabalho mostrado o papel vital da padronização numérica na interpretação de tais procedimentos experimentais.

Segundo, Garone Netto & Burger,<sup>17</sup> em 1998, atualmente, há uma tendência crescente no uso das resinas compostas. Após três décadas de existência, a resina composta (RC) já está dominada pelo dentista, que encontra facilidade para utilizá-la. Os fabricantes passaram a incorporar componentes cerâmicos nas matrizes orgânicas das RC e também adotaram novas matrizes orgânicas poliméricas, na tentativa de aprimorar esse tipo de material, conjugando as propriedades das porcelanas com as da RC. Assim, o tradicional BisGMA das RC cede espaço a novos polímeros orgânicos como o PCDMA (resina de policarbonato, utilizado pelo sistema de Inlay/Onlay da Jeneric/Pentron). A simples mudança de nome ou a criação de uma nova categoria de produtos como os polímeros de vidro (Polyglass) e os cerômeros (Ceramic Optimized Polymer), tornam mais difícil e confuso seu entendimento. As vantagens das restaurações do tipo inlay/onlay em relação às resinas compostas diretas são muitas:

a polimerização é realizada antes e, portanto, no momento da cimentação a restauração já sofreu contração, apresentando melhor vedamento marginal; maior grau de conversão dos monômeros, por meio de polimerização melhor e mais completa; melhor anatomia; superfícies mais lisas e melhor relação de contato. Além do menor custo outra grande qualidade apresentada pela inlay/onlay de RC é que seu módulo de elasticidade que é semelhante ao da dentina, enquanto que o da porcelana é cinco vezes maior. As RC têm mostrado resistência à abrasão apropriada para esta indicação. São por esses motivos que cada vez mais utiliza-se inlay/onlay estética de resina composta. Uma das razões principais dessa tendência é devido a dureza das porcelanas ser superior à do dente. Tal problema é agravado pelo fato de que o ajuste oclusal da inlay/onlay estética só é realizado após a cimentação. O polimento intrabucal da RC é muito bom, entretanto, o polimento da porcelana é difícil, e se esta ficar áspera aumentará o potencial de desgaste dos dentes naturais antagonistas. Para a cimentação adesiva é mais apropriado o uso de um sistema adesivo que não se polimerize antes da cimentação (tipo dual), o que poderia dificultar a adaptação da inlay/onlay estética ao dente. O preparo cavitário para uma



onlay prevê o desgaste de 1,5 mm a 2,0 mm das cúspides, caixas proximais alcançando as ameias, ângulos internos arredondados e expulsividade total das paredes da cavidade.

Em 1998, Freiberg & Ferrance<sup>16</sup> avaliaram o grau de conversão, propriedades físicas e resistência ao desgaste de dois compósitos (Artglass e Charisma, Kulzer), submetidos a duas unidades de polimerização diferentes. Corpos de prova foram preparados por polimerização em uma unidade de luz contínua (Triad II, Dentsply) e em uma unidade de luz não contínua de alta intensidade (UniXS, Kulzer) por 180 segundos. Os corpos de prova foram, então, armazenados por 24 horas em água destilada a 37°C e, em seguida, submetidos ao teste de resistência à fratura, resistência à flexão, módulo de elasticidade, dureza, grau de conversão e resistência ao desgaste. Os resultados mostraram que todas propriedades físicas foram melhoradas para o Artglass e o grau de conversão e o módulo de elasticidade foram melhorados para Charisma quando foi utilizado a unidade de polimerização de luz não contínua com alta intensidade. O Artglass apresentou maior grau de conversão e resistência à fratura, porém, menor módulo de elasticidade, menor dureza e menor resistência ao desgaste

quando comparado com a resina Charisma, utilizando-se o mesmo método de polimerização. Os autores concluíram que tanto um compósito convencional à base de BisGma quanto um compósito com base em monômeros metacrilato multifuncionais podem ter aumento do grau de conversão pela polimerização na unidade de luz estroboscópica UniXS, quando comparada à unidade de luz contínua Triad II. O aumento da polimerização resulta em maior resistência a fratura, módulo de elasticidade, resistência à flexão e dureza. As diferenças nas propriedades devem-se às diferenças na polimerização e formulação dos monômeros, porque as frações de volume são similares em ambos os materiais. O alto grau de desgaste do Artglass é provavelmente, segundo os autores, um resultado de seu baixo módulo de elasticidade e dureza.

Gomes,<sup>18</sup> em 1999, analisou “in vitro” o efeito dos sistemas adesivos e materiais restauradores na resistência adesiva com o substrato dentinário, aplicando o Teste de Micro-Tração, tendo utilizado duas marcas comerciais de diferentes sistemas adesivos, o Scotchbond MP Plus (3M) e o Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray) e duas marcas comerciais de materiais restauradores a Cerâmica IPS Empress (Ivoclar) e o Polymer

Glass Artglass (Kulzer). Para obtenção dos espécimes, o esmalte dental de dentes 3° molares recém extraídos foi totalmente removido através de um desgaste perpendicular ao longo eixo do dente, de aproximadamente  $2,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  de profundidade, utilizando uma máquina de cortes seriados, empregando um disco de diamante com refrigeração abundante. As superfícies foram tratadas com os sistemas adesivos e cimentadas as peças de cerâmica e polymer glass de acordo com as recomendações do fabricante. Em seguida, os dentes foram armazenados por 48 horas a  $37^{\circ}\text{C}$  e, posteriormente, preparados para serem submetidos ao teste de Micro-Tração. Utilizando uma máquina de cortes seriados, os dentes foram fatiados em espessuras de  $1,1 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal, obtendo-se áreas de adesão de  $1,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}^2$  na área de teste. Os espécimes, na forma de “palitos”, foram afixados individualmente em um dispositivo de Micro-Tração pelas suas extremidades, para que fosse possível posicionar a área de adesão perpendicular ao longo eixo da força de tração. Após o teste, as duas porções fraturadas foram removidas e a área transversal correspondente à fratura foi medida, utilizando-se um paquímetro universal com leitura eletrônica,

com precisão de 0,01 mm. O valor da área foi transformado em  $\text{cm}^2$  e o valor da carga em Kgf. Os valores finais de resistência adesiva foram calculados e expressos em MPa. A análise estatística aplicada demonstrou que não houve diferenças de resistência de união quando a variável foi os materiais restauradores, porém com os sistemas adesivos houve diferença estatística onde o material Clearfil Liner Bond 2 apresentou valores de união mais elevados que o material Scotchbond MP Plus. As falhas de união entre os materiais empregados foram predominantemente adesivas (93,75%).

Rammelsberg et al.,<sup>33</sup> em 2001, avaliaram a influência da localização e forma do preparo cavitário no desempenho clínico de coroas do polímero de vidro Artglass livre de metal. Após uma escolha aleatória, um total de 114 dentes (68 anteriores e 46 posteriores) coroas unitárias foram preparadas com uma linha de término em chanfro ou em ombro. Após a moldagem, coroas de Artglass (Heraeus Kulzer, Germany) foram confeccionadas seguindo as recomendações do fabricante. Todas as coroas foram cimentadas com o cimento resinoso 2 Bond 2 (Heraeus kulzer) em combinação com o sistema adesivo correspondente. Posteriormente, avaliações

foram realizadas nos seguintes períodos: 1 mês, 1 ano, dois anos e 3 anos. A documentação incluía alterações estéticas, acúmulo de placa bacteriana, inflamação gengival, profundidade de soldagem e falhas como fraturas e trincas. Os dados foram analisados estatisticamente e comparados com os dentes controle correspondentes. Dentro do período médio de observação de 26,2 meses (do total de 40 meses), um total de 9 complicações ocorreram, incluindo 3 fraturas totais, 3 fraturas parciais e 3 falhas de cimentação. Somente 4 coroas tiveram de ser substituídas e 2 foram polidas e recimentadas. A análise de Kaplan-Meier não mostrou influência na localização (anterior e posterior) e na forma do término do preparo sobre a durabilidade clínica das coroas de Artglass livre de metal. Após 1 mês ( $p=0,001$ ) e 1 ano ( $p=0,001$ ) o teste de Wilcoxon revelou um índice de placa (PI) significativamente maior para o grupo experimental quando comparado com os dentes controle. A inflamação gengival avaliada pelo índice de sangramento gengival (SBI) foi aumentada após um ano ( $p=0,012$ ) sem diferença significativa após 1 mês ( $p=0,411$ ) e 2 anos ( $p=0,931$ ). Em contraste, a profundidade de soldagem não revelou diferença significativa dentro do período de observação ( $p=0,090-0,323$ ). Com o respectivo período de avaliação, os

autores concluíram que ambas, a preparação de término em chanfro ou em ombro asseguraram estabilidade aceitável de coroas de Artglass livre de metal para dentes anteriores e posteriores.

Silva e Souza Jr. et al.,<sup>39</sup> em 2001, descreveram os sistemas restauradores estéticos de inserção indireta, bem como sua evolução. Segundo os autores, a introdução de materiais para restaurações indiretas, propriamente ditos, surgiu no início dos anos 80. A primeira resina composta para uso indireto em laboratório foi o Isosit-N, da Ivoclar. A seguir, surgiu o Dentacolor, da Kulzer. Outros sistemas similares foram sendo introduzidos para serem empregados de forma indireta. Uma característica comum a esses sistemas era o tipo de carga, constituída de micropartículas, em baixas concentrações, usualmente inferiores a 50%, em peso. A estes sistemas foi dada a denominação 1ª geração. O emprego de calor e pressão, como meios auxiliares à reação química, seriam para melhorar o grau de conversão e diminuir a quantidade de porosidades internas na restauração e, com isso, esperavam-se melhoras nas propriedades físicas. Tal aspecto não foi verificado na prática, pois os controles clínicos apresentaram um comportamento

alguém daquele esperado. Percebendo os problemas clínicos dos materiais lançados no mercado, os fabricantes introduziram modificações na composição dessas resinas de laboratório. Percebeu-se claramente a intenção de aumentar a quantidade de carga, justamente para tornar o material menos resiliente (mais rígido) e mais resistente ao desgaste. Estes sistemas, denominados de 2ª geração são caracterizados por apresentarem partículas híbridas em alta densidade. A maior parte dos sistemas atuais, de 2ª geração, tem até 85%, em peso, de carga, alguns deles apresentam modificações também na matriz orgânica para assegurar um grau de conversão maior, e contam com métodos de polimerização adicionais, como calor, pressão, nitrogênio, etc. Outro por menor que gera confusão entre os profissionais é a denominação que estes materiais recebem, Cerômeros e polívidros são os termos mais empregados. A denominação Cerômero origina-se do termo ceromer, da língua inglesa. Basicamente tem-se a combinação das palavras cerâmicas e polímero, dando a conotação de que se trata de polímero (resina), melhorado pela incorporação de partículas cerâmicas. Analisando mais profundamente, segundo os autores, observa-se que estes materiais são, na verdade, resinas compostas. Existem, obviamente, diferenças entre eles, mas

nenhuma que justifique o surgimento de uma nova categoria de material, como alguns entendem ou sugerem.



***Proposição***

# *Proposição*

Avaliar “in vitro” o efeito de diferentes tratamentos na superfície interna do Cerômero na resistência de união com o agente de cimentação, através do teste de Micro-Tração, utilizando:

A- Para tratamento da superfície interna:

- Microjateamento com óxido de alumínio
- Artglass Liquid (Heraeus Kulzer)
- Ácido fosfórico a 37% (3M)
- Ácido fluorídrico a 10% (Dentsply)
- Silano (Ceramic Primer/3M)

B- Material Restaurador

- Cerômero Artglass (Heraeus Kulzer)

C- Sistema Adesivo e Cimento Resinoso Dual

- Scotch Bond Multi Purpose Plus (3M)
- RelyX (3M)

## ***Material e Método***

## ***Material e método***

Foram utilizados, para o presente estudo, os seguintes materiais: A) Cerômero (Artglass-Hereaus Kulzer-lote nº010105) B) Sistema adesivo dual de 4ª geração Scotchbond Multi Purpose Plus (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.-lote nº7523); C) Cimento Adesivo Resinoso – RelyX; (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.-lote CE nº0086); D) Artglass Liquid ( Hereaus Kulzer-lote nº 2002-03; E) Ácido Fluorídrico a 10% (Dentsply,Brasil-lote nº61354). A descrição desses materiais esta apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição dos materiais utilizados

MATERIAIS	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO
Cerômero	Heraeus, Kulzer - Germany	Éster do ácido metacrílico multifuncional, Dióxido de Silício silanizado, Silicato de Vidro de Bário Alumínio Silanizado, pigmentos inorgânicos, foto-iniciadores e estabilizadores.
Scotchbond Multi Purpose Plus	3M, Dental Products Division St. Paul, MN	1-Ácido fosfórico a 37 %. 2-Catalisador-bisfenol-glicidil-metacrilato (Bis-GMA) – Hema – peróxido de benzoila. 3- Ceramic Primer-Vinil-silano em Etanol.
RelyX	3M, Dental Products Division St. Paul, MN	Bis-GMA, TEGDMA, zircônia/sílica (67,5% em peso, tamanho médio das partículas 1,5µm), peróxido de benzoila, amina polímero dimetacrilato, pigmentos e fotoiniciadores
Liquid Artglass	Heraeus, Kulzer - Germany	Dimetacrilato e éster metacrílico multifuncional
Ácido fluorídrico a 10%	Dentsply, Brasil.	Ácido fluorídrico, água, espessante e corante

## 1-Confeção das amostras do Cerômero

As amostras do Cerômero foram confeccionadas pela condensação do material, com auxílio de uma espátula metálica, em uma matriz de acrílico transparente. A matriz, de formato quadrado, possui um orifício na região central de 10 mm de espessura por 10 mm de diâmetro (Figura 1). O material foi aplicado em camadas de  $2\text{mm} \pm 0,1\text{mm}$ ; cada incremento foi fotopolimerizado durante 90 segundos em uma unidade de luz especial UniXS (HERAEUS, Kulzer, Germany), até atingir a altura de  $1,0\text{ cm} \pm 0,1\text{mm}$ . Decorrido esse período, as amostras foram, então, removidas da unidade de fotopolimerização e da matriz, e novamente fotopolimerizadas por mais 180 segundos. O sistema de fotopolimerização através de luz *XenonEstroboscópica* emite um total de 4.5 watts, semelhante à potência luminosa entre 320-500nm. Esse raio de ação é muito importante, porque a excitação do Fotoiniciador Cânforoquinona, ocorre por volta de 470nm. A luz *XenonEstroboscópica* tem, como característica, que a alta intensidade de luz é emitida por apenas 20 milisegundos, seguidos de 80 milisegundos de ausência de luz, o que aumenta

a potência de luz, em função do relaxamento parcial das moléculas do material para que as mesmas sejam polimerizadas.

Para o presente estudo, foram confeccionadas 10 amostras de Cerômero (Figura 2). Em seguida as amostras foram armazenadas em água destilada, em estufa a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 48 horas, até receberem o tratamento com lixas seqüenciais.

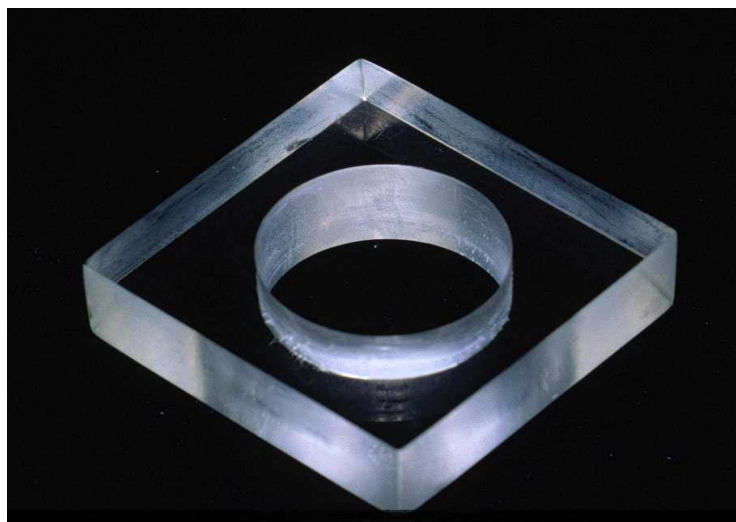


FIGURA 1 - Matriz de Acrílico

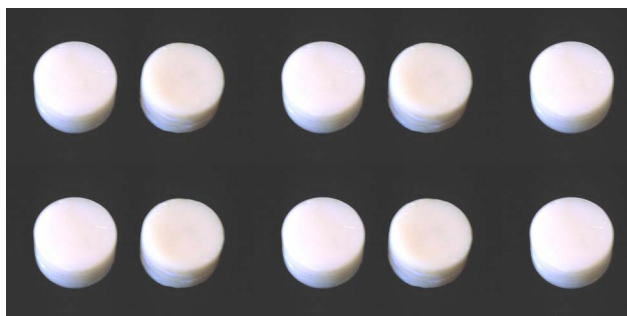


FIGURA 2 - Amostras do Cerômero Artglass

## **2-Regularização das superfícies das amostras do Cerômero**

As amostras confeccionadas foram adaptadas a um cilindro plástico, especialmente confeccionado, medindo 20mm de diâmetro externo, por 20mm de altura. O cilindro continha um orifício central de 7mm de profundidade e diâmetro ligeiramente maior que o diâmetro da amostra. A superfície da amostra do Cerômero ficava, portanto, exposta 3mm (Figura 3).

Em seguida, com auxílio de uma Politriz Horizontal (Motopol/2000-BUEHLER Ltda. Lake Bluff, IL, EUA) (Figura 4) as superfícies de adesão das amostras foram regularizadas, através de desgaste, com lixas de papel abrasivo



(3M) de granulação seqüencial 280, 320, 500 e 600, respectivamente, sob refrigeração. Esta Politriz tem um disco giratório onde são adaptadas as lixas seqüenciais. As amostras adaptadas no dispositivo plástico foram fixadas no aparelho, em uma plataforma móvel e regulável, situada acima do disco giratório. Ao ser acionado pelo motor, a plataforma móvel contendo as amostras, girando em menor velocidade e com pressão constante, entra em contato com o disco giratório contendo a lixa. Em cada regularização foram utilizadas lixas novas. Esse procedimento foi realizado em apenas um dos lados de cada amostra.

Em seguida, as amostras do Cerômero foram removidas do dispositivo plástico, limpas em aparelho de ultrassom com água destilada durante 10 minutos e divididas em 5 grupos conforme o tratamento a ser realizado na superfície. Finalizado o processo de regularização das superfícies, as amostras foram armazenadas em estufa a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 24 horas.

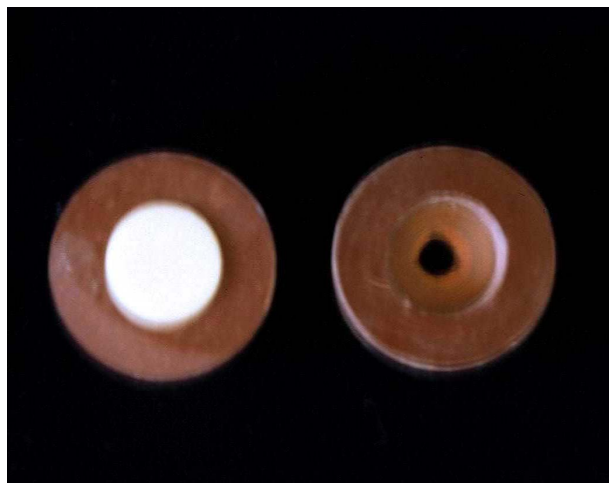


FIGURA 3 - Amostra do Cerômero adaptada ao cilindro plástico para receber tratamento com lixas seqüenciais



FIGURA 4 - Politriz Horizontal/ Motopol/2000

### **3-Preparo das superfícies das amostras do Cerômero**

#### **3.1-Jateamento com óxido de alumínio**

Inicialmente, as superfícies de todas as amostras foram preparadas através de jateamento com óxido de alumínio com granulação de 50 $\mu$ m, durante 5 segundos, utilizando-se um aparelho Sandblaster Micro Etch (BUFFALO DENTAL, Syosset NY) regulado à pressão de 50 libras. Em seguida, as amostras foram lavadas com aparelho de ultra som com água destilada durante 10 minutos.

#### **3.2-Aplicação do sistema adesivo e cimento resinoso dual.**

As superfícies das amostras receberam tratamento, de acordo com a proposta do presente estudo e o resumo está apresentado no Quadro 2, a seguir. A técnica de aplicação dos materiais esta descrita no Quadro 3.

Quadro 2 - Tratamentos das superfícies das amostras do Cerômero

Grupos	Jateamento com óxido de alumínio 50µm	Aplicação de ácido fosfórico a 37%	Aplicação de ácido fluorídrico a 10%	Aplicação do Líquido Artglass ou Silano	Aplicação do Catalisador e cimento resino dual
G1	5 seg.	_____	_____	L. Artglass	Aplicar
G2	5 seg.	60 seg.	_____	_____	Aplicar
G3	5 seg.	60 seg.	_____	Silano	Aplicar
G4	5 seg.	_____	2,5 min	_____	Aplicar
G5	5 seg.	_____	2,5 min	Silano	Aplicar

Quadro 3 - Técnica de aplicação dos sistema adesivo e agente cimentante.

MATERIAIS	TÉCNICA
<b>Ácido Fosfórico a 37% (3M)</b>	Condicionamento, durante 60 segundos, lavadas em água pelo mesmo tempo e secas com jatos de ar durante 30 segundos.
<b>Ácido Fluorídrico à 10% (Dentsply)</b>	Condicionamento, durante 2,5 minutos, lavadas em água pelo mesmo tempo e secas com jatos de ar durante 30 segundos.
<b>Silano Primer (3M)</b>	Aplicado durante 30 segundos e secos com jatos de ar por 10 segundos
<b>Líquido Artglass (Heraeus Kulzer)</b>	Aplicado e seco com jato de ar durante 10 segundos.
<b>Catalisador (3M)</b>	Aplicação de uma camada do catalisador.
<b>RelyX (3M)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Misturar porções equivalentes de Pasta Base e Pasta Catalisadora, deixando a mais homogênea possível.</li> <li>2. Aplicar o cimento resinoso dual na superfície da amostra previamente preparada.</li> <li>3. Fotopolimerizar durante 60 segundos cada lado da amostra (4lados).</li> </ol>

No grupo 1, as superfícies das amostras do Cerômero foram recobertas com o monômero para reparo, o Artglass Liquid, que foi aplicado e seco com jato de ar por 10 segundos, seguido da aplicação do catalisador (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.). Para a união entre as amostras do Cerômero foi utilizado o cimento resinoso adesivo RelyX (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.), manipulado de acordo com as instruções do fabricante. O cimento resinoso adesivo possui um mecanismo de polimerização iniciado através de ativação física através de luz visível e ativação química iniciado pela mistura entre a pasta base e a catalisadora. Após os respectivos tratamentos de superfície, as amostras do Cerômero foram unidas aos pares, com auxílio de um posicionador metálico (Figuras 5 e 6). As amostras foram inseridas no posicionador através das perfurações opostas da base inferior e superior. Logo após, foi aplicado o cimento resinoso na superfície da amostra, foram posicionadas as duas bases metálicas pelo pino de fixação e, em seguida, aplicado um peso padrão e constante de 1Kg mantendo-o em posição, durante 2 minutos. O excesso do cimento resinoso foi removido com auxílio de um pincel e o cimento fotopolimerizado através das janelas laterais do posicionador metálico. A

fotopolimerização foi realizada com auxílio de um aparelho Curing Light 2500 (3M, Dental Products Division St.Paul, MN) durante 60 segundos, em cada uma das janelas laterais (4) do posicionador metálico, totalizando 240 segundos de exposição a luz visível. A intensidade luminosa do aparelho fotopolimerizador foi previamente aferida com auxílio de um radiômetro, que indicou o valor de 680 mw/cm<sup>2</sup>.

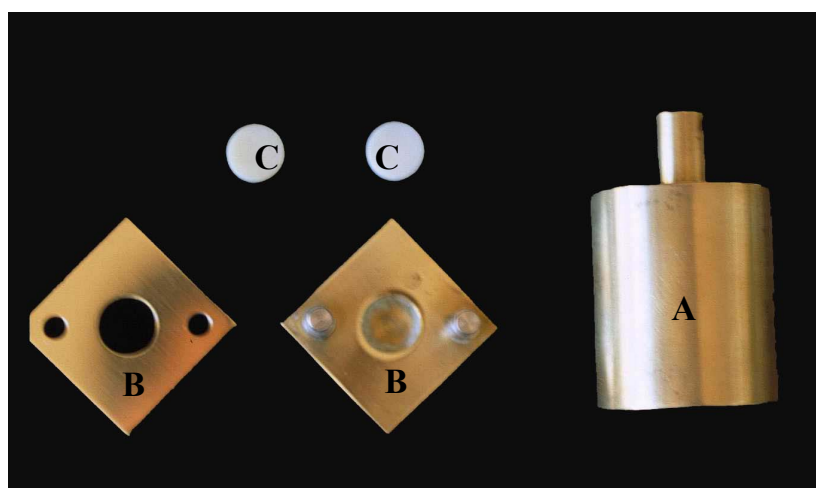


FIGURA 5 – A) Peso de 1Kg; B) Posicionador Metálico; e C) Amostras do Cerômero Artglass

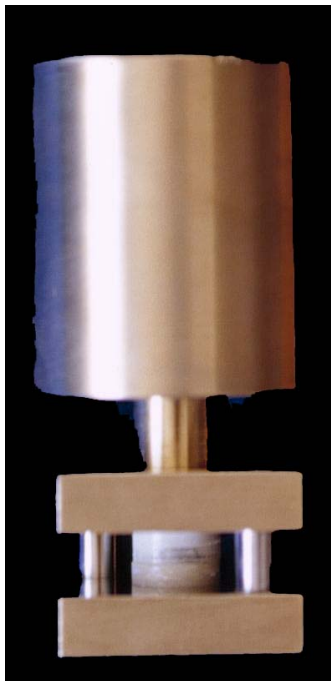


FIGURA 6 - Amostras do Cerômero Artglass adaptadas ao conjunto Posicionador Metálico/Peso.

No grupo 2, as superfícies das amostras foram condicionadas com ácido fosfórico a 37 % durante 1 minuto, lavadas pelo mesmo tempo e secas com jato de ar durante 30 segundos, seguindo-se a aplicação do Catalisador (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.). O procedimento de cimentação foi realizado como descrito para o grupo 1.

No grupo 3, as superfícies das amostras foram condicionadas com ácido fosfórico a 37 % durante 1 minuto,



lavadas pelo mesmo tempo e secas com jato de ar durante 30 segundos; seguindo-se a aplicação do Ceramic Primer (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.) e do Catalisador (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.). O procedimento de cimentação foi realizado como descrito para o grupo 1.

No grupo 4, as superfícies das amostras foram condicionadas com ácido fluorídrico a 10% durante 2,5 minutos, lavadas pelo mesmo tempo e secas com jato de ar durante 30 segundos, seguindo-se a aplicação do Catalisador (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.). O procedimento de cimentação foi realizado como descrito para o grupo 1.

No grupo 5, as superfícies das amostras foram condicionadas com ácido fluorídrico a 10% durante 2,5 minutos, lavadas pelo mesmo tempo e secas com jato de ar durante 30 segundos; seguindo-se a aplicação do Ceramic Primer (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.) e do Catalisador (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.). O procedimento de cimentação foi realizado como descrito para o grupo 1.

Finalizando o processo de cimentação das amostras do Cerômero, elas foram armazenadas em água

destilada, em estufa à  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 48 horas, até serem submetidas a ciclagem térmica.

#### **4-Ciclagem térmica**

Decorrido o período de armazenamento, as amostras do Cerômero devidamente identificadas, foram submetidas, com auxílio de uma máquina (Ética Equipamentos Científicos S/A – São Paulo – São Paulo – Brasil) a ciclagem térmica às temperaturas de  $10^{\circ}\text{C}$  e  $50^{\circ}\text{C}$  em água, com um tempo de permanência de 15 segundos em cada temperatura, num total de 500 ciclos. Amostras foram, então, novamente armazenadas em água destilada, em estufa a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por um período de 48 horas, até serem submetidas ao Teste de Micro-Tração.

#### **5-Obtenção dos espécimes para o teste de Micro-Tração**

As amostras foram fixadas em um suporte de madeira com auxílio de godiva de baixa fusão (Exata, DFL Indústria e Comércio Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), para serem adaptadas à máquina de cortes seriados ISOMET 1000

(BUEHLER Ltda. Lake Bluff, IL, EUA). Com auxílio de um disco de diamante série 15LC (4”Dia.x0,012” – 10,2cmx0,3mm, nº11-4254), com constante irrigação, foram realizados cortes seriados paralelo ao longo eixo de cada amostra, com espessura de  $1,1 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ , nos sentidos frontal e sagital tomando o cuidado para não separar totalmente as “fatias” da base fixada com godiva (Figura 7).

No final, a base da amostra foi seccionada perpendicularmente ao longo eixo, obtendo-se vários espécimes em forma de “palito” (Figura 8 ), com secção transversal de  $1,0 \text{ mm}^2 \pm 0,1 \text{ mm}^2$  de espessura.

Os espécimes em forma de “palito” foram, então, individualmente afixadas pelas suas extremidades, ao dispositivo de Micro-Tração, com um adesivo instantâneo, de modo a posicionar a área de adesão perpendicular ao longo eixo da força de tração (Figura 9). Os testes foram realizados com uma velocidade do atuador de  $0,5 \text{ mm/min.}$ , utilizando-se uma Máquina de Ensaio Universal MTS (Material Testing System 810 - MTS Systems Corporation – Minneapolis – Minnesota – EUA), com adaptação de uma célula de carga de 1KN (Load Transducer modelo 66118 D – 01) e um programa computadorizado acoplado ao sistema (TestWosks – sistema

TestStar 2 – MTS Systems Corporation – Minneapolis – Minnesota – EUA). No momento da fratura (Figura 9), o movimento foi imediatamente cessado e os dados coletados para posterior análise.

Após o teste, as duas porções fraturadas foram removidas e a área transversal correspondente à fratura foi medida, utilizando-se um paquímetro de leitura eletrônica, com precisão de 0,01 mm. O valor da área foi transformado em  $\text{cm}^2$  e o valor da carga em Kgf. Os valores foram, portanto, calculados e expressos em MPa.

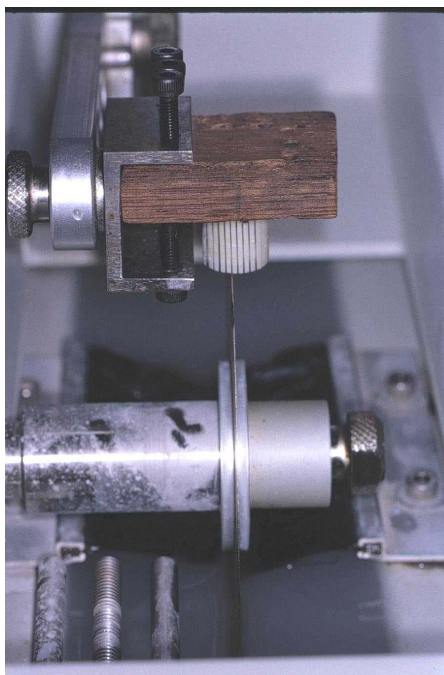


FIGURA 7 - Amostra do Cerômero adaptada à máquina de cortes seriados

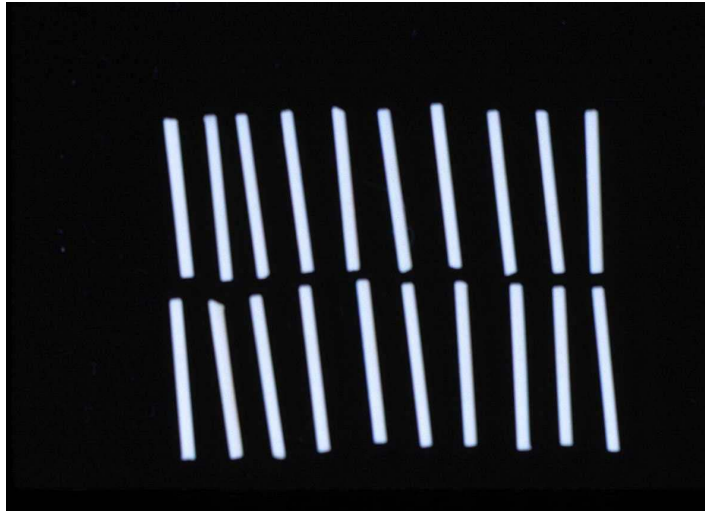


FIGURA 8 – Aspecto do espécimes em forma de “palito”

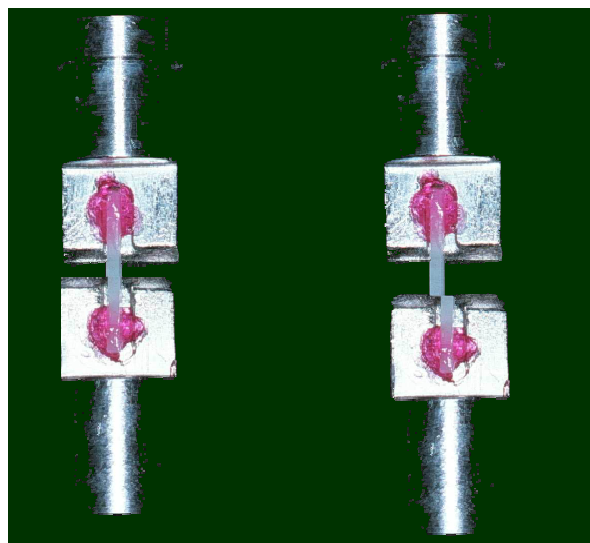


FIGURA 9 - Aspecto do espécime antes e após a realização do Teste de Micro-Tração

## **6-Análise dos modos de fratura por Microscopia Óptica**

Os modos de fratura da interface adesiva foram avaliados em microscopia óptica com 40X de aumento com auxílio de uma Lupa Estereoscópica Carl Zeiss (Carl Zeiss do Brasil). Os modos de fratura foram classificados em tipos: A) Adesiva - rompimento da união na interface Cerômero/cimento adesivo resinoso sem fratura da amostra do Cerômero; B) Coesiva - fratura da amostra do Cerômero sem rompimento da união na interface Cerômero/cimento adesivo resinoso; e C) Mista – coesiva no Cerômero e adesiva na interface.

## **7-Análise do aspecto morfológico da superfície do Cerômero por Microscopia Eletrônica de Varredura**

Foram confeccionadas quatro amostras adicionais do Cerômero Artglass e divididas aleatoriamente em quatro grupos. No grupo 1, a superfície da amostra sofreu apenas acabamento com lixas de papel abrasivo (3M) de granulação seqüencial 280, 320, 500 e 600, respectivamente; no grupo 2,

jateamento com óxido de alumínio; no grupo 3, jateamento e condicionamento com ácido fosfórico a 37% durante 1 minuto; e no grupo 4, jateamento e condicionamento com ácido fluorídrico a 10% durante 2,5 minutos. Após os tratamentos as amostras foram armazenadas no dessecador por um período de 12 horas, revestidas com liga de ouro-paládio sob vácuo, com auxílio de uma máquina metalizadora (Bal-Tec SCD 050) e, em seguida, observados ao Microscópio Eletrônico de Varredura (Modelo JSM T330A, JEOL Co., Tokyo, Japão), em aumento de 500 e 3500 vezes.

### **8-Planejamento estatístico**

Os dados obtidos será aplicada a técnica de análise de variância a um critério fixo, referente a “tratamento”. Os constantes estatísticos serão estabelecidos pelo teste de Tukey.

***Resultado***



# ***Resultado***

## **1-Ensaio de resistência de união**

Os valores de resistência de união constam da Tabela 1. Foi realizada a análise de variância, conforme Tabela 2. Constatada a existência de diferença estatisticamente significativa na análise de variância, os valores médios foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Tabela 3).

Tabela 1 - Valores de resistência de união à Micro-Tração Cerômero/cimento resinoso com os diferentes grupos de tratamento de superfície (MPa). FOAr, 2001.

Réplicas	Tratamentos				
	G1	G2	G3	G4	G5
1	35,013	30,628	31,056	27,041	24,906
2	30,572	24,151	28,403	22,704	19,728
3	25,060	30,497	36,496	23,222	21,457
4	35,909	19,333	30,524	23,672	20,917
5	30,187	27,534	29,656	25,732	27,434
6	33,979	31,532	26,252	17,960	19,353
7	33,517	34,919	38,013	29,910	25,918
8	26,063	29,078	24,118	22,347	23,538
9	22,277	21,912	29,440	26,700	25,952
10	23,699	30,746	23,374	28,112	23,309
11	35,392	25,788	35,414	24,744	20,732
12	24,565	19,380	36,533	21,353	21,361
13	32,792	30,942	31,804	24,906	20,030
14	22,340	31,677	23,222	25,656	21,344
15	34,944	33,127	25,973	25,495	21,229
16	34,512	20,223	26,154	22,375	22,519
17	22,340	19,133	23,665	24,475	19,638
18	32,511	34,986	31,600	21,380	20,201
19	28,739	30,014	23,137	25,527	21,276
20	23,436	24,208	35,010	24,890	22,981
Média	29,391	27,490	29,492	24,412	22,191
Desvio padrão	5,13	5,32	4,94	2,67	2,33

Tabela 2 – Análise de variância dos resultados do teste de resistência de união à Micro-Tração Cerômero/cimento resinoso. FOAr, 2001.

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	4	823,639	205,909	11,224*
Resíduo	95	1742,77	18,344	
Total	99	2566,409		

\*Significativo

Ao nível de significância de 5%, o valor F na tabela, com 4 e 95 graus de liberdade é de 2,45. Como o valor obtido é maior que 2,45 conclui-se que as médias não são iguais, ao nível de significância de 5%.

O teste de Tukey permitiu estabelecer a diferença mínima significante, ou seja, a menor diferença de média de amostra que deve ser tomada como estatisticamente significante, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Contrastes entre as médias de resistência de união à Micro-Tração dos diferentes tratamentos. FOAr, 2001.

Contraste	Diferença	Valor crítico (5%)
G1 e G2	1,901 n.s.	3,751
G1 e G3	0,101 n.s.	
G1 e G4	4,979*	
G1 e G5	7,200*	
G2 e G3	2,002 n.s.	
G2 e G4	3,078 n.s.	
G2 e G5	5,299*	
G3 e G4	5,080*	
G3 e G5	7,301*	
G4 e G5	2,221 n.s.	

n.s.=não significativo

\*significativo

O gráfico a seguir ilustra o comportamento dos diferentes tratamentos quanto à resistência de união:

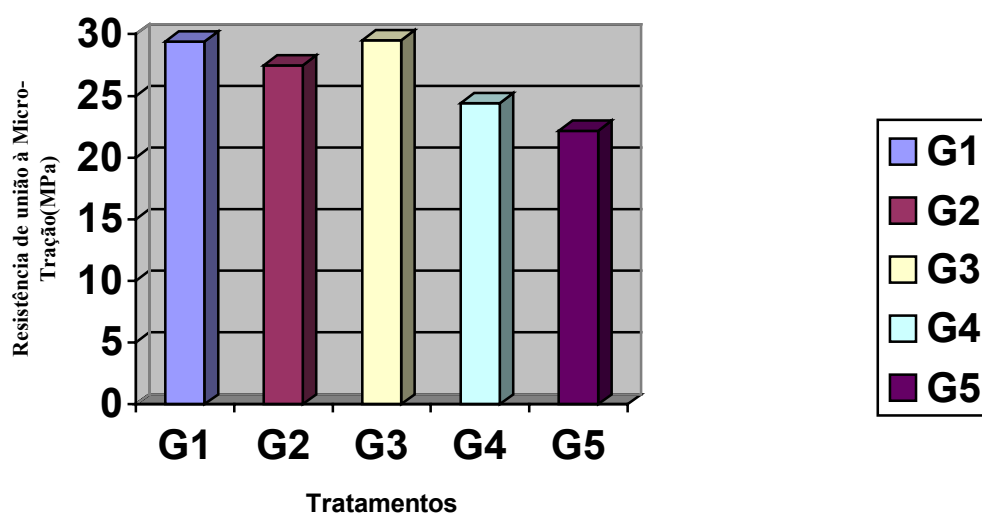


FIGURA 10 - Valores médios de resistência de união à Micro-Tração Cerômero/cimento resinoso com os diferentes grupos de tratamento de superfície (MPa). FOAr, 2001.

## 2-Análise dos modos de fratura por Microscopia Óptica

Os resultados da análise dos modos de fratura das amostras do Cerômero após os ensaios de resistência de união à Micro-Tração estão apresentados na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 - Modos de fratura das amostras do Cerômero após ensaio de Micro-Tração.

Grupo	Modos de fratura		
	A	B	C
G1	14	4	2
G2	15	3	2
G3	15	2	3
G4	17	2	1
G5	19	1	0

A) Adesiva - rompimento da união na interface Cerômero /cimento adesivo resinoso sem fratura da amostra do Cerômero;

B) Coesiva - fratura da amostra do Cerômero sem rompimento da união na interface Cerômero/cimento adesivo resinoso; e C)

Mista - coesiva no Cerômero e adesiva na interface.

### **3- Análise do aspecto morfológico da superfície do Cerômero por Microscopia Eletrônica de Varrredura**

As fotomicrografias das Figuras 11 a 18 ilustram o aspecto morfológico das superfícies das amostras do Cerômero, após os respectivos tratamentos, com 500 e 3500 vezes de aumento.

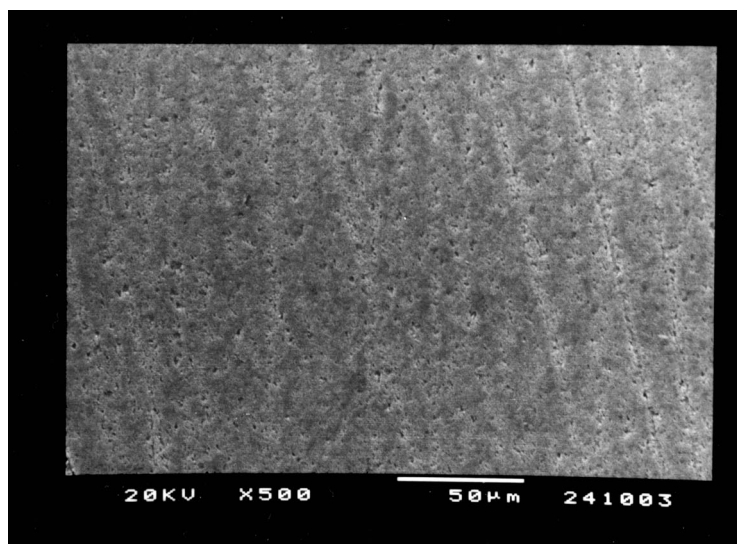


FIGURA 11 - Aspecto morfológico da superfície da amostra do Cerômero Artglass acabada com lixas abrasivas (x500).

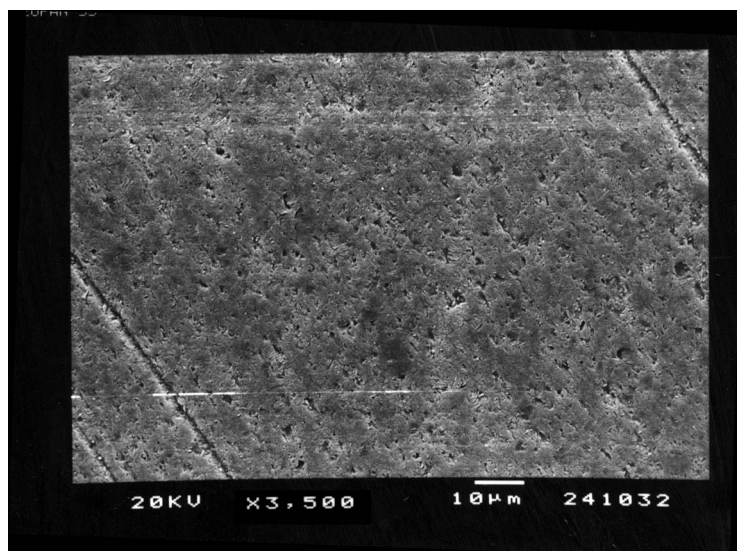


FIGURA 12 - Aspecto morfológico da superfície da amostra do Cerômero Artglass acabada com lixas abrasivas (x3500).



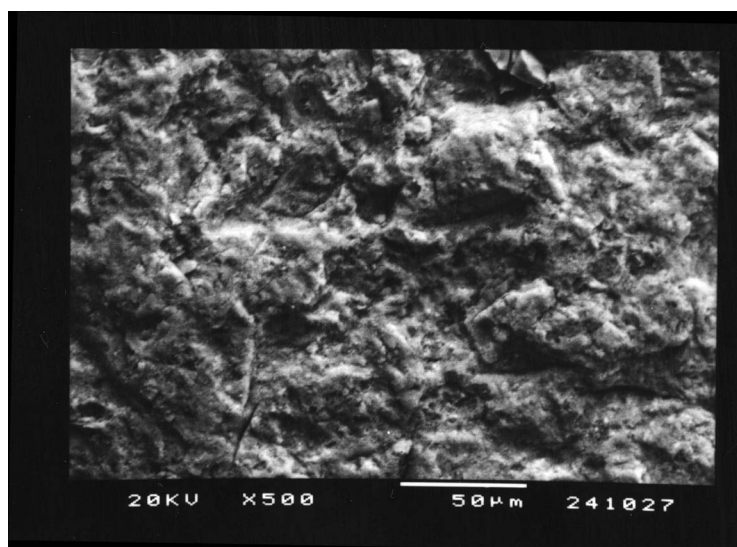


FIGURA 13 - Aspecto morfológico da superfície da amostra do Cerômero Artglass após jateamento com óxido de alumínio durante 5 segundos (x500).

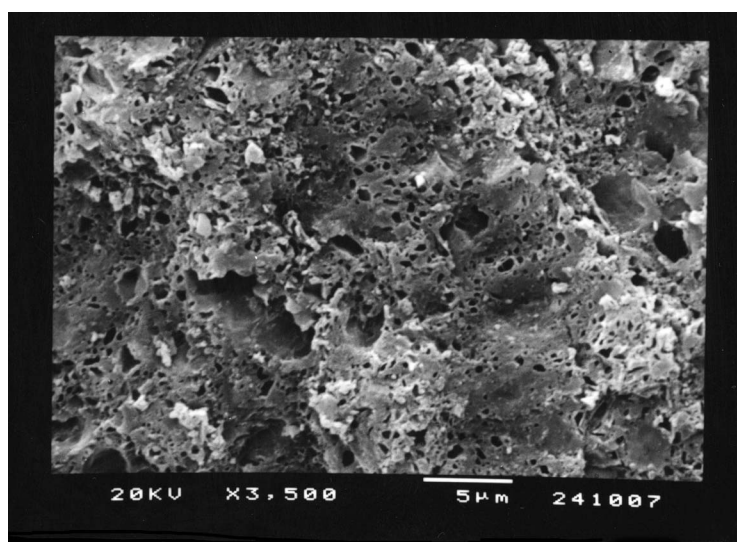


FIGURA 14 - Aspecto morfológico da superfície da amostra do Cerômero Artglass após jateamento com óxido de alumínio durante 5 segundos (x3500).

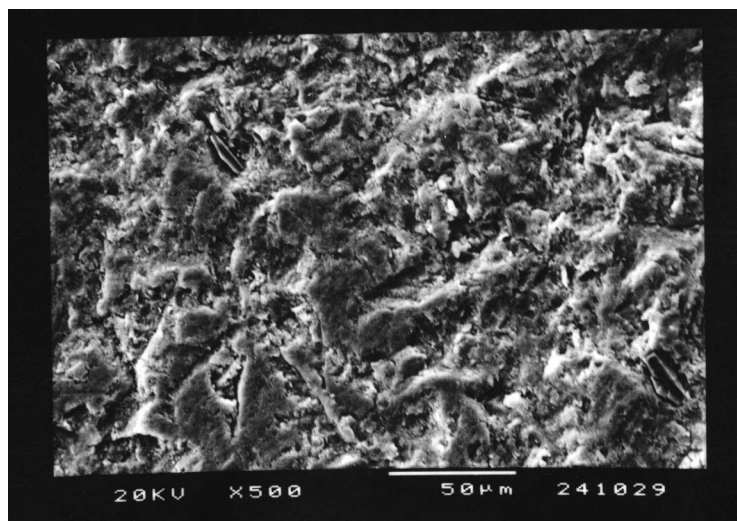


FIGURA 15 - Aspecto morfológico da superfície da amostra do Cerômero Artglass jateada e condicionada com ácido fosfórico a 37% (x500).

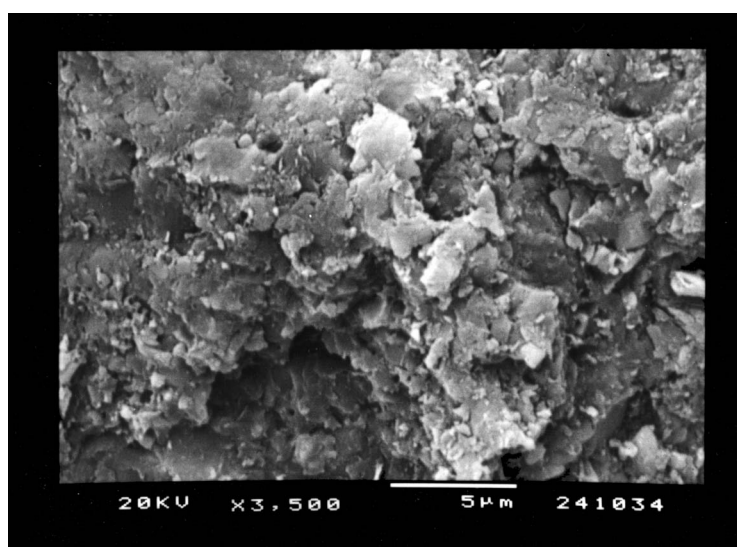


FIGURA 16 - Aspecto morfológico da superfície da amostra do Cerômero Artglass jateada e condicionada com ácido fosfórico a 37% (x3500).

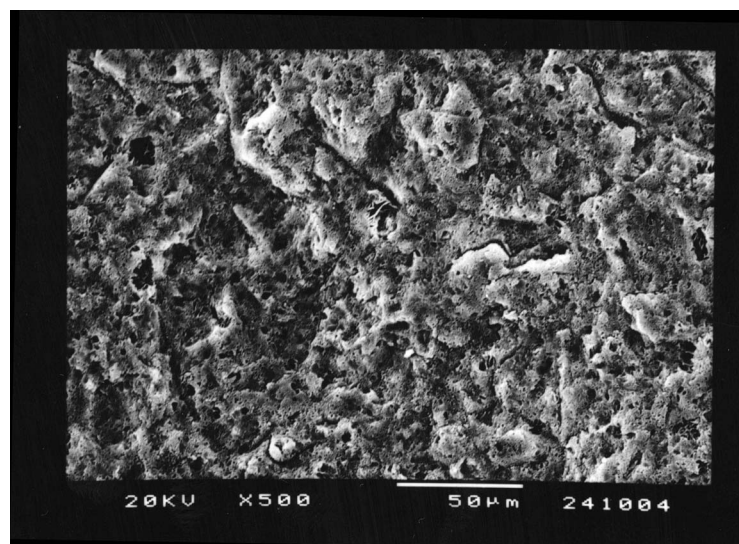


FIGURA 17 - Aspecto morfológico da superfície da amostra do Cerômero Artglass jateada e condicionada com ácido fluorídrico a 10% (x500).

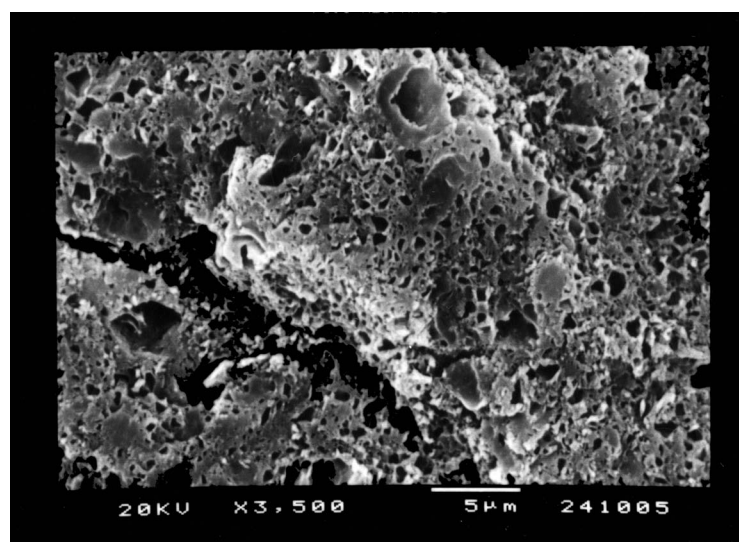


FIGURA 18 - Aspecto morfológico da superfície da amostra do Cerômero Artglass jateada e condicionada com ácido fluorídrico a 10% (x3500).

## ***Discussão***

## ***Discussão***

Freiberg & Ferrance<sup>16</sup> concluíram que, tanto um compósito convencional à base de BisGma quanto um compósito à base de monômeros metacrilatos multifuncionais, podem ter aumento do grau de conversão pela polimerização complementar na unidade de luz estroboscópica UniXS quando comparada à unidade de luz convencional contínua. Esse processo de polimerização complementar promove um aumento na conversão dos duplos carbonos, com um aumento das ligações cruzadas desse material. Os monômeros são quase que na totalidade convertidos em polímeros, quase não mais existindo metacrilatos pendentes para uma ligação química com o agente de cimentação.

Portanto, a interface cimento resinoso dual/compósito indireto é crítica e o pré-tratamento da superfície é fundamental para se garantir uma união efetiva do material restaurador indireto com o agente cimentante.<sup>25</sup> Além disso, o processo de cimentação de materiais indiretos envolve um grande número de fatores e etapas relacionadas não apenas

ao tipo do material restaurador, mas também à técnica de cimentação e à estrutura dental remanescente.<sup>17</sup>

Os mais variados pré-tratamentos das superfícies das restaurações indiretas de resina composta têm sido empregados em estudos sobre resistência de união com o agente de cimentação, na tentativa de se criar superfícies mais rugosas, possibilitando o embricamento mecânico do material adicionado ao substrato. Dentre os meios mecânicos já utilizados para tratar a superfície de restaurações indiretas estão o microjateamento com partículas de óxido de alumínio 50 $\mu$ m, a deposição de uma camada de cerâmica, o condicionamento com soluções ácidas, pontas diamantadas e o abrasionamento com lixas abrasivas. Além do embricamento micromecânico, outro possível mecanismo envolvido nos procedimentos de união de restaurações indiretas e cimentos resinosos é o de formação de ligações químicas empregando-se sistemas adesivos isoladamente ou associados a agentes silanizadores, e ainda agentes umectantes próprios recomendados pelo fabricante.

O microjateamento com partículas de óxido de alumínio promove um aumento da rugosidade,<sup>25,43</sup> um melhor entrelaçamento do sistema adesivo e aumenta a probabilidade

de encontrar uniões de carbono livres em toda extensão da superfície,<sup>30,32</sup> além de promover uma ação de limpeza e espaço para o agente cimentante.<sup>17</sup>

Nas Figuras 13 e 14, pode-se verificar que o microjateamento produziu condições morfológicas com um padrão retentivo, e formações de irregularidades com distribuídas de modo uniforme em toda a superfície de união.

O aumento da área de superfície em função da formação de microporosidades melhora a retenção mecânica do agente cimentante.<sup>40</sup> A força de união ao cisalhamento aumenta com o aumento da rugosidade superficial.<sup>30</sup>

Os materiais de baixa viscosidade, como os agentes adesivos sem carga, promovem aumento nas propriedades de adesão porque melhoram o umedecimento e penetração, além de sua composição química ser compatível com o material restaurador.<sup>21,25,49</sup> O uso de um agente de união associado ao microjateamento resulta em valores de resistência de união mais altos do que o microjateamento aplicado isoladamente.<sup>6</sup>

De acordo com Brosh et al.,<sup>6</sup> existem três possíveis mecanismos no emprego de sistemas adesivos: formação de ligação química com a matriz resinosa, ligações

químicas com as partículas inorgânicas expostas, e retenção micromecânica causada pela penetração dos monômeros nas porosidades produzidas na superfície. A retenção mecânica de um adesivo está, portanto, relacionada diretamente ao nível de rugosidade de superfície onde será aplicado.

Em nosso experimento, as superfícies de adesão de todos os corpos de prova foram microjateadas e receberam a aplicação adicional de um sistema adesivo dual.

Quando foram realizados tratamentos através do microjateamento com óxido de alumínio seguido do condicionamento com ácido fosfórico, associados ou não a aplicação do agente de silanização (Ceramic Primer), os valores de resistência de união na interface Cerômero/cimento resinoso foram superiores e estatisticamente diferentes em relação aos valores obtidos com os tratamentos onde foi associado o microjateamento com condicionamento com ácido fluorídrico e aplicação do Ceramic Primer.

Os maiores valores de resistência de união foram obtidos associando-se o microjateamento com partículas de óxido de alumínio, o condicionamento com ácido fosfórico e a aplicação do Ceramic Primer, sendo estes valores



estatisticamente diferentes dos grupos que receberam a aplicação do ácido fluorídrico após o microjateamento.

De acordo com as ilustrações das figuras 15 e 16, o condicionamento com ácido fosfórico a 37 % apenas produziu uma limpeza da superfície do Cerômero, sem promover alteração morfológica significativa que favorecesse a retenção do adesivo associado ao cimento resinoso. No entanto, o microjateamento seguido do condicionamento com ácido fluorídrico a 10%, conforme as figuras 17 e 18, promoveu uma alteração morfológica da superfície, com dissolução da fase inorgânica, determinando um aspecto retentivo com presença de extensas lacunas. Esse conjunto de fatores deixou de favorecer valores de resistência de união similares aqueles obtidos com o microjateamento associado ao condicionamento com ácido fosfórico.

Stokes et al.,<sup>41</sup> em 1993, avaliaram “in vitro” o efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência adesiva do cimento resinoso dual Porcelite à resina composta Herculite. Segundo os autores, o microjateamento associado ao condicionamento com ácido fluorídrico e/ou silano resultou nas maiores forças de união ao cisalhamento.

Os resultados desse estudo são discordantes daqueles alcançados por Stokes et al.<sup>41</sup>, pois o condicionamento com ácido fluorídrico reduziu significativamente a resistência de união com o agente de cimentação. Nossos resultados, no entanto, são concordantes a outros trabalhos.<sup>6,20,29,38,43,44</sup>

Os menores valores de resistência de união foram obtidos associando o microjateamento, condicionamento com ácido fluorídrico e aplicação do Ceramic Primer, sendo estes valores semelhantes aos valores do grupo que não recebeu a aplicação do Ceramic Primer após condicionamento com ácido fluorídrico, no entanto, estatisticamente diferentes dos grupos que não foram condicionados com ácido fluorídrico. Resultados semelhantes foram descritos por Swift et al.<sup>43</sup>

Com o objetivo de melhorar a união entre o material restaurador indireto e o agente de cimentação, o Artglass Liquid foi empregado. Segundo o fabricante esse material deve ser utilizado quando houver necessidade de acréscimos corretivos nas restaurações confeccionadas com o Cêromero Artglass ou necessidade de reparo utilizando resina composta microhíbrida convencional. O fabricante informa, ainda, que esse produto tem a capacidade de promover uma camada de dispersão superficial no Cerômero. Não houve

diferença estatisticamente significativa entre o grupo que recebeu aplicação do Artglass Liquid e os grupos que receberam condicionamento com ácido fosfórico com ou sem a aplicação do silano. Entretanto, os valores de resistência de união desses grupos foram significativamente maiores que os do grupo que recebeu condicionamento com ácido fluorídrico e aplicação do silano.

Os agentes silanizadores têm demonstrado grande efetividade no aumento da adesão entre resinas compostas e porcelanas abrasionadas com pontas diamantadas, ou tratadas com ácido fluorídrico<sup>24</sup> e jateamento com partículas de óxido de alumínio,<sup>35</sup> proporcionando um aumento da resistência adesiva em torno de 25%.<sup>24</sup> Quando aplicados sobre a porcelana, os silanos melhoram o molhamento superficial pelo adesivo e propiciam uma retenção química adicional.<sup>39</sup>

Os silanos são substâncias compostas por dois grupos funcionais: um orgânico funcional e outro sílico.<sup>1</sup> São, portanto, considerados agentes de ligação anfóteros ou bifuncionais, ou seja, têm a capacidade de unir as duas moléculas diferentes. Através de suas extremidades, a molécula de silano pode reagir com diferentes superfícies, uma inorgânica e outra orgânica.<sup>2</sup>

O processo de silanização pode ser entendido como a sobreposição de uma camada intermediária, o silano, entre o material restaurador e o cimento resinoso.<sup>1</sup> A porção sílico funcional do silano une-se aos componentes vítreos do material restaurador e a porção orgânico funcional uni-se a matriz orgânica do cimento resinoso.<sup>1</sup> Segundo Matsumura et al.,<sup>28</sup> o efeito do silano pode ser gerado tanto por ligação química com as partículas, como por molhamento da matriz resinosa.

Quando as superfícies das amostras receberam a aplicação adicional do silano após o condicionamento com ácido fosfórico, foi observado um aumento nos valores de resistência de união, no entanto, este aumento não foi estatisticamente significativo. Os resultados foram semelhantes aos resultados descritos por Swift et al.,<sup>42</sup> Nilsson et al.,<sup>30</sup> Imamura et al.<sup>20</sup> e Yoshida et al.<sup>51</sup>

Sano et al.<sup>37</sup> demonstraram que existe uma relação inversa entre área adesiva testada e a resistência de união à tração. Quanto aos resultados encontrados no presente estudo, os valores de resistência de união variaram de 19 MPa a 36 Mpa e foram em média maiores do que os valores encontrados nos testes de resistência pelo método convencional

de cisalhamento<sup>11,25,30,32,41,44,51</sup> que varia de 5 MPa a 20 MPa. A área de adesão empregada no teste de Micro-Tração neste estudo foi de  $1,0 \text{ mm}^2 \pm 0,1 \text{ mm}^2$ , diferentemente dos testes de resistência de união ao cisalhamento, onde a área de adesão varia de  $6,0 \text{ mm}^2$  a  $12 \text{ mm}^2$ .

Os testes de resistência adesiva são pesquisados na sua grande maioria, pela técnica convencional de resistência ao cisalhamento. Na literatura podemos encontrar, ainda, testes de tração diametral, resistência flexural e resistência à tração. Parece não haver critérios para a seleção de um teste de resistência, porém, considera-se que um método de avaliação mecânico desenvolvido em laboratório deva ser capaz de reproduzir, pelo menos parcialmente, as forças atuantes na cavidade bucal.

Além das características inerentes de cada material testado, três fatores principais podem exercer influência sobre os resultados de teste de resistência adesiva: a aplicação da força (tipo do teste), a qualidade do substrato e as condições de armazenamento dos espécimes antes do teste.<sup>31</sup> De acordo com estudos realizados por Van Noort et al.,<sup>47,48</sup> a avaliação da resistência ao cisalhamento é extremamente sensível ao método de aplicação do adesivo e ao modelo do

espécime. Em um estudo questionando a validade dos testes de cisalhamento, Della Bonna & Van Noort,<sup>10</sup> demonstraram diferenças significativas nos valores de resistência de união ao cisalhamento entre a resina e a porcelana em espécimes com diferentes configurações, mas com desenhos geométricos e interfaces adesivas idênticas.

A sensibilidade da resistência adesiva às alterações nas condições do testes pode ser calculada usando uma análise de elemento finito,<sup>10,47,48</sup> através da qual a distribuição das forças na interface pode ser determinada. Os resultados dos testes de resistência ao cisalhamento onde a análise de elemento finito foi empregada, demonstraram uma distribuição não uniforme das forças no espécime. As observações dos modos de fratura, após o teste de cisalhamento, revelaram a predominância de fraturas coesivas no material de base, quer este fosse resina ou cerâmica. Contrariamente, as falhas decorrentes dos testes de resistência à tração aconteceram na interface, o que significa que o teste executado forneceu medidas mais representativas de resistência na área de união, ao invés da resistência de um material em particular, o que provavelmente aconteceu durante os testes de cisalhamento.<sup>10</sup>

Versluis et al.,<sup>50</sup> desenvolveram um programa simulado para determinar falhas localizadas e confrontaram os resultados da simulação com os resultados de um experimento paralelo. Os autores destacaram ser amplamente aceito que nos testes de cisalhamento a fratura da dentina deveria significar uma força de adesão superior à força da dentina. Nos resultados confrontados, a simulação confirmou que as fraturas coesivas observadas em dentina estão relacionadas, em parte, à biomecânica do teste e não são, necessariamente um indicativo que a resistência adesiva seja maior que a resistência coesiva da dentina. Os autores concluíram que há necessidade de uma nova tecnologia para avaliação das interfaces biológicas, tendo seu trabalho mostrado o papel vital da padronização numérica na interpretação de tais procedimentos experimentais.

O teste de Micro-Tração onde a distribuição do stress nos corpos de prova é mais uniforme reflete melhor a realidade, pois é conflitante observar falhas coesivas na resina ou dentina em valores bem abaixo da resistência coesiva real destes substratos, como acontece nos testes pelo método de cisalhamento, onde a distribuição do stress nos corpos de prova não é uniforme.<sup>8,15</sup>

A interpretação e extrapolação desses resultados deve ser cautelosa, considerando que os estudos realizados por Van Noort et al.,<sup>48</sup> Della Bona & Van Noort<sup>10</sup> foram executados em dentina e porcelana e o estudo de Versluis<sup>51</sup> em dentina e resina, ou seja, utilizaram substratos com características e comportamentos distintos dos encontrados em testes de resistência de união entre materiais indiretos e agentes cimentantes. Um dos aspectos abordados é que a não uniformidade da distribuição das forças induzidas se deve a diferenças no módulo de elasticidade dos materiais envolvidos, o que, provavelmente, não se processaria no caso de resistência de união entre materiais indiretos e os cimentos resinosos, pois as extremidades opostas a linha de cimentação, são compostas com o mesmo material restaurador.

Nos testes de resistência de união onde foi empregada a técnica convencional de cisalhamento, uma alta porcentagem de falhas coesivas foram encontradas, em valores relativamente baixos de união. Em nosso estudo, onde foi empregado o teste de Micro-Tração, constatamos um predomínio de falhas adesivas ( 80%).

Até o presente momento, o tipo de mecanismo envolvido nos procedimentos de união entre materiais



restauradores indiretos de resina composta e agente de cimentação permanece desconhecido, não somente devido a sua complexidade, mas também pela possível interferência de fatores inerentes aos métodos de avaliação empregados. Podemos dizer ainda que é difícil determinar, através de testes laboratoriais, a estabilidade das ligações envolvidas a longo prazo especialmente no meio bucal, onde as condições de temperatura são adversas, além da incidência de esforços mastigatórios. Desse modo, parece prudente recomendar o uso de microretenções através do microjateamento com óxido de alumínio, e o emprego de sistemas adesivos universais associado a agentes silanizadores e, ainda, agentes umectantes próprios recomendado pelo fabricante. Esses procedimentos proporcionariam rugosidades suficientes, aumento da área de superfície, penetração do sistema adesivo, além de uma possível ligação química, assegurando-se, assim, a efetividade e a durabilidade da união.

## ***Conclusão***

# *Conclusão*

De acordo com a metodologia proposta e nos resultados, podemos concluir que:

- A resistência de união do Cerômero ao cimento resinoso apresentou comportamento estatisticamente diferente, dependendo do tratamento de superfície;
  
- Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos:
  - G1 ( 29,39 MPa ), G2 ( 27,49 MPa ) e G3 ( 29,49 MPa ),
  - G2 ( 27,49 MPa ) e G4 ( 24,41 MPa ),
  - G4 ( 24,41 MPa ) e G5 ( 22,19 MPa );
  
- Os valores de resistência de união dos grupos G1 e G3 foram estatisticamente diferentes e maiores que os valores dos grupos G4 e G5;

- Os valores de resistência de união do grupo G2 foram estatisticamente diferentes e maiores que os valores do grupo G5.

***Referências***

***Bibliográficas***

# ***Referências***

## ***bibliográficas\****

1-AGRA,C.M., GRÓFALO, C., VIEIRA, G.F. Silano – Análise da importância deste material na união química entre a porcelana e resina composta. *Âmbito Odontológico*, n.3, p.326-31, 1993.

2-ALBERS, H.F. Esthetic treatment planning and pertinent information on cosmetic, adhesives and restorative dentistry. *Adept Report*, v.3, p.45-52, 1992.

3-BOUSCHLICHER, M.R., COBB, D.S., VARGAS, M.A. Effect of two abrasive systems on resin bonding to laboratory-processed indirect resin composite restorations. *J. Esthet.Dent.*, v.11, p.185-96, 1999.

---

\* UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Cordenadoria Geral de Bibliotecas, Editora UNESP. *Normas para publicação da UNESP*. São Paulo: Editora UNESP, 1994. 4v., v.2. Referências Bibliográficas.

- 4-BOUSCHLICHER, M.R., REINHARDT, J.W., VARGAS, M.A. Surface treatment techniques for resin composite repair. *Am. J. Dent.*, v.10, p.279-83, 1997.
- 5-BOWEN, R. L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J. Am. Dent. Assoc.*, p.57-64, 1963.
- 6-BROSH, T. et al. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repair composites. *J. Prosthet. Dent.*, v.77, p.122-26, 1997.
- 7-BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adesion acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, v.34, p.849-53, 1955.
- 8-CARVALHO, R.M. et al. Determinação da resistência adesiva a dentina através de um dispositivo de micro-tração. *Rev. Fac. Odontol.Bauru*, v.2, p.77-82, 1994.
- 9-COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS AND EQUIPMENT CHOSSING INTRACORONAL

RESTORATIVE MATERIALS. *J. Am. Dent. Assoc.*,  
v.125, p.102-103, 1994.

10-DELLA BONA, A., VAN NOORT, R. Shear vs. Tensile  
bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J.*  
*Dent. Res.*, v.74, p.1591-6, 1995.

11-DESCHEPPER, E. J., TATE, W. H., POWERS, J. M. Bond  
strenght of resin cements to microfilled composites. *Am.*  
*J. Dent.*, v.5, p.235-38, 1993.

12-DICKERSON, W.G. An esthetic, conservative  
reconstruction technique for an endodontically prepared  
tooth. *Quintessence Int.*, v.22, p.935-38, 1991.

13-DIETSCHI, D., SPREAFICO, R. *Adhesive metal-free  
restoration: current concepts for the esthetic treatment of  
posterior teeth.* Chicago: Quintessence, 1997. 215p.

14-ERDRICH, A.J. A New generation of a material for use in  
crown and bridge applicatons technical product profile:  
s.n.t. 2p, 1996.



- 15-FERNANDES, C.A.O. *Avaliação da influência da profundidade do substrato dentinário na resistência adesiva de dois novos sistemas adesivos resinosos*. Bauru, 1997. 102p. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 16-FREIBERG, R.S., FERRANCE J.L. Evaluation of cure, properties and wear resistance of Artglass dental composite. *Am. J. Dent.*, v.11, p.214-218, 1998.
- 17-GARONE NETO, N.; BURGER, R.C. *Inlay e onlay de resina composta: inlay e onlay – metálica e estética*. São Paulo: Editora Santos, 1998.p.185-231.
- 18-GOMES, J.C. *Análise “in vitro” do efeito dos sistemas adesivos e materiais restauradores na resistência adesiva com o substrato dentinário, através do teste de Micro-Tração*. Araraquara, 1999. 189p. tese (Doutorado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

- 19-HUMMEL, S.K. et al. Surface treatment of indirect resin composite before cementation. *J. Prosthet. Dent.*, v.77, p.568-72, 1997.
- 20-IMAMURA, G.M. et al. Enhancement of resin bonding to heat-cured composite resin. *Oper. Dent.*, v.21, p.249-56, 1996.
- 21-JORDAN, R.E. *Esthetic composite bonding: techniques and materials*. 2<sup>nd</sup> ed. St. Louis: Mosby Year Book, 1993.
- 22-KAWAMOTO, Y. et al. Beding bond strength of prosthetic composites in repair restorations. *J. Dent. Res.*, v.80, sp. iss., p.149, 2001. (Abstract 906).
- 23-KELSEY, W.P. et al. Bond strengths to enamel and dentin with indirect and direct resin composites. *Am. J. Dent*, v.9, p.105-08, 1996.
- 24-LACY, A.M. et al. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. *J. Prosthet.Dent.*, v.60, p.288-91, 1988.

- 25-LATTA, M.A., BARKMEIER, W.W. Bond strength of a resin cement to a cured composite inlay material. *J. Prosthet. Dent.*, v.72, p.189-93, 1994.
- 26-LEINFELDER, K. F. New developments in resin restorative systems. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.128, p.573-81, 1997.
- 27-MARION, R. Artglass. *Dental Advisor.*, v.1, n.3, p.1-2, 1997.
- 28-MATSUMURA, H., HISAMATSU, N., ATSUTA, M. Effect of unfilled resins and a silane primer on bonding between layers of a light-activated composite resin veneering material. *J. Prosthet. Dent.*, v.73, p.386-91, '1995.
- 29-MITCHEM, J.C., FERRANCE, J.L., GRONAS, D.G. The etching of hybrid composite to facilitate cementation or repair. *J. Dent. Res.*, v.70, p.392, 1991. (Abstract 1007).
- 30-NILSSON E. et al. Factors affeting the shear bond strength of bonded composite inlays. *Int. J. Prosthodont.*, v.13, p.52-8, 2000.

- 31-OILO, G. Bond strength testing: What does it mean? *Int. Dent. J.*, v.43, p.492-8, 1993.
- 32-PACHECO, J.F.M. *Influência do tratamento na resistência à tração da união polímero de vidro – cimento resinoso*. Piracicaba, 1997. 150p. Tese (Doutorado em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas.
- 33-RAMMELSBURG, P. et al. Clinical evaluation of metal-free polymer crowns in anterior e posterior quadrants. *J. Dent. Res.*, v.80, sp. iss., p.142, 2001. (Abstract 852).
- 34-ROSENTSSTIEL, S.F. et al. Dental luting agents: a review of the current literature. *J. Prosthet.Dent.*, v.80, p.280-301, 1998.
- 35-ROULET, J.F., SÖDERHOLM, K-J.M., LONGMATE, J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. *J. Dent. Res.*, v.74. p.381-7, 1995.

- 36-RUYTHER, E.I. Types of resin-based inlay materials and their properties. *Int. J. Dent.*, v.42, p.139-44, 1992.
- 37-SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength- evaluation of a microtensile bond test. *Dent. Mater.*, v.10, p.236-40, 1994.
- 38-SHORTALL, A.C., BAYLIS, R.L., WILSON, H.J. Composite inlay/luting resin bond strength-surface treatment effects. *J. Dent.* v.24, p.129-135, 1996.
- 39-SILVA E SOUZA JÚNIOR, M.H. et al. *Restaurações indiretas sem metal: resinas compostas e cerâmicas*. São Paulo: Editora Santos, 2001. p. 7-16.
- 40-SIMONSEN, R.J., CALAMIA, J.R. Tensile bond strength of etched porcelain. *J. Dent. Res.*, v.62, p.297,1983. (Abstract 1154).

- 41-STOKES, A.N., TAY, W.N.M., PEREIRA, B.P. Shear bond of resin cement to post-cured hybrid composites. *Dent. Mater.*, v.9, p.370-74, 1993.
- 42-SWIFT, E.J., CLOE, B.C., BOYER, D.B. Effect of a silane coupling agent on composite repair strengths. *Am. J. Dent.*, v.7, p.200-02, 1994.
- 43-SWIFT E.J. et al. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. *Dent. Mater.*, v.8, p.193-96, 1992.
- 44-TATE W.H., DESCHEPPER E.J., POWERS, J.M. Bond strength of resin cements to a hybrid composite. *Am. J. Dent.*, v.6, p.195-98, 1993.
- 45-TOUATI, B. The evolution of aesthetic restorative materials for inlays and onlays: a review. *Pract. Periodontics Aesthet. Dent.*, v.8, p.657-66, 1996.
- 46-TOUATI, B., AIDAN, N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. *J. Esthet. Dent.*, v.9, p.108-18, 1997.

- 47-VAN NOORT, R. et al. A critique of bond strength measurements. *J. Dent.*, v.17, p.61-7, 1989.
- 48-VAN NOORT, R. et al. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. *J. Dent. Res.*, v.70, p.889-93, 1991.
- 49-VANKERCKHOVEN, H. et al. Unreacted methacrylate groups on the surfaces of composite resins. *J. Dent. Res.*, v.61, p.791-95, 1982.
- 50-VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D., DOUGLAS, W.H. Why do shear bond tests pull out dentin? *J. Dent. Res.*, v.76, p.1298-307, 1997.
- 51-YOSHIDA, K., GREENER, E.H., LAUTENSCHLAGER, E.P. Shear bond strengths of two luting cements to laboratory-cured prosthetic resin composite. *Am. J. Dent.*, v.6, p.13-6, 1993.

## ***Resumo***



FARIA, R.P. *Avaliação “in vitro” da resistência de união do Cerômero ao sistema de cimentação adesiva, através do teste de Micro-Tração. Efeito de diferentes tratamentos de superfície.* Araraquara, 2001. 163p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

## **Resumo**

A proposta deste estudo foi avaliar “in vitro” a resistência de união do Cerômero Artglass (Heraeus/Kulzer) ao cimento resinoso RelyX (3M), através do teste de Micro-Tração. Os seguintes tratamentos de superfície foram investigados: microjateamento com óxido de alumínio (AO), Artglass Liquid (AL), Silano (S), ácido fluorídrico (HF) e ácido fosfórico (AF). Cinco espécimes cada qual consistindo de um par de cilindro (10x10mm) foram confeccionados. As superfícies de união foram regularizadas através de desgaste com lixas abrasivas de granulação seqüencial sob refrigeração. Os espécimes foram nomeados ao acaso e submetidos aos seguintes tratamentos antes da cimentação: grupo 1 (AO/AGL), grupo 2 (AO/AF), grupo 3, (AO/AF/S), grupo 4 (AO/HF), e grupo 5 (AO/HF/S). Os espécimes aos pares foram cimentados com um sistema adesivo dual e cimento resinoso dual, de acordo com as

recomendações do fabricante. Espécimes foram fotopolimerizados, armazenados por 48 horas a 37°C e, posteriormente, termociclados. Com auxílio de um disco de diamante perpendicular a superfície de união, “palitos” com 1 mm<sup>2</sup> de área de seção foram obtidos. Os valores de resistência de união (MPa) foram obtidos com auxílio de uma máquina de teste universal (MTS 800). Resultados foram: grupo 1 (29,39 ± 5,13), grupo 2 (27,49 ± 5,32), grupo 3 (29,49 ± 4,94), grupo 4 (24,41 ± 2,67), e grupo 5 (22,19 ± 2,33). ANOVA e o Teste de Tukey foram aplicados com  $p < 0,05$ . Não houve diferenças estatisticamente significante entre os grupos 1,2 e 3; 4 e 5; e 2 e 4. As forças de união foram significativamente maiores nos grupos 1 e 3 do que nos grupos 4 e 5; e no grupo 2 do que o grupo 5. Conclusões: Microjateamento com óxido de alumínio e Artglass Liquid foi um prétratamento de superfície efetivo; a silanização pode melhorar a força de união promovida pelo microjateamento e condicionamento com ácido fosfórico; e o condicionamento com ácido fluorídrico não é recomendado, pois diminui a resistência de união.

Palavras-chave: Cerômero; tratamento de superfície; resistência à tração.

# *Abstract*

FARIA, R.P. *“In vitro avaliation of bond strength of ceromer at resin cement, by the Micro-Tensile test. Effect of different surface treatments.* Araraquara, 2001. 163p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

## ***Abstract***

The purpose of this study was to investigate the effect of surface treatments on microtensile interfacial bond strength of a composite Artglass (Kulzer) to resin cement RelyX (3M). Methods of surfaces roughening or preparation included microetching with aluminum oxide (AO), Artglass Liquid (AGL), Silane (S), hydrofluoric acid (HF), and fosforic acid (AF). Five specimens, each consisting of a pair of cylinders (10x10 mm) were fabricated. The bonding surfaces were finished with 600-grit silicon carbide paper. Specimen pairs were randomly assigned to one of five surface treatment groups: group 1 (AO/AGL), group 2 (AO/AF), group 3 (AO/AF/S), group 4 (AO/HF), and group 5 (AO/HF/S). Specimen pairs were cemented with a dual resin bonding and a dual cure resin cement, in accordance with the manufacturer's instructions. Specimens were light-cured, then thermocycled

500 times at between 5°C and 55°C. Using a diamond disk perpendicular to the bonding interface, 'sticks' with 1.0 mm<sup>2</sup> cross-sectional area were obtained. Microtensile bond strengths were determined using a MTS 800 Materials Testing Machine at a crosshead speed of 0.5 mm/min. Results: Means (n=20) and standard deviations of bond strengths (MPa) were: group 1 (29.39 ± 5.13), group 2 (27.49 ± 5.32), group 3 (29.49 ± 4.94), group 4 (24.41 ± 2.67), and group 5 (22.19 ± 2.33). Data were analyzed with ANOVA and Tukey Test at p<0.05. There were no significant statistical differences among the groups 1, 2, and group 3; groups 4 and 5; and groups 2 and 4. Microtensile bond strengths were significantly higher in groups 1 and 3 than in groups 4 and 5; and in group 2 than in group 5. Conclusions: AO and AGL was an effective surface pretreatment; silanation may improve the bond provided by AO and etching with AF; and etching with HF is not recommended, as it decreases bond strength.

Keywords: Ceromer; surface treatment; tensile strength.