AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE REPAROS EM RESINA COMPOSTA

CINTIA GAIO MURAD

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de Dentística.

BAURU-SP

2003

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO
DE REPAROS
EM RESINA COMPOSTA**

CINTIA GAIO MURAD

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de Dentística.

BAURU-SP

2003

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE REPAROS EM RESINA COMPOSTA

CINTIA GAIO MURAD

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de Dentística.

Orientador: **Prof. Dr. Aquira Ishikiriama**

BAURU-SP

2003

M931a Murad, Cintia Gaio
Avaliação da resistência à tração de
reparos em resina composta / Cintia Gaio
Murad - Bauru, 2003.
113p. : il. ; 31cm.

Dissertação. (Mestrado) -- Faculdade
de Odontologia de Bauru. USP.

Orientador: Prof. Dr. Aquira Ishikiriama

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

CINTIA GAIO MURAD

26 de março de 1960 Nascimento

Curitiba – PR

Filiação Glorioso Gaio

Marlene Gaio

1978-1981 Curso de Odontologia – Universidade Federal do Paraná.

1989-1991 Professora da disciplina de Materiais Dentários do curso de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá.

1999 Professora da disciplina de Materiais Dentários do curso de Odontologia do Centro Universitário de Maringá.

2002 Professora da Disciplina de Dentística Operatória do curso de Odontologia do Centro Universitário de Maringá.

2001-2003 Curso de Pós-Graduação em nível de Mestrado, área de Dentística, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.

Associações AMO – Associação Maringaense de Odontologia – sub-regional da ABO-PR – Associada.

GBPD – Grupo Brasileiro de Professores de Dentística – Associada.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família,

Ao meu marido, **Ivan**, pelo companheirismo, apoio e incentivo.

Aos meus amados filhos, **Gustavo** e **Ivana**,
porque são sem dúvida, minhas melhores “pós-graduações”!!

VOCÊS TRÊS SÃO MARAVILHOSOS!

**“A VERDADEIRA DESCOBERTA
NÃO CONSISTE EM DIVISAR NOVAS TERRAS,
MAS EM VER COM NOVOS OLHOS.”**

MARCEL PROUST

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Newton Expedito de Moraes

Coordenador Operacional do Mestrado Interinstitucional de Odontologia

O seu empenho, sua dedicação a este curso de Mestrado, sua história e competência profissional são exemplos a serem seguidos.

À Prof^a. Dr^a. Maria Fidela de Lima Navarro

Coordenadora Educacional do Mestrado Interinstitucional de Odontologia

Pela grande contribuição à minha formação profissional, pela sua determinação e dignidade, pelo amor que sempre demonstrou pelo Ensino e pela Odontologia.

Ao Prof. Dr. Aquira Ishikiriama

Por me haver conduzido nos caminhos da pesquisa e do ensino, com uma orientação segura e precisa. Foi um privilégio ter sido sua orientada.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.

AGRADECIMENTOS

A Deus

Por ter me inspirado em cada momento da execução desse projeto,

Por que me Ensina que tudo em minha vida tem um propósito,
sempre para o Bem.

A meus pais, Gaio e Marlene

Por seu amor incondicional e inesgotável, por me deixarem a melhor herança que poderiam: o estudo.

A minha amiga Márcia Hirata,

Pela amizade, pela força, pela paciência, “segurando” as aulas da disciplina de Materiais Dentários nestes dois anos.

Ao amigo Prof. Dr. Ângelo José Pavan,

Coordenador do curso de Odontologia do Centro Universitário de
Maringá, CESUMAR,

Pelo apoio e incentivo, tão importantes em todos os momentos que precisei me ausentar desta Escola. A sua amizade e confiança muito me honram.

À amiga Cynthia Junqueira Rigolon,

Pela oportunidade de compartilharmos este Mestrado juntas e resgatarmos nossa amizade, iniciada nas aulas da faculdade.

Obrigada pelo companheirismo e pela sincera convivência neste período.

Aos colegas do mestrado em Dentística,

Vânia Queiroz, Maristela Azrak, Célia Fornaziero, Virgínia Bosquioli, Sérgio Mizuno, Denilson Cavina e Jefferson Morioka

Agradeço a oportunidade de ter conhecido vocês, de terem compartilhado comigo o seu dia-a-dia neste curso e, mais do que amizade, vocês estarão sempre no meu coração.

Aos amigos de Maringá,

Nadyr Alcazar, Alfredo Queiroz, Murilo de Melo, Maria Luiza Lagos e Aline França

Pela amizade que já existia que tornou-se mais forte, e pela agradável convivência durante este período do curso.

Aos professores do Departamento de Dentística da FOB

Doutores José Mondelli, Carlos Eduardo Francischone, Eduardo Batista Franco, José Carlos Pereira, Maria Tereza Alves Bastos, Mário Honorato Silva e Souza Jr., Rafael Francisco Lia Mondelli, Ricardo Marins de Carvalho

Pela especial contribuição na minha formação didática e profissional, e pelo constante exemplo de amor ao ensino.

A todos os colegas de Mestrado,

O convívio com vocês durante estes dois anos foi muito gratificante. Sucesso a todos!

AGRADEÇO AINDA

À Dentsply Indústria e Comércio Ltda., na pessoa de sua representante Ana Claudia,

Pela cessão de todos os materiais odontológicos utilizados neste estudo e pela atenção a mim dispensada quando da solicitação destes materiais.

Ao colega mestrando Leonardo César Costa

Pela gentileza na orientação do uso da máquina de ensaios.

Ao Prof. José Roberto Pereira Lauris e a Profa. Elvira M. Alves Nunes,

pela presteza e ajuda na execução da análise estatística.

A Profa. Jeanette Monteiro de Cnop,

Pela atenção na correção ortográfica deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru: Karen, Beth, Ziley e Nelson,

Pela atenção e colaboração a mim dispensada durante todo o curso de Mestrado.

Ao Ricardo Campos, secretário do Mestrado Interinstitucional,

Por estar sempre atento e disposto a nos ajudar em todos os momentos que necessitamos.

A todos que participaram e apoiaram este trabalho de alguma forma.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
RESUMO.....	xv
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3 – PROPOSIÇÃO.....	50
4 – MATERIAL E MÉTODOS.....	52
4.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	53
4.2 – DISPOSITIVO PARA OBTENÇÃO DOS CORPOS DE PROVA PARA TESTE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO.....	55
4.3 – CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA.....	58
4.3.1 – PRIMEIRA ETAPA.....	58
4.3.2 – SEGUNDA ETAPA.....	58
4.4 – TESTE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO.....	60
4.5 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS.....	63
5 – RESULTADOS.....	64
6 – DISCUSSÃO.....	70
7 – CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS.....	86
ABSTRACT.....	97

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Materiais restauradores e sistema adesivo utilizados no experimento	54
FIGURA 2 – Agente silanizador: SILANO (Dentsply)	54
FIGURA 3 – Dispositivo em aço inoxidável desmontado, utilizado para confecção dos corpos de prova em resina composta	56
FIGURA 4 – Dispositivo metálico montado, onde se observam as duas partes da matriz fixadas pelos parafusos, o espaçador encaixado na matriz.....	56
FIGURA 5 – Esquema das dimensões de um corpo de prova em forma de halteres, para teste de tração.	57
FIGURA 6 – Desenho esquemático do corpo de prova	57
FIGURA 7 – Corpo de prova adaptado na matriz.	60
FIGURA 8 – Máquina de ensaios universal EMIC	61
FIGURA 9 – Dispositivo para teste de tração com corpo de prova encaixado	61
FIGURA 10 – Detalhe do corpo de prova acoplado no dispositivo para teste de tração	62
FIGURA 11 – Corpo de prova no momento da fratura	62
FIGURA 12 – Corpo de prova fraturado na área de reparo	63
FIGURA 13 – Gráfico representativo das médias de resistência à tração dos grupos do experimento	67

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Materiais utilizados no estudo, fabricantes e componentes principais53

TABELA 2 – Valores de resistência à tração (em kgf) dos corpos de prova (CP) de cada grupo experimental, média e desvio padrão de cada grupo66

TABELA 3 – Análise de variância a um critério aplicada aos resultados obtidos no teste de tração68

TABELA 4 – Médias dos resultados obtidos entre os grupos pelo Teste de Tukey.....69

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar *in vitro* a resistência adesiva em reparos de resina composta utilizando um sistema adesivo, com uso prévio ou não de silanizadores na área de emenda, em corpos de prova submetidos a testes de tração. Esses foram preparados em um dispositivo de aço inoxidável que fornecia corpos de prova em forma de halteres. Oitenta metades de corpos de prova foram confeccionados com resina composta microhíbrida Esthet-X (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.), obtendo-se assim, os hemi-halteres. Após permanecerem armazenados em água destilada durante quinze dias, os meio espécimes tiveram a interface do reparo desgastada com uma ponta diamantada, em seguida, condicionada por trinta segundos com ácido fosfórico 37%, lavada com água por vinte segundos, e seca com ar comprimido. Os hemi-halteres foram divididos em quatro grupos de vinte espécimes, em que cada grupo recebeu um sistema adesivo: *Grupo I*: uma camada de adesivo Prime&Bond 2.1 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.); *Grupo II*: uma camada de silano (Silano – Dentsply Indústria e Comércio Ltda.) mais uma camada de adesivo; *Grupo III*: uma camada de silano; *Grupo IV*: três camadas de silano. Os espécimes foram recolocados no dispositivo metálico, e o reparo foi completado com a inserção da mesma resina composta. Estes foram mantidos em água destilada novamente, por 24 horas, e submetidos a teste de tração na máquina de ensaio universal EMIC, com velocidade de carregamento de 0,5mm/min. Os testes estatísticos aplicados foram Análise de Variância a um critério – ANOVA – seguido de Teste de Tukey ($p < 5\%$). Os resultados obtidos foram (média $\pm$ desvio padrão) para o Grupo I: 28,93 $\pm$ 7,68; Grupo II: 27,87 $\pm$ 9,57; Grupo III: 20,59 $\pm$ 5,82 e Grupo IV: 22,0 $\pm$ 6,69, demonstrando que a aplicação de adesivo tem influência positiva, estatisticamente significativa na resistência à tração, comparado com a aplicação isolada do silano. A associação adesivo/silano não demonstrou vantagem em relação ao uso isolado do agente adesivo, e o uso de três camadas de silano não elevou a resistência adesiva comparada com a aplicação da camada única.

Palavras-chave: resinas compostas, reparo, adesivos dentinários, silanos.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Apesar da inquestionável evolução das resinas compostas, no que se refere ao aumento de resistência das restaurações em dentes anteriores, de um maior interesse dos pacientes por tratamentos com materiais de cor semelhante ao dente, e do uso desse material em áreas de maior incidência de carga oclusal, constata-se, com certa frequência, a ocorrência de fraturas coesivas e de desgastes químicos e mecânicos da superfície dessas restaurações. Além disso, outras ocorrências, como descoloração marginal, falhas de adesão e de contorno e manchamentos, podem ser verificadas, o que leva à necessidade de sua substituição. Isto provoca uma nova instrumentação da cavidade e acaba resultando geralmente em um aumento de suas dimensões, podendo atingir áreas não relacionadas ao defeito que levou ao fracasso da restauração^{34,36}.

Uma alternativa seria a de se realizar um reparo na restauração defeituosa removendo-se parte dela e completando com uma nova camada de resina composta. Este procedimento é mais conservador, do ponto de vista de economia da estrutura dental, promovendo um aumento da longevidade da restauração com baixo custo, sem comprometer o dente envolvido⁵⁰.

O reparo traz como vantagens também, quando comparado à substituição total da restauração, um menor enfraquecimento do remanescente dentário e a preservação das condições pulpares. Entretanto, a seleção do tratamento deve ser fundamentada nas condições clínicas apresentadas, na qualidade do material envolvido e na expectativa da longevidade do reparo⁵⁰. A presença de reincidência de cárie, a quantidade de material a ser removido, a análise da extensão, da localização e do

tamanho do defeito são, igualmente, condições que devem ser observadas para se indicar esse recurso⁴⁸.

A resolução do problema pela técnica de reparo deixa, contudo, algumas dúvidas em relação à resistência adesiva entre a resina já existente e a recém-aplicada e, ainda, se ela elevaria efetivamente a longevidade da restauração. Deve-se considerar que a superfície desgastada da restauração antiga consiste em uma matriz orgânica já maturada e, portanto, menos reativa. As partículas inorgânicas estariam desprovidas da cobertura de silano e incapazes de se ligarem quimicamente ao novo compósito a ser adicionado. Desta forma, é necessário fazer um tratamento dessa superfície com agentes que promovam a união entre as duas superfícies de resina composta⁶⁹.

Considerando estas questões, vários estudos têm sido conduzidos para se obter uma união eficaz entre a resina nova e a antiga^{2,4,8,9,10,11,12,17,18,19,24,31,70} e para se melhorar a resistência de adesão, já que muitos desses trabalhos obtiveram resultados indicando uma resistência significativamente menor nos espécimes reparados, em comparação aos não reparados.

A possibilidade de um material restaurador ser reparado é uma propriedade desejável para este material. Uma estimativa da capacidade de reparo do material restaurador é o desenvolvimento de uma excelente adesão na interface das superfícies da camada original do material e da camada de reparo. O desenvolvimento dessa adesão é refletido na magnitude da resistência da união nesta interface, usualmente referido como resistência adesiva interfacial⁴¹. Para se obter sucesso nesse procedimento, dois passos são fundamentais: um apropriado tratamento da superfície a ser reparada e a correta aplicação de um sistema adesivo de qualidade²³.

Com o objetivo de se obter uma superfície mais rugosa, possibilitando o embricamento mecânico com a resina adicionada, vêm sendo testados diversos tratamentos da superfície de resina já existente. Meios mecânicos,

como desgaste com pontas diamantadas^{9,10,21,26,27,33,39,40,44,51,64,74}, brocas carbide^{14,15,16,21,51}, pedras de carborundo^{8,10,46}, abrasionamento com lixas^{3,6,39,40,42,46,48,49,56,57,62}, disco de óxido de alumínio^{30,33,35,41,61}, jateamento com bicarbonato de sódio¹⁰ ou com partículas de óxido de alumínio^{10,31,32,33,39,40,45,70,71} já foram testados. Como meio químico para obtenção das rugosidades superficiais utilizou-se o ácido fluorídrico a 9,5% e o ácido fosfórico a 37%.

Além do tratamento da superfície, a formação de ligações químicas entre o material novo e o antigo é o outro mecanismo desejável neste processo clínico. Para isto, a utilização de sistemas adesivos tem sido testada. Com o objetivo de tratar as partículas de carga expostas, a silanização prévia à aplicação do adesivo também é objeto de estudos^{4,10,48,70,71}. A aplicação do agente silanizador seria indicada para substituir a camada de silano das partículas de carga, camada esta removida nos processos de polimento e desgaste^{49,68}.

Para se testar a resistência do reparo, os testes de resistência à tração têm sido a opção mais utilizada ultimamente, pois os trabalhos verificando este tipo de resistência indicam serem menos sensíveis a variáveis como tipo de material e configuração do corpo de prova. Propiciam uma medida mais representativa da resistência adesiva na interface^{22,30,33,59,63}.

Considerando-se que a literatura apresenta grande variabilidade de resultados a respeito da qualidade dos reparos em restaurações de resina composta quanto ao uso do sistema adesivo, que confere melhor resistência de união na interface, este estudo foi realizado com o intuito de contribuir na avaliação deste procedimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

As resinas sintéticas foram empregadas como material restaurador por serem insolúveis aos fluidos bucais, em função da similaridade de cor com os dentes naturais, do baixo custo e da fácil manipulação. Estas características as fizeram superiores aos cimentos de silicato; entretanto, sua alta contração de polimerização e seu alto coeficiente de expansão térmica linear levavam a deficiências clínicas e a fracassos prematuros. Essas deficiências geraram várias tentativas a fim de se obter um novo material restaurador estético mais duradouro e com melhores qualidades¹.

Nas primeiras tentativas de se obter um melhor material, tentou-se adicionar um material de carga para diminuir o volume dos componentes resinosos, mas as cargas não se uniam à matriz resinosa. Essa falta de união levava à penetração de fluidos, causando manchamentos, perda das cargas e baixa resistência ao desgaste da restauração¹.

Um avanço maior ocorreu quando Bowen desenvolveu um novo tipo de material composto, na década de 60. Sua principal inovação foi o Bisfenol A-glicidilmetacrilato (Bis-GMA), um dimetacrilato, reforçado com a incorporação de partículas de carga, e o emprego de um silano para revestir estas partículas (para que estas tivessem adesão química com a resina). O Bis-GMA forma a matriz orgânica. A incorporação de carga à resina melhorou consideravelmente as propriedades da matriz de Bis-GMA: redução da contração de polimerização, absorção de água e coeficiente de expansão térmica. As propriedades mecânicas, como a resistência à compressão, resistência à tração e o módulo de elasticidade foram melhoradas, tanto quanto a resistência à abrasão. Estas melhores propriedades da matriz orgânica e da união carga-matriz permitiram restaurações que eram claramente superiores às aquelas com resinas sem

carga¹. Bowen verificou, em seu estudo, que a mesma resina reforçada com sílica, sem o tratamento superficial com silano, apresentou propriedades inferiores após período equivalente de imersão em água⁷.

PAFFENBARGER; SWEENEY; BOWEN⁵³, em 1967, publicaram trabalho em que procuravam melhorar a união entre dentes de porcelana e a resina acrílica da base de próteses totais, cujos métodos de retenção mecânica, na época, eram inadequados. Melhoras significativas nessa adesão foram alcançadas com o uso de um agente de ligação silano. Os autores consideraram que o uso já conhecido do silano como agente de ligação em plásticos reforçados por vidro poderia funcionar de forma semelhante para porcelanas. O experimento mostrou que os dentes de porcelana sem retenções mecânicas, tratados com a solução de silano, resultaram em melhor união com a resina acrílica, e houve diminuição da infiltração de fluidos na interface dente/resina.

Em 1969, PHILLIPS; SWARTZ; NORMAN⁵⁴ publicaram um capítulo em seu livro sobre resinas restauradoras, já incluindo características e propriedades das resinas compostas, comparando-as com aquelas exibidas pelas resinas acrílicas. Os autores apontaram como vantagens desse material a alta resistência à compressão e à abrasão, módulo de elasticidade mais elevado, maior dureza, menor contração de polimerização e coeficiente de expansão térmica e, ainda, maior facilidade de manipulação.

Procurando avaliar certas dúvidas geradas pelas diferentes opiniões e pelos diferentes resultados de pesquisas existentes na época, FORSTEN; VÄLIAHO²⁹, em 1971, realizaram um estudo comparativo de alguns materiais restauradores: o cimento de silicato, a resina acrílica e sete resinas compostas. Este estudo avaliou os materiais citados sob dois aspectos. Primeiramente, os autores pesquisaram a resistência transversal desses materiais, e em seguida procuraram determinar a resistência de reparos realizados em resina acrílica e resina composta. Para isso, os corpos-de-prova foram envelhecidos em água durante 6 a 12 semanas. Decorrido esse tempo, os espécimes foram abrasionados e, posteriormente, foram

acoplados a uma matriz metálica para se confeccionarem os reparos. Em relação à resistência transversal, o cimento de silicato foi o que apresentou médias mais baixas, e a resina composta foi o material que apresentou as médias mais altas. A resina composta apresentou médias de resistência até cinco vezes maiores que a resistência do cimento de silicato, e duas vezes em relação à resina acrílica. Para os reparos, tanto aqueles realizados em resina acrílica quanto em resina composta apresentaram médias de resistência menores quando comparados a espécimes não reparados, isto é, comparados com sua resistência coesiva. Concluindo o estudo, os autores recomendaram a confecção de retenções mecânicas para a substituição parcial das restaurações que estejam sujeitas a esforços mastigatórios.

No início da década de 70, alguns autores, como REISBICK; BRODSKY⁵⁸ observaram que já se conheciam as propriedades superiores das resinas compostas em comparação com as resinas acrílicas, mas alguns fatores ainda permaneciam controversos, tais como a escolha adequada para material de base para proteger a polpa, os quais ainda haviam sido pouco estudados. A necessidade de se estender a restauração para incluir uma nova lesão cáries também mostrava a possibilidade de se executar um reparo da restauração existente, outro fator que necessitava de estudos. Os autores investigaram *in vitro* a resistência à flexão de resinas compostas inseridas sobre uma base de óxido de zinco e eugenol, e também a resistência adesiva de reparos de resina composta, avaliados em dez minutos e em 24 horas, utilizando o mesmo teste de resistência à flexão. Os resultados indicaram que as resinas compostas sobre uma base de óxido de zinco e eugenol apresentaram uma redução significativa, tanto na resistência à flexão como na resistência adesiva. Os reparos, tanto no grupo de dez minutos quanto no de 24 horas, também apresentaram uma redução nas duas resistências avaliadas, mas os autores sugeriram que a significância dos dados obtidos ainda não era conhecida.

CAUSTON¹², em 1975, estudou o reparo em quatro marcas diferentes de resinas compostas auto-polimerizáveis, utilizando corpos de prova cilíndricos. Foi estudada a resistência ao cisalhamento frente às diferentes viscosidades de cada material, e frente ao armazenamento em água, por uma ou oito semanas, e a seco. Os reparos não utilizavam adesivo entre a resina maturada e a resina recém-aplicada. As resinas menos viscosas apresentaram maiores valores de resistência que as mais viscosas. Os resultados indicaram que as ligações formadas entre uma resina maturada e a recém-aplicada foram duráveis em meio aquoso e eram adequadas clinicamente, desde que fossem evitadas camadas muito finas de material, e indicaram também que a superfície deveria ser limpa e seca antes da aplicação do novo compósito.

Visando estudar o comportamento de reparos em relação à sua resistência à tração, já que a maioria dos trabalhos realizados nessa época avaliava a resistência ao cisalhamento ou transversa, CARNEIRO et al.¹¹, em 1977, realizaram um trabalho em laboratório para verificar, comparativamente, a influência do reparo em amostras de resinas compostas com e sem o uso de selante ou líquido catalisador entre os incrementos, sobre as respectivas resistências à tração. Os corpos de prova foram confeccionados em uma matriz metálica que fornecia espécimes em forma de halteres, e a resistência à tração foi testada em um aparelho especialmente desenvolvido para este estudo. Foram confeccionados espécimes inteiros, isto é, sem reparo, para comparação. Cada grupo foi armazenado em água e a seco, por uma e por 24 horas, e em seguida foram submetidos ao teste de tração. Os resultados mostraram que a resistência à ruptura por tração foi menor nos espécimes emendados do que nos sem emenda, mas em relação ao uso de selante ou líquido catalisador a resistência foi maior neste grupo do que no grupo que não usou o selante. Os reparos testados após o período de armazenamento de 24 horas foram mais resistentes que os armazenados por uma hora, em água.

Ao final da década de 70, foi introduzida uma nova técnica para restaurações de classe II com resinas compostas. Pela dificuldade de se inserir toda a resina autopolimerizável na cavidade em um único incremento, a técnica indicava preencher inicialmente a caixa proximal com um incremento. Logo após sua polimerização, uma nova porção de resina era manipulada e inserida para completar a caixa oclusal. Este procedimento originava uma restauração emendada. Visando estudar a efetividade desta técnica, CONSANI; STOLF; RUHNKE¹⁸, em 1977, efetuaram um trabalho de laboratório com o objetivo de determinar a resistência à tração da resina composta com emenda. Foram confeccionados corpos de prova com duas marcas comerciais de resina composta autopolimerizável. Um primeiro grupo de corpos de prova padrão foi confeccionado sem emenda, em uma única inserção. Um segundo grupo foi preparado confeccionando-se a metade do corpo de prova e, depois da resina polimerizada, foi completado com outra porção de resina, formando o espécime emendado. Após serem submetidos ao teste de tração, os resultados obtidos mostraram que a resistência à tração é menor nas amostras emendadas do que nas sem emenda. Entretanto, as auto-radiografias e as fotomicrografias da zona de reparo não evidenciaram sinais de estruturas emendadas, apresentando o mesmo aspecto observado em exames semelhantes de áreas não emendadas. Este resultado permite supor que a união entre as resinas se efetuou quimicamente nestas amostras emendadas, semelhantemente às estruturas não emendadas, embora com menor índice de resistência.

Em 1978, BOYER; CHAN; TORNEY⁹ também estudaram a resistência à tração de restaurações extensas em resina composta, confeccionadas por incrementos. No mesmo estudo, investigaram o efeito da preparação da superfície aderente na resistência adesiva e também métodos para aprimorar a adesão em compósitos, verificando a possibilidade de realizar reparos em resinas já polimerizadas, em casos de manchamentos e defeitos. Amostras para controle, preparadas em uma matriz metálica, foram testadas 24 horas após sua confecção. Amostras para os reparos foram polimerizadas contra uma matriz plástica, expostas ao

ar ou desgastadas com brocas. A segunda metade da resina foi adicionada após diferentes períodos de tempo pré-determinados. Após a análise, os resultados indicaram que a resistência dos espécimes polimerizados contra a matriz plástica foi semelhante à resistência coesiva do material, quando o reparo foi realizado após sete e trinta minutos, devido à não ocorrência de contaminação na superfície da resina. Nas amostras polimerizadas expostas ao ar, os valores de resistência foram inferiores ao grupo controle, para os tempos de trinta minutos ou 24 horas. Este fato foi justificado pela formação de um filme de monômeros presente na superfície resinosa pela inibição da polimerização, e que atuaria como um agente de união, mas cuja efetividade decresce com o passar do tempo. A aplicação de um agente de união nas superfícies desgastadas com brocas levou a um aumento significativo na resistência dos reparos. Os autores concluíram que as superfícies das resinas compostas polimerizadas contra uma matriz plástica ou expostas ao ar foram substratos adequados para adesão de uma nova resina, quando a inserção era feita até trinta minutos após a polimerização do último incremento. Amostras formadas pela adição de resina à superfície desgastada pelas brocas apresentaram a metade do valor de resistência à tração que a sua resistência coesiva. Os autores sugeriram que este achado estava relacionado com o fato de que metade da superfície cortada era partícula de carga, e que os fabricantes indicavam o uso de um agente de ligação (silano) para promover a união. A cobertura da superfície desgastada com uma fina camada de agente adesivo aumentou a adesão com o segundo incremento de resina composta. As amostras sujeitas a este procedimento, apresentaram resistência mais elevada nos grupos testados, após sete dias.

RUYTER; SVENDSEN⁶⁰, em 1978, analisaram quantitativamente os grupos metacrilatos não reagidos remanescentes em resinas compostas polimerizadas, através de espectroscopia de reflexão interna múltipla. As medidas foram realizadas antes e depois da polimerização, repetidas vezes, a 37°C, durante 24 horas. A quantidade encontrada de grupamentos metacrilato remanescentes para as seis resinas utilizadas variou de 25% a

48% depois de 24 horas, o que demonstrou uma diferença no grau de conversão entre os materiais depois da polimerização. Segundo os autores, estas diferenças poderiam estar relacionadas às diferentes formulações químicas dos compósitos testados.

Devido ao escasso número de trabalhos publicados sobre reparos em resina composta, LLOYD; BAGRIE; JEFFREY⁴⁴, em 1980, realizaram experimento em corpos de prova avaliados sob teste de resistência à tração, em resinas maturadas e recém-polimerizadas. Utilizaram cinco marcas comerciais disponíveis no mercado, com três composições diferentes de matriz orgânica, investigando a resistência coesiva em corpos de prova inteiros (grupo controle), e em corpos de prova emendados, com contaminação com saliva (desgastados com pedra montada abrasiva ou não). O reparo foi realizado imediatamente após a confecção do corpo de prova e em amostras armazenadas em água durante sete dias. A análise dos resultados demonstrou que não houve diferença entre a resistência coesiva (do grupo controle) e a resistência adesiva dos espécimes reparados imediatamente após a polimerização. Os reparos das amostras envelhecidas na água e contaminadas com saliva tiveram valores de resistência significativamente menor que os reparos imediatos. Entre as amostras abrasionadas ou não, não houve diferença significativa na resistência.

Em 1982, VANKERCKHOVEN et al.⁷⁵ realizaram um estudo com espectroscopia de reflexão interna múltipla por infra-vermelho em três marcas comerciais de resina composta, avaliando a influência de fatores de manipulação sobre a concentração de grupos metacrilato sem reagir, na superfície destas resinas. Mostraram interesse em avaliar as vantagens destes grupamentos não reagidos quando da adição de nova porção de resina sobre outra já existente, nos casos de reparos de restaurações com pequenos defeitos ou falhas de contorno. No mesmo estudo avaliaram a possível relação entre os resultados de testes mecânicos e o grau de insaturação química. Variaram o tempo de polimerização, a temperatura

(avaliação em 37° e 55°C) e a realização ou não de polimento da superfície a ser reparada. A porcentagem de duplas ligações foi medida em trinta minutos, em cinco e em 24 horas após o início da polimerização. Os resultados mostraram que em duas marcas comerciais de resina a quantidade de ligações duplas alcançava constância rapidamente. Em relação à temperatura, houve ligeira diminuição na porcentagem de ligações duplas para as três resinas, após permanecerem duas semanas a 37°C. Após o polimento, havia uma diminuição significativa de radicais livres e, finalmente, todos os materiais mostravam redução de 1/3 a 1/4 na sua resistência de união dos reparos, comparados com o grupo controle. Os autores sugeriram que quanto maior a quantidade de monômeros Bis-GMA, maior a quantidade de duplas ligações remanescentes.

No mesmo ano, MURREY; MARSHALL; NORLING⁵¹ realizaram estudo para determinar se o tratamento de superfície em resinas envelhecidas, realizado antes de se adicionar uma nova resina composta, afetaria a resistência adesiva. Cinquenta espécimes em resina composta foram mantidos em saliva artificial a 37°C, por sessenta dias. Combinações de tratamentos físicos e químicos foram aplicados na superfície das amostras. O tratamento físico foi realizado através de desgastes com brocas carbide 1/4 ou uma ponta diamantada. O tratamento químico foi realizado com a aplicação de uma fina camada de catalisador ou resina fluida. As amostras foram testadas 24 horas após, e os resultados mostraram que o grupo que recebeu o reparo sem tratamento de superfície teve resistência mais baixa que o grupo controle e que o grupo com tratamento de superfície. Igualmente, o estudo indicou que o tratamento físico da superfície da resina envelhecida, prévio à execução do reparo, aumenta significativamente a resistência adesiva.

Ainda em 1982, INOUE; HAYASHI³⁷ realizaram estudo em que buscaram desenvolver um método para medir a quantidade de monômero residual de várias resinas compostas e para determinar a porcentagem de monômero liberado com o armazenamento em água. Espécimes esféricos

foram confeccionados com cada material e pesados após a polimerização. Em seguida, as amostras foram armazenadas em água a 37°C durante três, sete e treze dias e pesados novamente. Com o auxílio de um cromatógrafo, três determinações foram executadas para cada solução. Monômeros residuais Bis-GMA foram encontrados em todos os compósitos testados. A porcentagem de monômeros residuais medida logo após a polimerização variou de 0,4% a 1,21% do peso original das resinas compostas polimerizadas. Quando os materiais foram imersos em água durante treze dias, a quantidade de monômero residual dissolvido foi reduzida a aproximadamente 1/10 da quantidade de monômeros detectada imediatamente depois da polimerização.

CHAN; BOYER¹⁴, em 1983, examinaram a resistência de união entre oito marcas comerciais de resinas, incluindo uma resina polimerizada por luz ultra-violeta, resinas convencionais, microparticuladas e reparos entre estas resinas compostas. Foram preparados corpos de prova em uma matriz de teflon, depois seccionados com broca de fissura. Em seguida foram recolocados na matriz para a confecção dos reparos. Os espécimes foram armazenados em água por períodos de quinze, trinta e sessenta minutos, 24 horas e sete dias, e depois submetidos ao teste de resistência à tração. Os resultados mostraram que os reparos com resinas convencionais produziram valores correspondentes a 67,6% da resistência coesiva do material, e para as resinas microparticuladas o valor foi de 76,4%. Em relação ao tempo, os espécimes mais resistentes foram os do grupo armazenado em água por sete dias. A resina ativada por luz ultra-violeta não se mostrou adequada para reparos com resinas autopolimerizáveis, porém as resinas de micropartículas mostram-se com boa adesividade quando unidas às resinas convencionais.

Neste mesmo ano, MEEKER; HIRSCH; KAIM⁴⁷ avaliaram a infiltração marginal localizada na superfície e nas margens de restaurações que apresentavam falhas após a inserção, as quais foram reparadas. Utilizaram dentes humanos extraídos, em que foram preparadas cem cavidades Classe

V, e foram divididos em três grupos: condicionamento ácido com e sem aplicação de adesivo e sem tratamento prévio das margens. As cavidades foram restauradas com resinas compostas autopolimerizáveis, sendo criada uma falha mantendo-se a ponta ativa de uma espátula contra a parede mesial ou distal da cavidade, enquanto a resina polimerizava. Os reparos foram realizados em seguida, seguindo-se os tratamentos iniciais. Cada amostra foi termociclada cem vezes, em banhos de 10°C e 40°C por um minuto, e em seguida, foram imersas em fuccina básica a 0,5%, durante 96 horas. Após o seccionamento dos dentes, a penetração do corante foi avaliada em microscópio por meio de escores. A análise mostrou menores índices de infiltração marginal no grupo com condicionamento ácido e adesivo, enquanto os maiores valores foram verificados no grupo sem tratamento. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Observaram os autores que uma resina composta pode ser adicionada à outra para reparar defeitos sem a necessidade de recondicionamento ácido e sem reaplicação de um agente de união, desde que não ocorra contaminação.

Ainda em 1983, CHIBA¹⁵ pesquisou exeqüibilidade e condições ótimas para adição subsequente de resina composta, avaliando a resistência adesiva. As amostras foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura. Quando o reparo de resina foi acrescentado sem contaminação da superfície da restauração, a resistência adesiva foi elevada. O tratamento com condicionamento ácido e/ou agente adesivo não elevou a resistência. Quando a superfície da resina foi contaminada com saliva e imediatamente reparada, o tratamento com condicionamento e agente de união aumentou a resistência adesiva. Para as amostras armazenadas em saliva por uma semana ou por três meses, a resistência adesiva só apresentou valores adequados quando a superfície da restauração foi previamente desgastada, e depois foi condicionada e foi aplicado o adesivo.

Em 1984, MIRANDA; DUNCANSON; DILTS⁴⁸ desenvolveram um trabalho *in vitro* testando a resistência flexural de combinações entre uma

resina composta convencional e uma de micropartículas, além de determinarem o efeito do preparo da superfície sobre a resistência dos reparos. Confeccionaram sessenta meio-espécimes cilíndricos de cada resina, que foram armazenados em água durante uma semana. Da mesma forma, dez espécimes inteiros foram armazenados como controle. Após esse período, os meio-espécimes tiveram a extremidade desgastada com lixa 220 e foram divididos em três grupos de tratamento: só o desgaste, com desgaste e condicionamento ácido (ácido fosfórico a 37% por um minuto) e ainda com desgaste, condicionamento ácido e aplicação de um agente de união. Os reparos foram realizados com combinações entre as resinas testadas, e novamente armazenados em água por uma semana, antes de serem submetidos ao teste de resistência flexural. A resistência dos espécimes reparados foi significativamente menor que a resistência coesiva dos materiais, sendo que a resistência adesiva variou de 32% a 66% para a resina convencional e de 48% a 78% para a resina de micropartículas. O tratamento que resultou em maior resistência interfacial para os espécimes reparados foi o desgaste seguido de condicionamento ácido e de aplicação de agente de união, independentemente do tipo de resina usado no reparo.

FORSTEN²⁸, no mesmo ano, pesquisou a eficiência da adesão entre uma camada de resina composta fotoativada adicionada sobre resina já polimerizada. Espécimes retangulares foram obtidos de um molde apropriado. O terço central do molde foi mantido com um espaçador, e a resina foi inserida e polimerizada. Após a remoção do espaçador, um grupo recebeu o complemento de resina, que foi polimerizada. O outro grupo teve o espaço preenchido com água destilada por um minuto, para simular a contaminação; em seguida foi seco, e a resina foi aplicada e polimerizada. Um grupo controle foi confeccionado com espécimes inteiros. Os espécimes foram submetidos a teste de resistência transversal de três pontos, após serem armazenados em água a 22°C durante 24 horas. Os resultados mostraram que a contaminação com a água não reduziu a resistência transversal de modo considerável. Não houve diferença significativa na resistência entre os espécimes inteiros e os incrementais.

Comparativamente, as resinas de macropartículas tiveram melhor desempenho que as de micropartículas.

SÖDERHOLM et al.⁶⁶, em 1984, investigaram a liberação de componentes das partículas inorgânicas de quatro diferentes compósitos armazenados em água. Através de espectrofotometria de absorção atômica, foram determinadas as concentrações de silício, estrôncio e bário dissolvidas na água. Amostras adicionais não armazenadas e amostras armazenadas durante 180 dias foram preparadas para observações em microscópio eletrônico de varredura e espectrofotômetro. Os resultados confirmaram achados de estudos anteriores onde a dissolução de íons silício de diferentes compósitos foi altamente dependente da composição inorgânica dos materiais. Com relação à superfície total de cada resina composta, aquelas que continham partículas de quartzo e sílica pirolítica liberaram menor quantidade de silício, quando comparadas às compostas de vidros de estrôncio e/ou bário. Existiu uma correlação entre dissolução de íons e formação de trincas em todos os materiais, exceto na resina de micropartículas. O aparecimento das trincas foi atribuído à formação de pressão osmótica em espaços vazios no interior do compósito, provenientes da degradação hidrolítica. Pôde-se concluir que a resina de micropartículas foi a mais estável sob armazenamento em água, com relação à formação de trincas.

Também testando os reparos em resina composta, em 1984, BOYER; CHAN; REINHARDT⁶ avaliaram a resistência de união em corpos de prova, na interface entre camadas de compósitos fotopolimerizáveis, em função do tempo decorrido após a polimerização da camada inicial. Desta maneira, realizaram adições de novos incrementos a resinas com dois a vinte minutos de idade. Para simular reparos em restaurações de resina composta, adicionaram materiais com 24 horas e com sete dias de polimerização. Foram testadas resinas densamente carregadas (75 a 77% de carga) e de micropartículas (37 a 66% de carga), sendo três ativadas quimicamente e oito ativadas fisicamente. Espécimes inteiros de resina foram

confeccionados, armazenados em água a 37°C durante 24 horas e submetidos a teste de resistência transversal. Os grupos experimentais foram reparados em diferentes tempos experimentais e igualmente submetidos a teste de resistência transversal na interface. As superfícies foram mantidas intactas ou submetidas a tratamento de superfície: com ação de um disco abrasivo, submetidas à aplicação de agente de união ou sem nenhum tratamento. Os resultados demonstraram que a resistência transversal foi superior às médias de resistência adesiva interfacial em qualquer tempo experimental. Houve um aumento significativo na dureza durante os primeiros dez minutos, seguido de um aumento gradual de dureza até 24 horas. Quanto aos reparos, a resistência adesiva das resinas de micropartículas foi maior com o uso de agente de união, obtendo os autores, valores semelhantes ao de resistência coesiva dos materiais. Os reparos em resinas envelhecidas por sete dias apresentaram resistência significativamente menor que a força coesiva em todos os grupos experimentais.

Nesse mesmo ano, BASSIOUNY; YING⁵ conduziram um experimento para determinar a compatibilidade da união entre adesivos dentinários com resinas restauradoras, utilizando dois sistemas adesivos e quatro resinas compostas, sendo três fotoativadas e uma autoativada. Foram preparados grupos de amostras com as diversas combinações entre os materiais e unidos a fragmentos de dentina humana recém-extraída. Após armazenamento em água por 24 horas, as amostras foram submetidas a teste de resistência de tração, e os resultados mostraram que os sistemas adesivos foram compatíveis com todas as resinas compostas testadas.

Com o desenvolvimento da técnica incremental, em 1985 PODSHADLEY; GULLETT; BNKLEY⁵⁵ pesquisaram a resistência adesiva entre uma resina composta recém-adicionada à superfície de uma resina composta previamente polimerizada. Foram confeccionados dez espécimes inteiros e dez meio-espécimes com resinas de micropartículas, de partículas pequenas e híbridas. As condições experimentais foram desenvolvidas de

modo a simular a técnica de inserção de resina em incrementos. As amostras foram submetidas a teste de tração após permanecerem em água a 37°C por 24 horas. Os resultados mostraram que as amostras feitas por incrementos tiveram resistência semelhante às amostras inteiras, com exceção das resinas de partículas pequenas, cujas amostras adicionadas apresentaram resistência menor que os espécimes inteiros. Excepcionalmente, uma das resinas de micropartículas apresentou maior resistência nos espécimes adicionados, comparada à resistência dos espécimes inteiros. Não houve diferença na resistência entre amostras inteiras e adicionadas nos outros compósitos testados. Os autores concluíram que, independente do tamanho das partículas, os compósitos podem ser inseridos pela técnica incremental com sucesso.

No mesmo ano, LLOYD; DHURU⁴³ mediram a energia de fratura (*fracture toughness*) na interface de corpos de prova de resina composta reparados imediatamente, sem contaminação, ou após uma hora de armazenamento em saliva artificial. A adição do incremento de resina foi realizada com e sem a aplicação de uma camada de agente de união. A comparação com os valores de resistência coesiva do material mostrou que os valores da energia de fratura dos espécimes reparados foram significativamente menores. As amostras contaminadas com saliva antes do reparo, apresentaram uma redução significativa na resistência devido à inibição de formação de ligações químicas entre as duas superfícies, porém o agente de união aumentou a energia de fratura, deixando-a em nível semelhante ao dos reparos realizados nas amostras sem contaminação prévia. Os autores recomendam o uso de um agente de união na interface de reparos.

Ainda em 1985, os mesmos autores, DHURU; LLOYD²⁴, mediram a resistência de reparos com resina composta, através de teste de resistência à fratura. Foram confeccionadas amostras controle, que possuíam uma fenda inferior para induzir a fratura sempre no mesmo ponto, sendo fraturadas 24 horas depois. Estas mesmas amostras fraturadas foram

utilizadas para a confecção dos reparos, e também testadas 24 horas após. Os reparos foram feitos usando a mesma resina composta inicial ou de outra marca, assim como algumas amostras foram previamente contaminadas com saliva artificial. Observou-se que a resistência à fratura de qualquer reparo era significativamente menor do que aquela encontrada para os respectivos controles. A contaminação com saliva reduziu ainda mais a resistência à fratura. Os resultados foram transformados em porcentagens relativas ao grupo controle, para facilitar a comparação com outros trabalhos, com os índices variando de 45% a 88% da resistência coesiva dos materiais testados. Concluiu-se que se poderiam obter reparos efetivos adicionando-se resinas compostas a restaurações antigas, fraturadas. Segundo os autores, existiu uma interação entre as resinas remanescentes e a adicionada, com uma redução quando elas não fossem da mesma marca. Ainda assim, os resultados eram satisfatórios para os reparos, quando os produtos eram diferentes.

AZARBAL; BOYER; CHAN⁴, em 1986, pesquisaram a influência de vários agentes de união e resinas compostas, além de solventes como clorofórmio e acetona, e um *primer* silano, em condições experimentais de reparo de restaurações resinosas. Corpos de prova inteiros formaram um grupo controle, através do qual foi medida a resistência coesiva de cada material. Para os grupos experimentais, outro grupo foi composto de corpos de provas a serem reparados, sem tratamento de superfície prévio. Os outros seis grupos receberiam tratamento com agentes de união ou solventes. Trinta minutos após a remoção do molde, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C durante sete dias. Após a confecção dos reparos nos diversos grupos, os espécimes foram novamente armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas e submetidos a teste de resistência flexural de três pontos. De uma forma geral, a resistência dos reparos foi menor que a resistência coesiva dos espécimes não reparados. O agente de união à dentina forneceu os maiores valores de resistência aos reparos, com todos os materiais utilizados. Já o agente silanizador não foi efetivo na promoção de adesão entre os compósitos,

neste estudo. Dentre as resinas, as de micropartículas produziram os valores mais altos de resistência nos reparos, quando comparadas às de macropartículas. Este fato foi relacionado ao grande conteúdo de matriz resinosa das resinas de micropartículas.

Para avaliar a resistência de resinas compostas aplicadas e polimerizadas em incrementos, ELI et al.²⁵, em 1986, realizaram um estudo utilizando quatro compósitos fotopolimerizáveis. Espécimes de cada material foram confeccionados em inserção única, a fim de testar a resistência coesiva. Outros espécimes foram confeccionados em dois incrementos, com e sem a interposição de agente de união. Após serem realizados testes de resistência à tração, os resultados mostraram que o uso de agente de união aumentou, de modo geral, a prevalência de fraturas fora da área adesiva. A resina sem carga, empregada como agente adesivo entre as camadas de compósito, promoveu uma redução de seis vezes na incidência de fratura na interface adesiva. Os autores indicaram a aplicação de agente de união entre os incrementos de resina composta para melhorar a qualidade de restaurações profundas, ou quando houver necessidade de reparos em defeitos de restaurações já polidas.

Procurando analisar a microinfiltração nos reparos, CHALKLEY; CHAN¹³, em 1986, avaliaram reparos de resinas compostas testando a diferença na capacidade de adesão quando se utilizava a mesma resina inicial para o reparo, ou usando resinas diferentes. No mesmo estudo, avaliaram diferentes tratamentos de superfície para reduzir a microinfiltração: sem tratamento, contaminado por saliva, aplicação de gel condicionador por sessenta segundos, gel condicionador e agente adesivo autopolimerizável e, por fim, gel condicionador e agente adesivo fotopolimerizável. As amostras foram mantidas em água por uma semana, a 37°C, antes de serem tratadas, depois foram recolocadas no molde e terminadas. Após permanecerem novamente em água por sete dias, as amostras foram tratadas com solução de nitrato de prata, seccionadas longitudinalmente e observadas em microscópio ótico para analisar a

penetração do corante. Os resultados mostraram que a máxima infiltração resultou no grupo contaminado previamente com saliva. O reparo da fratura sem contaminação, tratado com gel condicionador, apresentou uma infiltração moderada, mas o grupo que recebeu o gel e em seguida o agente adesivo (auto ou fotopolimerizável) teve menor grau de infiltração. Os autores também observaram que os reparos feitos com a mesma resina nas duas etapas resultaram em menor infiltração que os realizados com resinas distintas. Concluíram que o grau de polimerização do reparo pode ter relação positiva com a microinfiltração.

SÖDERHOLM⁶⁸, em 1986, realizou um estudo buscando determinar diferenças na resistência flexural de espécimes de resina composta com e sem reparo. Empregou, nesse estudo, diferentes tratamentos de superfície, entre eles uma solução de tolueno-silano antes da adição da resina de reparo. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C durante três e seis meses, antes de serem submetidas aos testes de resistência flexural de quatro pontos. Dentre os grupos reparados, o grupo de amostras tratadas com silano apresentou resistência superior aos demais, além de ter sido o menos afetado pela exposição à água, de modo a não exibir diferenças significantes com relação ao grupo controle, mesmo após seis meses de armazenamento. Em geral, os resultados demonstraram que todos os espécimes não reparados foram mais resistentes que os reparados. As observações ao microscópio eletrônico de varredura, nos espécimes onde foi utilizado o silano, indicaram a presença de trincas na matriz resinosa e partículas de carga totalmente expostas. Ao contrário, as superfícies tratadas com água e com ácido fosfórico se apresentaram cobertas por uma película orgânica proveniente dos processos de desgaste para obtenção dos espécimes, o que justificou os baixos resultados de resistência encontrados nesses dois grupos. A alta resistência adesiva dos reparos promovidos com silano foi explicada pela sua capacidade de remoção da camada orgânica depositada na superfície, combinada com o tratamento químico do próprio silano sobre as partículas de carga expostas.

Preocupados em avaliar a técnica de inserção de resina em incrementos, CHIN; TYAS; GOLDMAN¹⁷, em 1987, testaram a resistência adesiva na interface de espécimes feitos com resinas compostas híbridas e de partículas pequenas, foto ou quimicamente ativados, usadas incrementalmente, onde a primeira camada foi polimerizada em contato com ar ou com uma matriz metálica polida. Procuraram avaliar se a resistência seria superior usando-se material semelhante para cada camada, ou usando-se materiais diferentes (nos casos de reparos). Os espécimes, para o teste de resistência transversa de três pontos, tinham o formato de bastões de resina composta. Após a devida polimerização, os espécimes inteiros e os reparados foram armazenados em água a 37°C durante 23 horas, antes de serem submetidos ao teste de resistência. Os resultados obtidos mostraram que os reparos realizados com o mesmo material foram mais resistentes que os reparos com materiais diferentes. Na maioria dos grupos testados, observou-se que as amostras polimerizadas contra a matriz metálica forneceram valores de resistência menores que as polimerizadas expostas ao ar. Este fato foi atribuído à formação de uma camada superficial não polimerizada, que seria responsável por uma maior adesão do incremento subsequente. A melhor união foi obtida quando compósitos apresentavam sistemas similares de polimerização, dentre todas as combinações testadas. Os autores afirmaram que a resistência adesiva entre incrementos depende da natureza da superfície da resina original, assim como da combinação dos materiais utilizados.

Procurando esclarecer a questão clínica do reparo de uma resina de composição não conhecida, em 1987, POUNDER; GREGORY; POWERS⁵⁶ desenvolveram um estudo testando a resistência adesiva de reparos em resinas com diferentes composições e tamanhos de partículas. Para o experimento foram utilizadas: uma resina de macropartículas e uma de micropartículas, estas quimicamente ativadas, e uma resina de micropartículas fotoativada, usando diferentes agentes adesivos. Foram confeccionadas quarenta e cinco amostras de cada material e duas horas depois da polimerização, o processo de reparo foi iniciado em cinco

espécimes de cada uma das três resinas, usando cada um dos três sistemas adesivos. As extremidades dos espécimes foram polidas com lixa 600 e limpas com ácido fosfórico a 37%, antes da aplicação do agente de união e da resina de reparo. Em seguida, as amostras foram armazenadas em água a 37°C durante 24 horas e submetidas a testes de resistência à tração. A análise estatística dos resultados obtidos revelou que nenhuma combinação de resina original, resina de reparo e agente adesivo foi capaz de aumentar a resistência adesiva de modo significativo. Os valores de reparo não foram superiores à resistência à tração diametral dos compósitos de macro e micropartículas. Concluíram os autores que compósitos de mesma composição e o uso de sistemas adesivos compatíveis não asseguram a obtenção de resistência adesiva adequada em reparos de resinas compostas.

No ano seguinte, TJAN; GLANCY⁷³ realizaram teste de resistência à tração direta e testes de tração diametral, para avaliar a resistência adesiva interfacial entre camadas de resinas compostas, similares e diferentes. Também foram testados espécimes inteiros e em incrementos. Foram feitas combinações de resinas convencionais e híbridas com outras, de micropartículas, e ainda entre materiais de diferentes marcas. Os espécimes apresentaram resistência interfacial geralmente superior à resistência coesiva dos materiais, variando entre 22% a 32%, de acordo com a marca dos compósitos. As resinas de micropartículas à base de uretano dimetacrilato não se mostraram compatíveis com as resinas à base de Bis-GMA, resultando em baixos índices de resistência adesiva. Os autores chegaram à conclusão de que a execução de restaurações em incrementos produz resistência de união aceitável clinicamente, apresentando valores superiores ou equivalentes à resistência coesiva dos materiais.

Em 1988, ELI et al.²⁶ avaliaram a resistência adesiva de duas resinas compostas para dentes posteriores, reparadas com material igual ou diferente, com e sem exposição à saliva e a vários tratamentos de superfície. Quatrocentas amostras cilíndricas foram preparadas e mantidas em saliva

humana durante 48 horas. Após a lavagem, as amostras foram divididas em grupos e tratadas com uma camada de agente de união, e foi realizado abrasionamento com disco diamantado, com e sem a interposição de um agente de união antes do reparo. Como a superfície de reparo tinha uma inclinação de 45°, a força aplicada nessa região consistiu numa combinação de forças de tração e cisalhamento em igual proporção. Os resultados mostraram que o grupo controle (espécimes inteiros) apresentou os maiores valores de resistência, independente do tratamento de superfície utilizado. Não foram encontradas diferenças entre os reparos utilizando a mesma resina ou distinta, porém, quanto ao tratamento de superfície, no grupo onde os espécimes foram abrasionados e sem aplicação de agente de união houve uma redução significativa de resistência adesiva, quando comparada aos demais grupos. O armazenamento em saliva não afetou a resistência dos reparos. Os autores finalizam sugerindo que o abrasionamento da superfície não é recomendado, mas sim um adequado molhamento da superfície com um agente de união.

KAO; PRYOR; JOHNSTON³⁸, ainda nesse ano, realizaram um estudo medindo a resistência adesiva entre compósitos de composições químicas semelhantes e diferentes, determinando a influência de agentes adesivos e do armazenamento em água sobre a resistência dos reparos. Dez espécimes inteiros foram preparados como grupo controle. Foram preparados 160 meio-espécimes de cada material; em seguida, metade foi exposta ao ar durante dez minutos e os demais foram armazenados em água durante 24 horas. Antes da adição da resina de reparo, metade dos espécimes de cada grupo de armazenamento foi submetida à aplicação de agente adesivo. Após os reparos, todos os espécimes foram armazenados em água a 37°C durante sete dias, antes dos testes de resistência transversa. Os resultados demonstraram que a resistência dos reparos foi afetada significativamente pelo emprego dos agentes adesivos e pelo método de armazenamento. A resistência transversal do grupo exposto ao ar variou de 22% a 47% da resistência do grupo controle, aumentando para 40% a 99% quando o agente de união foi empregado. Para o grupo de

armazenamento em água, os valores de resistência variaram de 11% a 37% com relação ao controle, tendo aumentado para 35% a 84% com o uso de agente adesivo. Segundo os autores, quando o substrato resinoso foi contaminado com água, o emprego de um agente de união assegurou um aumento da resistência. Citaram também que a compatibilidade entre compósitos de diferentes fabricantes é extremamente desejável, para proporcionar ao dentista uma larga gama de opções.

ELIADES; CAPUTO²⁷, em 1989, realizaram estudo com resinas compostas de diferentes tamanhos de partículas, visando investigar a natureza da zona de inibição do oxigênio, determinar a resistência e a topografia da interface e avaliar o efeito dos tratamentos de superfície na resistência adesiva. O primeiro incremento de resina recebeu os seguintes tratamentos na superfície de reparo: nenhum tratamento, agente de união polimerizado por dez segundos, agente de união não polimerizado, desgaste com ponta diamantada e limpeza da superfície com acetona. As amostras foram reparadas e imersas em solução salina por 24 horas, e levadas ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram que a limpeza da superfície com acetona apresentou a maior resistência interfacial, diretamente relacionada com a quantidade de carga da resina composta. O grupo que recebeu o agente de união sem polimerizar apresentou valores mais elevados de resistência adesiva que o grupo que recebeu o agente de união polimerizado por dez segundos. A presença da camada inibida por oxigênio reduziu consideravelmente a resistência adesiva entre incrementos, promovendo uma interface descontínua, atribuída pela diferença na contração e pela ineficiência da polimerização.

Procurando avaliar as adições de resina composta sob condições clínicas, CHIBA; HOSODA; FUSAYAMA¹⁶, em 1989, estudaram a resistência de união dessas adições, que foram avaliadas quando eram executadas imediatamente após a inserção da primeira camada de resina, sem contaminação prévia, trinta segundos após, sete dias e três meses, sendo que estas, contaminadas com saliva. Antes da adição, os espécimes foram

tratados com: (1) ácido fosfórico em gel a 40%, (2) aplicação de agente de união, (3) lavagem com escova cônica e (4) desgaste com broca carbide. Simultaneamente, as resinas seriam polimerizadas com diferentes acabamentos na superfície: cobertas com uma matriz de celulóide, expostas ao ar ou reduzidas com uma broca carbide. Após os incrementos serem concluídos, os espécimes foram mantidos em água a 37°C por 24 horas e foi então efetuado o teste de tração. Os autores concluíram que a contaminação momentânea foi removida com o ácido fosfórico, mas a contaminação a longo prazo somente foi removida com a subsequente redução com a broca carbide. A superfície mais difícil de descontaminar foi a inserida contra a matriz de celulóide, cuja superfície lisa parece aumentar a atividade de superfície em atrair contaminação. A aplicação de um agente adesivo sobre as superfícies contaminadas durante trinta segundos e desgastadas com a broca aumentou a resistência à tração, fato atribuído à provável ligação química com as partículas de sílica expostas pelo desgaste. As superfícies desgastadas com brocas, submetidas ao condicionamento ácido e à aplicação de um agente de união, resultaram em um aumento significativo na resistência adesiva dos reparos.

Considerando que muitos estudos sobre reparos eram conduzidos avaliando resinas compostas para dentes anteriores, CRUMPLER et al.²¹, em 1989, realizaram um estudo objetivando identificar tratamentos adequados para o reparo de superfícies desgastadas de resinas para dentes posteriores, auto e fotopolimerizáveis. Assim sendo, foi feita uma avaliação inicial dos efeitos de várias técnicas mecânicas de tratamento de superfície, em que o melhor resultado obtido foi o desgaste com ponta diamantada. Na segunda etapa, agentes químicos de condicionamento e adesivos foram aplicados sobre as amostras já desgastadas com a ponta diamantada, os reparos terminados e armazenados em saliva artificial por sete dias. Após serem testados quanto à resistência ao cisalhamento, os valores médios de resistência dos grupos testados variaram de 77% a 102% da resistência coesiva de cada material. Foi observado que os grupos polidos com discos, e portanto com a superfície mais lisa, apresentaram valores baixos de

adesão. Quanto ao condicionamento químico, as aplicações de metilmetacrilato, água destilada e ácido fosfórico demonstraram os maiores valores de resistência. Entre os vários agentes de união testados, inclusive um silano, um adesivo dentinário resultou em valores superiores estatisticamente aos demais. As análises de correlação revelaram que a melhor combinação testada foi o uso de ponta diamantada, limpeza da superfície com ácido fosfórico seguido de rinsagem com água destilada, e aplicação de agente adesivo dentinário.

Ainda em 1989, ARIETA² estudou a resistência de união em reparos de resina composta, verificando a influência do tipo de material e o fator idade da resina remanescente, avaliados sob teste de tração. Utilizou corpos de prova em forma de halteres, confeccionados em uma matriz metálica, com uma resina ativada quimicamente e duas ativadas por luz. O primeiro grupo foi elaborado com espécimes inteiros, para controle, em tempos de uma hora e uma semana. Os espécimes reparados foram obtidos a partir de amostras inteiras, armazenadas por uma hora e uma semana, e seccionadas ao meio. As superfícies de reparo foram tratadas com ácido fosfórico a 37% e com agente de união, e receberam acréscimo da mesma resina ou de outra marca. Após submeter os grupos experimentais ao teste de tração, foi demonstrado que, para as três resinas compostas utilizadas como remanescentes, os espécimes apresentaram valores razoáveis de resistência, quando comparados com os espécimes inteiros. Quanto ao fator idade, de modo geral os espécimes de uma semana apresentaram-se mais resistentes que os de uma hora de armazenamento.

Os efeitos da fadiga foram estudados por SAUNDERS⁶², em 1990. O autor realizou um estudo comparativo dos limites de fadiga de amostras reparadas de três resinas compostas para dentes posteriores, induzidas por força de impacto sobre a resistência transversa. Após armazenamento em água por 21 dias a 23°C, as superfícies de reparo das amostras foram desgastadas com disco Sof-Lex fino, lavadas e secas. Estas superfícies receberam, então, três tipos de tratamento: um adesivo dual, um agente

silano ou nenhum tratamento adicional. O reparo foi realizado com a mesma resina inicial. As amostras foram termocicladas e testadas seqüencialmente por cinco mil ciclos, com diferentes instrumentos de estresses, sob carga transversal de impacto. A análise estatística dos limites médios de fadiga mostrou que a resistência às forças de fadiga foi menor nas amostras reparadas do que nas amostras inteiras. O uso do agente adesivo dual forneceu o reparo mais resistente. O tratamento com silano não aumentou a resistência à fadiga de nenhum dos três materiais testados. O autor sugere que o polimento inicial com os discos possa ter coberto as partículas expostas com finos debris, o que impediria a completa silanização destas.

CROLL¹⁹, em 1990, descreveu uma seqüência clínica de reparo em restaurações Classe I em resina composta, que apresentavam defeitos marginais. Além de remover o defeito, com uma broca cone invertido, foi recomendado o desgaste superficial de toda a face oclusal, no intuito de remover a camada mais contaminada pelos fluidos bucais, melhorando a união com a nova resina. Pela mesma razão, o autor recomendou a execução de pequenas retenções na resina remanescente, como forma de retenção mecânica, seguida da aplicação de uma resina fluida, para retenção química. A resina de reparo foi aplicada em inserção única, fotopolimerizada, e teve a forma anatômica refinada com broca de doze lâminas em baixa rotação. Para proteger a restauração da microinfiltração, foi recomendada a aplicação de selante de superfície como passo final. O autor salientou que utilizava a técnica há oito anos, e que esta ainda necessitava de confirmação científica.

Procurando determinar a presença de duplas ligações de carbono na matriz de diferentes resinas, quando da adição de uma nova resina a uma antiga, GREGORY; POUNDER; BAKUS³⁴, em 1990, desenvolveram um estudo utilizando espectroscopia de reflexão interna múltipla, além de um teste flexural de três pontos, para avaliar a resistência necessária para fraturar corpos de prova reparados. Foram empregadas três resinas híbridas fotopolimerizáveis e seus sistemas adesivos correspondentes. Corpos de

prova inteiros e reparados foram confeccionados com o mesmo material ou com resinas diferentes. Os resultados demonstraram a evidência de duplas ligações de carbono na superfície polimerizada de resinas com matriz de Bis-GMA, dimetacrilato de uretano e com mistura dos dois componentes. Com relação à resistência flexural dos reparos, nenhum dos corpos de prova reparados demonstrou maior resistência que os espécimes inteiros. Os reparos realizados com resinas de matrizes iguais não foram capazes de produzir resistência maior que aqueles realizados com resinas de matrizes diferentes. Apesar de diferenças significantes nos valores de resistência entre várias combinações, não houve incompatibilidade entre os reparos. A disponibilidade de duplas ligações de carbono na resina polimerizada para reagir com a resina de reparo permitiu a adesão entre ambas as superfícies. Quanto à localização das fraturas, elas ocorreram principalmente na interface adesiva (74%) ou próximo a esta área, e foram atribuídas à inclusão de bolhas de ar ou desadaptações próximas à interface.

Em 1991, SÖDERHOLM; ROBERTS⁶⁹ pesquisaram as diferenças na resistência flexural de compósitos reparados com quatro distintos sistemas adesivos, e comparados com a resistência flexural de espécimes não reparados. Conjuntamente, investigaram os efeitos de diferentes métodos de reparo, o efeito da idade do compósito, tempo para o reparo e o efeito da armazenagem em água na resistência flexural. Foram preparadas barras retangulares da resina utilizada no estudo. Os espécimes tiveram a extremidade condicionada por sessenta segundos, foram lavados e secos com ar, divididos em grupos, e tratados com quatro métodos: *primer* e adesivo; somente adesivo; tolueno, *primer* e adesivo e somente o tratamento ácido inicial. Os espécimes foram então concluídos, e estocados em água por três ou doze meses. Terminados os respectivos tempos de armazenagem, foram submetidos ao teste de resistência flexural de quatro pontos. Não foram encontradas diferenças significantes nos espécimes que foram armazenados por diferentes períodos (um ou sessenta dias) antes do reparo. Todos os espécimes, incluindo os não reparados, diminuíram a resistência após a estocagem em água. Após 90 e 360 dias em água a

37°C, a resistência entre os espécimes reparados variou entre 25% a 50% da resistência dos espécimes não reparados. O grupo mais frágil foi aquele reparado somente com o condicionamento ácido, rinsagem com água e secagem com ar.

Diante das dúvidas ainda existentes no início dessa década, sobre resistência e segurança, em termos clínicos, de reparos feitos com diferentes materiais, MITSUKI-MATSU et al.⁴⁹, em 1991, mediram a resistência à tração de resinas auto e fotoativadas reparadas com o mesmo ou com outro compósito. Avaliou-se a resistência em relação à idade do substrato ou do tratamento de superfície empregado. Trezentos e dez espécimes foram confeccionados e armazenados em água destilada a 37°C durante 48 horas, sete dias e um ano. Em trinta amostras do grupo de armazenamento de um ano, um agente adesivo foi utilizado antes do reparo, enquanto o restante dos espécimes, em todos os períodos de armazenamento, foi somente abrasionado com lixas de granulação 240 a 600. Todas as amostras foram mantidas em temperatura ambiente durante trinta minutos, antes do teste de resistência à tração. Cinco espécimes inteiros de cada resina foram também testados como controles. Quando comparados à resistência dos espécimes inteiros, os valores de resistência dos reparos variaram de 40% a 59%, em 48 horas. Em um período de sete dias, os índices variaram de 18% a 52% e em um ano de armazenamento, 11% a 57%. A aplicação do agente adesivo nos espécimes envelhecidos durante um ano aumentou significativamente a resistência dos reparos em todos, com exceção de um grupo. Os resultados deste estudo demonstraram que o abrasionamento da superfície de resina reduziu a resistência dos reparos, devido à exposição das partículas inorgânicas.

No mesmo ano, PUCKETT; HOLDER; O'HARA⁵⁷ desenvolveram estudo sobre reparos em resinas compostas posteriores, observando o aumento de seu uso na clínica diária. Avaliaram a resistência à tração diametral de reparos em resinas posteriores maturadas (que possuíam alta densidade de carga), em combinação com diferentes fabricantes das resinas

e de agentes de união. Um outro objetivo foi avaliar o resultado destes reparos com resinas de matrizes orgânicas diferentes. Utilizaram duas resinas com Bis-GMA e uma com UDMA, e seus respectivos adesivos. Os espécimes, após permanecerem imersos em solução de Ringer* a 37°C durante 24 horas, foram desgastados com lixa de granulação 240, e foram reparados em grupos com e sem o seu respectivo agente adesivo, com a mesma resina remanescente ou outra diferente, e também alternando com sistema adesivo de outro fabricante. A resistência dos reparos variou de 20% a 60% da resistência diametral das resinas compostas. Os melhores resultados foram obtidos quando o adesivo dentinário à base de Bis-GMA foi usado como material de reparo para substratos tanto Bis-GMA quanto de UDMA. Os reparos com a resina de UDMA apresentaram valores de resistência clinicamente aceitáveis, ao contrário dos reparos de Bis-GMA sem uso de agente adesivo.

Para analisar o efeito da termociclagem sobre a resistência de reparos, ARITA et al.³, em 1991, realizaram um estudo em que espécimes de duas resinas híbridas e uma de micropartículas foram confeccionados e armazenados em saliva artificial durante sete dias. Espécimes controle foram obtidos utilizando cada um dos compósitos. Decorrido este período, as amostras foram lavadas com água destilada ou polidas com lixa de granulação 400, tratadas com ácido fosfórico e agente adesivo. Os reparos foram realizados com as mesmas resinas compostas e combinações entre os três materiais. Após armazenamento em saliva artificial durante dois dias, os espécimes foram termociclados (0,1.000, 10.000 ciclos a 5°C e 50°C) e submetidos ao teste de resistência transversal. Os resultados demonstraram que os espécimes controle de resinas híbridas foram mais resistentes que os espécimes de resina de micropartículas. Apesar de os espécimes reparados apresentarem resistência inferior aos espécimes controle (23% a 51%), houve diferença significativa entre os seus valores, quando comparados com

* **Solução de Ringer:** Solução balanceada de eletrólitos, contendo íons sódio, cloro, cálcio e potássio. WILSON, J.L. Handbook of surgery. 5.ed., Califórnia, Lange Medical, 1973. Cap.5, p.166-7.

os espécimes somente lavados com água. A termociclagem provocou redução na resistência transversal, tanto dos espécimes não reparados como de reparos de resinas híbridas e de micropartículas entre si. Portanto, foi sugerido que os reparos com diferentes materiais sejam precedidos de desgaste, tratamento com ácido e agente adesivo, para aumentar a resistência adesiva na interface.

Procurando testar a união ou reparos de resinas compostas indiretas, SWIFT JR. et al.⁷¹, em 1992, realizaram um estudo avaliando diferentes métodos de tratamento de superfície para melhorar a união ao esmalte destas restaurações. Os métodos testados foram abrasão a ar, condicionamento com ácido hidrofúorídrico, silanização e a combinação destas técnicas, através de teste de cisalhamento. Foram testadas amostras com e sem termociclagem. A abrasão a ar, seguida de silanização, promoveu os maiores e mais consistentes valores de resistência adesiva, resistência esta que foi superior à apresentada pela abrasão a ar isoladamente. Com isto os autores sugeriram que o silano melhorou os índices de resistência promovidos pela abrasão a ar. O condicionamento com ácido hidrofúorídrico diminuiu a resistência, e foi o responsável pelas maiores falhas entre a resina indireta e o cimento resinoso.

Investigando ainda o tratamento da superfície, agora em reparos, SWIFT JR.; LE VALLEY; BOYER⁷², no mesmo ano, avaliaram *in vitro* a eficiência do reparo de resina composta utilizando técnica de desgaste mecânico (abrasão a ar) e géis ácidos. Cinco compósitos foram usados para testar os efeitos em diferentes composições e tamanhos das partículas. Espécimes retangulares foram desgastados superficialmente com uma seqüência de lixas com diferentes granulações e armazenados em água por sete dias, em temperatura ambiente. Em seguida receberam tratamentos de superfície com jateamento de partículas de óxido de alumínio com 50µm de tamanho, ácido fluorídrico 9,6% e gel de fluorfosfato acidulado a 1,23%. Após receberem uma camada de adesivo e a resina de reparo, os espécimes foram mantidos em água por 24 horas e testados. A resina do

reparo era a mesma da usada na primeira etapa. Em geral, o tratamento com o óxido de alumínio apresentou os maiores valores de resistência dos reparos, e esta situou-se entre 45% a 70% da resistência coesiva, testada no grupo controle. O ácido fluorídrico aumentou ou diminuiu a resistência conforme a resina usada, já que as partículas de sílica não são condicionadas por ácidos. O gel acidulado de flúor apresentou os mais baixos valores de resistência, cuja justificativa pode estar em sua alta viscosidade, dificuldade de remoção completa da superfície e outros componentes presentes na fórmula que podem causar efeitos desconhecidos na adesão. Não houve correlação entre o tamanho da partícula de carga e a resistência do reparo nas resinas testadas. Considerando que muitas vezes, ao iniciar um procedimento de reparo, o profissional desconhece a composição da resina original, os autores aconselham a não usar se o ácido fluorídrico nestas situações.

GREGORY et al.³⁵, em 1992, realizaram uma investigação analisando diversas propriedades de duas resinas compostas de uso direto e três de uso indireto: química da superfície, resistência adesiva de reparos e localização das falhas, além de cinco propriedades físicas. A resistência adesiva foi avaliada para os cinco materiais com reparos feitos com resina Herculite XR (3M). Corpos de prova cilíndricos foram confeccionados e mantidos em água a 37°C por 24 horas. Em seguida, uma das faces do corpo de prova foi abrasionada com um disco de óxido de alumínio, condicionada por sessenta segundos com ácido fosfórico a 37%, lavada, seca e recolocada no molde. A superfície de reparo recebeu aplicação do seu adesivo correspondente, e os reparos foram concluídos. Após nova armazenagem em água por 24 horas, a 37°C, as barras foram submetidas a teste de resistência flexural de três pontos. Os grupos de reparo não apresentaram diferenças estatisticamente significantes em suas médias. A localização das fraturas foi analisada em microscópio com aumento de 13 vezes. As fraturas dos reparos foram adesivas, na interface, ou mistas. A resina híbrida demonstrou resistência flexural maior que a resina de micropartícula.

Avaliando o reparo de resinas compostas indiretas, TURNER; MEIERS⁷⁴, em 1993, investigaram a resistência de cisalhamento interfacial de uma resina composta indireta, polimerizada por calor e pressão, previamente envelhecida, contaminada, e reparada com uma resina composta direta. Foram testados diferentes tratamentos de superfície e sistemas adesivos, nos reparos. Noventa espécimes inteiros foram preparados e cortados ao meio com ponta diamantada. Em seguida, os mesmos foram termociclados por cinco mil ciclos, com banhos de 5°C e 55°C e, após, imersos em uma solução de tabaco por sete dias. Depois de lavados e secos, os espécimes foram divididos em grupos com 16 amostras, tendo as áreas de reparo recebido desgastes com lixa de granulação 500 ou abrasão a ar com óxido de alumínio, e posterior aplicação de cinco agentes adesivos diferentes. Na seqüência, os espécimes foram reparados, novamente termociclados, e testados. O sistema All-Bond (Bisco) demonstrou os maiores valores de resistência adesiva nos grupos tratados com jateamento e lixas abrasivas. As fraturas foram na grande maioria, adesivas. A abrasão a ar mostrou-se a variável mais importante neste estudo, quanto à resistência adesiva dos reparos, sendo que a retenção micromecânica mostrou-se mais efetiva na união de resinas indiretas com resinas compostas diretas fotopolimerizáveis.

Preocupado com a validade dos testes de resistência, OILO⁵², em 1993, publicou um estudo analisando os testes de resistência adesiva, as variações do substrato dentinário, as condições de armazenamento dos espécimes nos teste *in vitro*, e sua relevância nas situações clínicas. O autor cita a resistência adesiva como a força por unidade de área necessária para fraturar um artefato aderido, com a falha ocorrendo perto ou na interface adesivo/aderente. O objetivo dos testes de resistência é tentar estabelecer um valor numérico mostrando o quanto o material é resistente. Os testes mais usados são os de resistência à tração, em que a força é aplicada a um ângulo de 90° (perpendicular) à superfície do dente, e de resistência ao cisalhamento, em que a força atua paralela à superfície dentária. Em relação aos testes *in vitro*, o autor enfatiza que o complexo meio ambiente bucal,

com mudanças de temperatura, estresses, umidade, acidez e presença de placa bacteriana, é impossível de se reproduzir num laboratório, mas que o armazenamento em água e a termociclagem podem dar uma indicação de qual adesivo será mais efetivo. Concluindo, o autor salienta que a standardização dos métodos de teste é necessária para que os dados possam ser um guia para os usuários, e para futuros aprimoramentos dos adesivos. Alguns produtos podem estar perto de uma adequada resistência adesiva *in vitro*, em que a limitação prática pode ser mais dependente da qualidade da dentina do que da qualidade do material.

MATSUMURA; HISAMATSU; ATSUTA⁴⁶, em 1995, avaliaram o efeito de agentes de união e um *primer* silano na adesão entre camadas de uma resina de uso indireto à base de uretano, por meio de teste de resistência ao cisalhamento. Espécimes cilíndricos da resina foram confeccionados, polidos com lixa 600 e desgastados com um disco de carborundum. Metade dos espécimes recebeu uma camada de silano e, depois de divididos em três grupos, receberam um dos três agentes adesivos: à base de UDMA, MMA-UDMA e TEGDMA. A outra metade dos espécimes recebeu os mesmos adesivos, sem o silano. Em seguida foram realizados os reparos, e os espécimes foram armazenados em água a 37°C por períodos de 24 horas a um ano. Após os testes de resistência ao cisalhamento, as superfícies fraturadas foram analisadas em microscópio óptico. Os resultados revelaram que a resistência aumentou significativamente com o uso do silano e dos três sistemas adesivos, e que a resistência do grupo que recebeu adesivo de TEGDMA aumentou com o tempo. Os espécimes armazenados em água foram mais resistentes que os armazenados a seco. Os maiores valores de resistência foram encontrados no grupo com a combinação de silano e adesivo à base de TEGDMA, com falhas coesivas na maioria dos espécimes. Os grupos não tratados com silano, em geral, apresentaram fraturas adesivas. A adesão entre camadas de resina já polimerizada e uma resina recém-adicionada é insuficiente sem o uso de um agente adesivo. Os autores concluíram que é recomendável a combinação de silano/adesivo quando for realizado reparo sobre uma superfície de resina desgastada.

No ano seguinte, KUPIEC; BARKMEIER³⁹ avaliaram diversos tratamentos de superfície de reparo em resinas compostas indiretas de polimerização secundária. No grupo controle, os corpos de prova tiveram a camada inibida por oxigênio mantida. Os demais grupos tiveram a superfície polida com lixa de granulação 600, abrasionadas com ponta diamantada ou com partículas de óxido de alumínio de 50µm. Em metade dos corpos de prova foi aplicada uma camada de agente adesivo, e em seguida, estes foram concluídos com a mesma resina indireta. Foram armazenados em água por 24 horas e submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Concluíram que a condição de superfície de uma resina já curada afeta significativamente a resistência adesiva da resina adicionada a esta superfície. O grupo em que a camada inibida pelo oxigênio foi mantida não apresentou diferenças significantes na resistência ao cisalhamento, comparado aos grupos desgastados, mas o uso de um agente adesivo na superfície em geral aumentou a resistência de união.

CROLL²⁰, em 1997, reapresentou uma técnica para reparo de restaurações de resina composta em dentes posteriores, com defeito marginal (cárie secundária). Este tratamento foi descrito como uma alternativa simples de correção da restauração, de conservação da estrutura dental com baixo custo. Foram recomendados os seguintes passos operatórios: (1) remoção do defeito com broca cone-invertido de calibre compatível com a lesão; (2) desgaste da superfície da resina residual e esmalte adjacente com uma ponta diamantada esférica larga; (3) aplicação de ácido fosfórico 40% por vinte segundos, lavagem e secagem com ar; (4) aplicação de agente adesivo na cavidade e em toda a superfície da resina, aguardar dez segundos e polimerizar; (5) inserção da resina composta para dentes posteriores com ligeiro excesso; (6) compressão da resina na cavidade com um brunidor esférico, levando a nova resina também sobre a superfície da resina remanescente, polimerização por sessenta segundos; (7) condicionamento da superfície da restauração com ácido fosfórico 40%, lavar e secar, e aplicação de uma camada de selante de superfície; (8) realização dos acabamentos necessários. O autor revela que

embora a resistência de áreas reparadas não seja tão grande quanto a resistência original da resina composta, na sua experiência clínica de mais de dez anos realizando este procedimento, em nenhum caso foi necessário refazer o reparo. Foi salientada a importância de se desgastar a superfície da resina remanescente, e de se usar o selante de superfície para melhor união com o agente adesivo e de se evitar infiltração marginal. Ele considera ainda que estas conclusões devem ser investigadas *in vitro*.

No mesmo ano, BROSH et al.¹⁰ pesquisaram o efeito de combinações de tratamentos de superfície e agentes de união na resistência ao cisalhamento, na adesão entre uma resina composta nova e uma resina antiga, identificando-se qual a mais efetiva. Amostras cilíndricas de uma resina híbrida foram armazenadas em água a 37°C por 14 dias, e então divididas em seis grupos, recebendo os seguintes tratamentos na superfície de reparo: desgaste com ponta diamantada, jateamento com óxido de alumínio, jateamento com bicarbonato de sódio, pedra de carborundum verde e ácido hidrófluorídrico a 9,5%, ficando o grupo controle sem tratamento. Em seguida, cada grupo foi subdividido em três subgrupos, que receberam uma camada de silano seguida de agente adesivo, somente o adesivo e nenhum tratamento. As amostras foram reparadas com uma resina de micropartículas e armazenadas por 14 dias, seguindo-se termociclagem de 300 ciclos, com temperaturas de 5°C e 55°C, e testes de cisalhamento. O uso de agente adesivo, isolado ou combinado com silano, mostrou ser o procedimento mais efetivo para aumentar a resistência adesiva, independentemente do tratamento de superfície aplicado. A combinação de silano e agente adesivo melhorou a resistência do reparo em comparação ao uso isolado do adesivo, embora as diferenças não fossem estatisticamente significantes. Quanto ao tratamento de superfície, o desgaste com pedra verde de carborundum e o jateamento com óxido de alumínio apresentaram os maiores valores de resistência ao cisalhamento, enquanto que o ácido fluorídrico apresentou os menores valores.

Em 1997, L¹² investigou como as propriedades da superfície da

resina composta imediatamente curada afetam a resistência adesiva do próximo incremento de resina polimerizado. Seis diferentes compósitos foram empregados. O primeiro incremento de resina das amostras foi polimerizado, coberto por uma lâmina de vidro, e em seguida foi tratado com um dos seguintes processos: (1) limpeza com acetona por dois minutos, (2) polimento com lixa 400, (3) o mesmo polimento seguido de aplicação de silano, enquanto um grupo controle ficou sem tratamento. Um segundo incremento com o mesmo material foi adicionado às amostras tratadas e foi fotopolimerizado. Todos os grupos foram mantidos imersos em água a 37°C por 24 horas antes de serem submetidos ao teste de cisalhamento. A remoção da superfície, com polimento ou acetona, causou uma redução na resistência adesiva nas amostras. O tratamento com silano recuperou em 50% esta redução, em relação à resistência original. Foi sugerido que a camada inibida pelo oxigênio parece agir como um adesivo que une os dois incrementos quimicamente. A remoção química desta camada com acetona e o polimento mecânico retiraram esta camada, reduzindo a resistência adesiva interfacial. O tratamento com agente silanizador foi recomendado nos casos em que o substrato é constituído de uma superfície polida.

Também em 1997, DAVIES et al.²² desenvolveram um estudo *in vitro* para avaliar a resistência do reparo em restaurações de resinas compostas indiretas com uma resina de uso direto como material de reparo, usando teste de tração diametral. A resina indireta foi empregada como primeiro incremento dos espécimes cilíndricos, e os reparos foram feitos com três resinas de uso direto, com e sem seus respectivos sistemas adesivos, além de um grupo controle sem reparo. Os espécimes foram mantidos em temperatura ambiente durante 24 horas antes da realização dos testes. Como esperado pelos autores, a resistência dos espécimes inteiros foi maior que a de todos os grupos reparados, sendo o maior valor correspondente a 83% da resistência coesiva original. O uso de um agente de união conferiu melhores valores de resistência aos grupos reparados, justificado pelo melhor molhamento e pela maior área de contato entre o material de base e

o de reparo. Os autores sugerem uma seqüência de passos operatórios para realização dos reparos em clínica, salientando que este procedimento deve ser evitado em áreas de contatos oclusais diretos.

No mesmo ano, KUPIEC, SWENSON; BARKMEIER⁴⁰ avaliaram diferentes tratamentos de superfície para o reparo de uma resina composta indireta. Inicialmente, com exceção do grupo controle, todos os espécimes tiveram as superfícies polidas com lixas de granulação 600. Os tratamentos testados foram o abrasionamento com ponta diamantada e o jateamento com partículas de óxido de alumínio, enquanto um grupo foi mantido só com o lixamento. Metade das amostras de cada grupo foi tratada adicionalmente com uma camada de adesivo antes da adição da resina de reparo. A resistência ao cisalhamento foi determinada após armazenamento em água destilada a 37°C, durante 24 horas e após sessenta dias e termociclagem. A análise dos resultados não demonstrou diferenças entre os grupos tratados com jateamento, com e sem adesivo, e o grupo controle, onde a camada inibida foi preservada. Os reparos realizados sobre superfícies polidas com lixas apresentaram os menores valores de resistência em ambos os períodos. Os autores concluíram, baseados nos resultados desse estudo, que a rugosidade de superfície exerce um papel mais importante que o agente adesivo nos reparos de resinas compostas indiretas.

Em 1997, SCHNEIDER; PACHECO; CONCEIÇÃO⁶³ desenvolveram um trabalho sobre a influência do condicionador ácido e da aplicação de um silano na resistência de união de um reparo em um compósito. Foi utilizada uma resina composta híbrida para confecção dos corpos de prova, em que a superfície a ser reparada foi desgastada com uma ponta diamantada. A seguir, os corpos de prova foram divididos em seis grupos, recebendo diferentes tratamentos: aplicação de ácido fluorídrico 10% e agente adesivo, com e sem uso de silano; somente o sistema adesivo; silano e agente adesivo; aplicação de ácido fosfórico 37% e agente adesivo, com e sem silano. Os espécimes foram reparados com a mesma resina composta e armazenados em água destilada por 48 horas. Após serem submetidos ao

teste de tração, os resultados mostraram que os grupos tratados com ácido fosfórico apresentaram valores maiores de resistência que os grupos tratados com ácido fluorídrico. O comportamento desse ácido foi ainda inferior aos grupos não tratados com ácido. Os maiores valores de resistência foram apresentados pelo grupo com ácido fosfórico, silano e adesivo, embora não diferindo estatisticamente dos outros grupos que receberam silano. Concluíram que estas diferenças entre os valores de resistência podem não representar significado no desempenho clínico das restaurações, mas sugerem que as técnicas de reparo utilizando ácido fosfórico podem apresentar desempenho satisfatório, independentemente do uso de agentes de silanização.

BOUSCHLICHER; REINHARDT; VARGAS⁶, em 1997, propuseram-se a comparar a resistência de união de uma resina recém-aplicada sobre uma resina composta previamente envelhecida após diferentes tratamentos de superfície, avaliando também o efeito do tratamento com silano. Oitenta amostras de uma resina composta híbrida e igual quantidade de amostras com uma resina de micropartículas foram fabricadas e armazenadas por uma semana em água. As amostras foram então polidas com lixa 320, limpas com ultra-som por três minutos, e novamente armazenadas em água por 24 horas. Na etapa seguinte, foram divididas em grupos, e receberam um tratamento de superfície determinado. Um desses grupos foi abrasionado com ponta diamantada, outro foi jateado com partículas de óxido de alumínio de 50µm e outro foi também jateado com óxido de alumínio, mas com partículas de 27µm. O último grupo recebeu deposição de partículas cerâmicas de 30µm, utilizando-se um micro-jato de baixa pressão. Metade das amostras de cada grupo recebeu agente silanizador, e em todas as amostras foi aplicado o agente adesivo. Na seqüência, foi inserida a resina de reparo, semelhante à resina inicial, e essas inserções foram fotopolimerizadas. Após novo armazenamento em água por 24 horas, as amostras foram termocicladas por 300 vezes, com temperaturas de 5°C e 55°C, e submetidas ao teste de cisalhamento. Em geral, os grupos tratados com silano apresentaram melhores resultados do que os grupos não

tratados, com exceção dos grupos que receberam partículas cerâmicas, em que o silano não causou efeito significativo. Nas amostras confeccionadas com resina de micropartículas, os melhores resultados com silano apareceram no grupo desgastado com ponta diamantada, e nas amostras confeccionadas com resina híbrida o silano mostrou-se superior aos grupos sem tratamento desse agente, exceto, como já explicado acima, nos grupos em que houve aplicação com partículas cerâmicas. Estes grupos foram os que apresentaram maiores valores de resistência, não importando o tipo de resina ou a presença do silano.

SOUZA⁷⁰, em 1998, realizou um trabalho laboratorial que teve como objetivo avaliar a resistência à tração e ao cisalhamento de reparos em resina composta. Para o teste de resistência à tração, um grupo controle de corpos de prova em forma de halteres foi confeccionado inicialmente. Para os grupos reparados foram confeccionados hemi-halteres, sendo posteriormente reparados, formando o haltere completo. Os corpos de prova para o teste de cisalhamento foram confeccionados em forma de disco. Antes da confecção dos reparos, todas as amostras foram armazenadas em água por trinta dias, e em seguida separadas em grupos, recebendo tratamentos de superfície: condicionamento da superfície com ácido fosfórico 35% ou com ácido fluorídrico a 10% e ainda jateamento com óxido de alumínio de 50µm. O reparo foi concluído, recebendo antes a aplicação de agente adesivo, que foi precedida ou não de um agente silanizador ou ativador à base de metacrilato. Quinze minutos após a fotopolimerização do último incremento de compósito, os corpos de prova foram testados quanto à resistência à tração e ao cisalhamento. Os resultados indicaram que, de um modo geral, quando o tratamento de superfície provocava uma maior rugosidade na superfície, maior era a resistência adesiva observada. Para ambos os testes de resistência, o sistema adesivo, acrescido da silanização da superfície, mostrou-se mais efetivo que um ativador de superfície ou somente o uso de adesivo. Para os testes de tração, o jateamento com óxido de alumínio mostrou-se superior aos demais tratamentos, e para os testes

de cisalhamento, os reparos realizados com o tratamento de ácido fosfórico associado à silanização foram significativamente superiores aos demais.

LEWIS et al.⁴¹, no mesmo ano, conduziram um estudo com o objetivo de examinar como a condição de superfície de restaurações de resina composta recém-inseridas afetava a resistência interfacial, quando estas restaurações eram imediatamente reparadas com a mesma resina, utilizando duas resinas comerciais. Foram confeccionados três grupos de cada material, sendo que cada um foi preparado de forma distinta. O primeiro grupo teve a primeira camada de resina polimerizada em contato com o ar, formando uma camada não polimerizada, pela exposição ao oxigênio. O segundo grupo teve o primeiro incremento polimerizado através de uma matriz transparente, de modo que a camada superficial não sofresse a inibição da polimerização. O terceiro grupo teve a superfície abrasionada com discos Sof-Lex (3M) finos, anteriormente à aplicação da resina de reparo. Todos os corpos de prova foram armazenados em água a 23°C por seis semanas, antes de serem submetidos ao teste de cisalhamento. A análise estatística mostrou que, em restaurações com reparos imediatos, a ausência de uma camada inibida por oxigênio na superfície do primeiro incremento aumenta a resistência adesiva interfacial. Em restaurações com a presença da camada inibida por oxigênio, a abrasão da superfície reduz a resistência adesiva interfacial, devendo-se evitar este procedimento. Se for realizado o desgaste, os autores sugerem que sejam feitos o condicionamento ácido da superfície e a aplicação de agente adesivo, antes de inserir o próximo incremento de resina composta.

Ainda em 1998, DENEHY; BOUSCHLISHER; VARGAS²³ discutiram sobre as situações clínicas em que restaurações estéticas podem ser reparadas, sejam elas de resina composta ou de porcelana. Salientam que, para se ter sucesso num reparo, dois pontos são importantes: o adequado tratamento da superfície reparada e a correta aplicação de um agente adesivo. Os tratamentos de superfície mais utilizados são o condicionamento ácido, com ácido fosfórico de 30% a 40%, com ácido fluorídrico de 6% a

10%, abrasão a ar e uso de um agente de superfície. Os agentes de superfície disponíveis são o silano e, mais recentemente, a cobertura da superfície com sílica silanizada através de dispositivo especial de abrasão a ar (CoJet-Sand, ESPE), cujo tamanho das partículas está em torno de 37µm. Em seguida, os autores descrevem uma técnica de reparo de restauração de resina composta utilizando o equipamento de abrasão com sílica silanizada, seguida de aplicação de silano e de agente adesivo sobre a superfície de reparo. A inserção dos incrementos de resina composta foi realizada pela técnica usual. São descritos também procedimentos para reparo em porcelana. Concluindo, uma retenção excelente para um reparo depende de correta seleção do tratamento de superfície, do agente de união e da qualidade do material restaurador.

SHAHDAD; KENNEDY⁶⁴, em 1998, realizaram investigação *in vitro* pesquisando a efetividade de dois sistemas adesivos disponíveis comercialmente, usados como intermediários em uma variedade de simulações de situações clínicas envolvendo reparos de restaurações com compósitos. O efeito do abrasionamento da superfície e a interferência do tempo sobre os corpos de prova reparados também foram observados. Os espécimes que tiveram a superfície abrasionada anteriormente à aplicação da resina de reparo demonstraram maior resistência adesiva. Nesse trabalho, a utilização dos sistemas adesivos, de forma geral, também aumentou a resistência dos espécimes reparados, porém sem diferença estatisticamente significativa. Num dos grupos testados, em que a superfície de reparo foi abrasionada e foi aplicado o adesivo, a resistência adesiva chegou a 99% da resistência coesiva do material, observada nos corpos de prova não reparados. Não houve diferença significativa para os tempos de reparo estudados. Os autores concluíram que o abrasionamento e a aplicação do sistema adesivo nas superfícies a serem reparadas aumentam a resistência adesiva dos reparos. Esse fato torna o procedimento de reparo clinicamente aceitável.

RIBEIRO et al.⁵⁹, em 1999, desenvolveram um estudo para avaliar a resistência à tração de quatro diferentes sistemas adesivos com uma resina composta, utilizando o teste de resistência à tração. Foram confeccionados espécimes cilíndricos da resina composta em uma matriz dividida em duas partes. Após a inserção e a fotopolimerização da resina na metade inferior, os sistemas adesivos eram aplicados na superfície superior, de acordo com as instruções do fabricante. A parte superior da matriz era encaixada sobre a primeira, e o corpo de prova era então, concluído. O grupo controle constituiu-se de espécimes sem o sistema adesivo na interface. Uma hora depois de prontos, os espécimes foram submetidos ao teste de resistência à tração, e os resultados foram analisados. Não houve diferença estatisticamente significativa entre todos os grupos. Os autores puderam observar que, não havendo diferença significativa entre os grupos com adesivos e o grupo controle, a utilização dos sistemas adesivos não aumentou a resistência de união da resina composta utilizada. Os valores mais elevados de resistência adesiva foram verificados no grupo em que o sistema adesivo era do mesmo fabricante da resina composta.

Neste mesmo ano, FREITAS; SILVA E SOUZA JÚNIOR³² apresentaram um estudo que propunha avaliar a influência de diferentes tratamentos de superfície na resistência de reparos realizados em corpos de prova envelhecidos. Cada grupo recebeu um tratamento de superfície: ácido fosfórico a 37%, ácido fluorídrico a 10% ou jateamento com partículas de óxido de alumínio. Este tratamento era seguido da aplicação de um agente adesivo, ou de um ativador à base de metacrilato mais adesivo, ou de um agente silano mais adesivo. Os reparos eram realizados com o auxílio de uma matriz dividida de teflon, e submetidos ao teste de cisalhamento. Os melhores resultados foram conseguidos quando o tratamento promoveu maior rugosidade superficial, e com isso um embricamento mecânico do material. A utilização do agente adesivo com ou sem silano mostrou-se mais efetiva que a utilização do ativador, qualquer que fosse o tratamento inicial utilizado.

SAU et al.⁶¹, em 1999, analisaram a resistência adesiva ao cisalhamento de diferentes tipos de resinas compostas, quando reparadas com uma resina híbrida. Um grupo, com amostras utilizando apenas a resina híbrida, foi usado como controle. As amostras foram confeccionadas com quatro resinas compostas distintas, e mantidas em água a 37°C por 24 horas. Removidas da água, tiveram as superfícies de reparo desgastadas com um disco Sof-Lex fino (3M), foram condicionadas, receberam o sistema adesivo e foram reparadas com a resina híbrida. Cada grupo foi dividido em três subgrupos. O primeiro subgrupo teve as amostras testadas imediatamente após o reparo ser concluído. O segundo foi armazenado em água a 37°C por uma semana e o terceiro, por quatro semanas, antes de serem testados. Os resultados desse estudo indicaram que todas as combinações utilizadas obtiveram valores de resistência adesiva minimamente adequada para aplicação clínica. O grupo que foi confeccionado com a mesma resina de base e de reparo não apresentou resistência adesiva superior aos outros grupos. Entretanto, foi observado um aumento geral na resistência dos espécimes testados após uma semana em água, e uma diminuição desta, no intervalo de quatro semanas.

FREITAS; SILVA E SOUZA JÚNIOR; WANG³³, em 2000, propuseram avaliar a resistência de reparos realizados em resina composta quando diferentes tratamentos de superfície eram utilizados anteriormente à aplicação da nova porção de resina. Trinta hemi-halteres (cinco para cada grupo) foram confeccionados com resina híbrida e armazenados em água por seis meses a 37°C, para simular envelhecimento. Após esse período, cada grupo teve a superfície de reparo tratada mecanicamente. Os grupos A e B tiveram a superfície desgastada com ponta diamantada, os grupos C e D foram preparados com disco Sof-Lex (3M) de granulação média, e os grupos E e F receberam jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm. Todos os grupos receberam uma camada de adesivo. Os grupos B, D e F receberam, previamente ao adesivo, duas camadas de silano. Os corpos de provas foram reparados, resultando num corpo de prova em forma final de haltere, mantidos em água a 37°C por uma semana, e submetidos ao teste de tração. Os resultados obtidos indicaram que os tratamentos de superfície

que promoveram maior rugosidade tiveram melhor desempenho e, ainda, que a utilização de um agente silanizador não elevou significativamente a resistência de união quando comparado à utilização do adesivo isoladamente.

FRANCO; PAZIM; FRANCISCHONE³⁰, em 2000, conduziram uma pesquisa com objetivo de avaliar *in vitro* a compatibilidade entre combinações de três resinas compostas e seus respectivos sistemas adesivos, através de teste de resistência adesiva à tração. Utilizaram um dispositivo metálico que fornecia um corpo de prova em forma de halteres. Inicialmente foram confeccionados meio-espécimes de cada resina, que foram armazenados em água a 37°C por sete dias. Removidos da água, tiveram a extremidade livre lixada com disco Sof-Lex (3M), condicionada com ácido fosfórico a 37%, e em seguida receberam uma camada do adesivo. A complementação do corpo de prova foi feita com a mesma resina inicial. Formaram-se assim três subgrupos de espécimes: um com resina composta e sistema adesivo do mesmo fabricante e dois com sistemas adesivos de fabricantes distintos. Após novo período de armazenamento em água por sete dias, os grupos foram submetidos ao teste de tração. De uma forma geral, as interações entre as resinas compostas e os sistemas adesivos mostraram-se compatíveis, com exceção de uma delas, que apresentou resistência à tração inferior à associação original proposta pelo fabricante.

Para avaliar a estabilidade de reparos em resina composta, FREITAS³¹, em 2001, desenvolveu um estudo aplicando testes de resistência à tração e ao cisalhamento. Os espécimes receberam tratamento de superfície, assim definidos: ácido fosfórico a 35%, ácido fluorídrico a 10% e jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm. Estes tratamentos foram seguidos da aplicação de um agente adesivo, precedidos ou não de agente silanizador. Depois de concluídos, os espécimes foram armazenados em água destilada por trinta dias e oito meses. Após estes tempos, foram levados a uma máquina de ensaios universal e submetidos

aos referidos testes de resistência. Os resultados mostraram que os tratamentos que proporcionaram maior rugosidade superficial obtiveram maior resistência, sendo eles: jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fluorídrico, resultado este observado nos dois testes. O tratamento com ácido fosfórico apresentou os menores valores de resistência, quanto ao tratamento da superfície. A aplicação do agente silano não elevou significativamente a resistência dos reparos, quando comparados à aplicação somente de adesivo. Em relação ao tempo de armazenagem, o jateamento com óxido de alumínio manteve-se estável nos períodos de trinta dias e oito meses, fato que levou a autora a fazer a indicação clínica desse procedimento.

No mesmo ano, LUCENA-MARTÍN; GONZÁLEZ-LÓPEZ; MONDELO⁴⁵ avaliaram a eficácia de diferentes procedimentos mecânicos e químicos usados para melhorar a resistência adesiva de compósitos microhíbridos e microparticulados altamente polimerizados. Foram preparados espécimes controle cilíndricos das duas resinas que, após a fotopolimerização, foram submetidos a um ciclo de polimerização secundária com aplicação combinada de calor e pressão. A primeira metade dos espécimes de estudo foi confeccionada como descrito acima, e armazenada em água por quatro semanas, na temperatura ambiente. Depois, os espécimes foram aleatoriamente subdivididos em grupos, que receberam diferentes combinações de tratamentos de superfície: abrasão a ar com partículas de óxido de alumínio de 50µm, ácido fosfórico 37%, ácido fluorídrico 9,6% e acetona 99%, combinados com três sistemas adesivos diferentes. Após receberem o segundo incremento de resina, os corpos de prova foram armazenados em água por 24 horas e submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Nesse estudo, a resistência adesiva entre a resina híbrida e a de micropartículas foi semelhante. O tratamento com abrasão a ar mostrou uma resistência adesiva mais efetiva do que os outros tratamentos de superfície. Os autores observaram que houve um efeito sinérgico entre o tratamento mecânico e os sistemas adesivos, e a combinação que apresentou os valores mais próximos aos da resistência

coesiva, para os dois tipos de resinas compostas testadas, foi a aplicação de abrasão a ar com sistema adesivo de um componente.

Em seu livro sobre restaurações diretas sem metal, publicado em 2001, SILVA E SOUZA JÚNIOR et al.⁶⁵ descrevem algumas características químicas do silano, como sendo um agente de ligação anfótero ou bifuncional, que pode reagir com diferentes superfícies: uma inorgânica e outra orgânica. Os agentes silanizadores são substâncias quimicamente instáveis e voláteis, razão pela qual o profissional deve estar atento ao prazo de validade do produto. Quando utilizados previamente a uma cimentação de peça cerâmica, que será fixada com cimento resinoso, criam uma camada de óxidos sobre as partículas de sílica, permitindo que estas se unam quimicamente ao adesivo, melhorando a adesão entre as duas superfícies.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Tendo em vista ainda existirem dúvidas com relação à efetividade dos adesivos ou agentes silanizadores aplicados na interface dos procedimentos de reparo em restaurações de resina composta, este estudo propôs-se a avaliar comparativamente a resistência à tração de espécimes reparados, previamente desgastados com uma ponta diamantada e condicionados com ácido fosfórico a 37%, cuja interface de união foi tratada com aplicação de:

- uma camada de adesivo;
- uma camada de agente silanizador e adesivo;
- uma camada de agente silanizador;
- três camadas de agente silanizador.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para a realização deste estudo foram utilizados os materiais descritos na tabela abaixo.

TABELA 1 – Materiais utilizados no estudo, fabricantes e componentes principais

MARCA COMERCIAL	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO
Resina composta microhíbrida Esthet-X	Dentsply Indústria e Comércio Ltda.	BisGMA uretano modificado; BisEMA e TEGDMA; vidro de borosilicato de flúor, alumínio e bário; sílica coloidal
Adesivo Prime & Bond 2.1	Dentsply Indústria e Comércio Ltda.	PENTA
Silano	Dentsply Indústria e Comércio Ltda.	Silano, Etanol
Gel Condicionador	Dentsply Indústria e Comércio Ltda.	Ácido fosfórico 37%

Para a confecção dos corpos de prova foi utilizada a resina composta Esthet-X (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.,Petrópolis-RJ), para a porção

a ser reparada e para o reparo subsequente (Figura 1). Este material restaurador é uma resina composta micro-híbrida, radiopaca, fotopolimerizável, para uso em restaurações anteriores e posteriores, com ênfase no uso em dentes anteriores por ser apresentada em variedade de cores que permitem restaurações estéticas em camadas.

FIGURA 1 – Materiais restauradores e sistema adesivo utilizados no experimento

FIGURA 2 – Agente silanizador: SILANO (Dentsply)

O agente silanizador utilizado foi o Silano, apresentado em dois frascos, em que uma gota de cada frasco é misturada no momento do uso, após tempo de espera de cinco minutos para ativação do produto.

4.2 DISPOSITIVO PARA OBTENÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA TESTE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Os corpos de prova apresentavam uma forma de halteres e foram confeccionados em um dispositivo metálico semelhante ao já utilizado por ARIETA², SOUZA⁷⁰ e FREITAS³¹, em seus estudos sobre reparos em resina composta (Figura 3).

O dispositivo utilizado para obtenção dos corpos de prova foi confeccionado em aço inoxidável e constituído de duas partes: uma base e uma matriz. A base era circular, semelhante a um disco, tendo na superfície superior uma canaleta fresada correspondente à metade da sua espessura, onde as duas metades da matriz se encaixavam e mantinham-se unidas.

A matriz era formada por duas metades iguais, retangulares. Em cada uma das metades da matriz havia um recorte, as quais, quando unidas e encaixadas na base, formavam uma cavidade em forma de halteres, onde a resina composta era inserida e eram assim obtidos os corpos de prova. No centro de cada um dos lados da hemi-matriz havia uma pequena saliência em forma de “v” invertido. Essa saliência conformava uma pequena constrição no espécime já pronto. Esta constrição tinha por objetivo induzir a fratura adesiva na emenda das resinas, e evitar fratura coesiva nos espécimes, a qual foi verificada em algumas pesquisas, como a de ARIETA². O conjunto possuía ainda um espaçador, com o formato de um hemi-haltere, que se encaixava na metade da canaleta central da matriz, deixando livre um espaço ligeiramente maior que a metade de um corpo de prova. A matriz era fixada na base através de dois parafusos do mesmo metal.

FIGURA 3 – Dispositivo em aço inoxidável desmontado, utilizado para confecção dos corpos de prova em resina composta

- A) base;
- B) matriz;
- C) espaçador para obtenção de meio corpo de prova.

FIGURA 4 – Dispositivo metálico montado, onde se observam as duas partes da matriz fixadas pelos parafusos, o espaçador encaixado na matriz

- A) espaçador;
- B) hemi-haltere de resina composta polimerizada;
- C) constrição.

FIGURA 5 – Esquema das dimensões de um corpo de prova em forma de halteres, para teste de tração (adaptado de ARIETA²)

* Medida da área de constrição.

FIGURA 6 – Desenho esquemático do corpo de prova

- A) espessura 2,5 mm;
- B) constrição;
- C) área de reparo.

4.3 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram confeccionados em duas etapas.

4.3.1 PRIMEIRA ETAPA

O dispositivo foi montado com o espaçador metálico encaixado na fenda da matriz. Com o auxílio de uma espátula não aderente (Thompson n.6, U.S.A.), a resina composta foi inserida em incremento único, compactada de encontro ao fundo da base, preenchendo a cavidade até a borda. Uma tira de poliéster foi levemente pressionada na superfície da resina, para alisá-la. Em seguida, a resina foi fotopolimerizada por quarenta segundos (Fotopolimerizador Optilux 150X Demetron, USA, n.4828956) mantendo-se a tira de poliéster sobre a resina. Os parafusos foram retirados, o hemi-espécime foi retirado da base, e foi complementada a fotopolimerização por quarenta segundos na superfície inferior, para que toda a sua área tivesse a polimerização assegurada. Os oitenta hemi-halteres assim obtidos tinham sua extensão passando ligeiramente da constrição provocada pela saliência da matriz, sendo que esta extensão seria removida pelo desgaste realizado na fase seguinte, deixando assim a parte mais estreita exposta para o procedimento do preparo. Pequenos excessos de resina das bordas foram removidos com lâmina de bisturi n.15 e os espécimes foram armazenados em água destilada durante quinze dias.

4.3.2 SEGUNDA ETAPA

Após o período de armazenamento, os hemi-halteres foram retirados da água, secos com ar comprimido, e a superfície do reparo foi levemente

desgastada com uma ponta diamantada em alta rotação (KG Sorensen, Brasil, n.1092) até que o desgaste se situasse exatamente na área de constrição. Em seguida, a área desgastada foi recoberta com gel condicionador de ácido fosfórico a 37%, mantido por trinta segundos, lavado com jatos de água da seringa tríplice por vinte segundos e secos com ar comprimido por dez segundos. Os hemi-halteres foram divididos aleatoriamente em quatro grupos e receberam o seguinte tratamento adesivo:

- **GRUPO I:** vinte hemi-halteres receberam uma camada de Adesivo Prime&Bond 2.1 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ) na interface de reparo, aplicado com um pincel descartável; aguardou-se trinta segundos para evaporação do solvente e após, foram fotopolimerizados por dez segundos. Aplicou-se uma segunda camada de adesivo, que foi fotopolimerizada por dez segundos, seguindo as orientações do fabricante. Cada hemi-haltere foi encaixado no dispositivo metálico montado, a resina composta foi inserida e fotopolimerizada para completar o corpo de prova, da mesma forma que na primeira etapa. Os corpos de prova já completados foram armazenados em água destilada por 24 horas.

- **GRUPO II:** vinte hemi-halteres receberam uma camada de Agente de Ligação Silano (Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ) preparado de acordo com as instruções do fabricante: dispensou-se uma gota do *primer* e uma gota da solução ativadora no casulo plástico, misturaram-se os líquidos, e aguardou-se cinco minutos para ativação do produto, mantendo o casulo tampado para evitar a volatilização dos componentes. Foi, então, aplicada uma camada do silano com um pincel descartável, aguardou-se sessenta segundos e sobre essa foi aplicada uma camada de adesivo Prime&Bond 2.1 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.), na mesma técnica descrita para o Grupo I. Seguiu-se a confecção dos corpos de prova com o mesmo método que o Grupo I.

- **GRUPO III:** vinte hemi-halteres receberam uma camada de agente de ligação Silano (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.) preparado conforme

recomendações do fabricante, aguardou-se sessenta segundos e procedeu-se da mesma forma que no Grupo I.

- **GRUPO IV:** vinte hemi-halteres receberam três camadas de agente de ligação Silano (Dentsply Indústria e Comércio Ltda. Petrópolis, RJ), sendo que entre a aplicação de cada camada aguardou-se o tempo de sessenta segundos. Os corpos de prova foram completados conforme descrito para o Grupo I.

Todos os corpos de prova foram mantidos em água destilada por 24 horas e em seguida foram submetidos ao teste de resistência à tração.

FIGURA 7 – Corpo de prova adaptado na matriz . O ponto azul representa a metade do corpo de prova correspondente à resina antiga

4.4 TESTE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

O teste de resistência à tração foi realizado na Máquina de Ensaio Universal EMIC (Figura 8). Para tracionar os corpos de prova foi utilizado um dispositivo metálico composto de duas placas retangulares, adaptadas à máquina de ensaios. Cada placa possuía em uma das extremidades um

recorte em forma semicircular, com diâmetro levemente maior que a cabeça do corpo de prova, de modo que as extremidades circulares dos espécimes encaixavam-se passivamente no dispositivo de tração. As outras extremidades do dispositivo eram acopladas na máquina de ensaios (Figura 9). Para os ensaios foi utilizada uma célula com carga máxima de 100 kg a uma velocidade de carregamento de 0,5 mm/min. Os valores registrados no aparelho no momento da fratura foram registrados, e posteriormente analisados estatisticamente (Figuras 11 e 12).

FIGURA 8 – Máquina de ensaios universal EMIC

FIGURA 9 – Dispositivo para teste de tração com corpo de prova encaixado

FIGURA 10 – Detalhe do corpo de prova acoplado no dispositivo para teste de tração

FIGURA 11 – Corpo de prova no momento da fratura

FIGURA 12 – Corpo de prova fraturado na área de reparo

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os dados obtidos no teste de resistência à tração foram analisados pelo Teste Estatístico de Análise de Variância – ANOVA – a um critério.

As comparações entre os grupos foram feitas por meio do teste de Tukey, com nível de significância de 5%, ou seja, $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Os valores de resistência à tração dos corpos de prova dos quatro grupos experimentais, com suas médias e desvios-padrões, encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 – Valores de resistência à tração (em kgf) dos corpos de prova (CP) de cada grupo experimental, média e desvio padrão de cada grupo

<i>CP</i>	<i>GRUPO I</i>	<i>GRUPO II</i>	<i>GRUPO III</i>	<i>GRUPO IV</i>
01	25,0	12,6	26,3	28,6
02	39,2	29,9	23,3	39,8
03	41,3	39,3	18,0	18,7
04	29,4	24,0	15,5	27,3
05	31,8	19,7	21,8	20,5
06	27,9	28,6	10,8	16,6
07	32,9	27,6	23,5	10,6
08	34,6	42,3	12,0	18,1
09	23,3	26,7	15,3	17,8
10	23,1	16,5	17,4	25,7
11	16,0	32,5	25,3	20,5
12	21,6	30,4	27,3	18,1
13	21,2	21,6	31,9	13,2
14	32,3	20,4	28,9	26,8
15	40,8	45,9	13,9	22,7
16	16,2	39,7	20,9	22,7
17	24,0	14,3	22,2	16,6
18	38,7	25,3	23,6	28,8
19	31,7	21,1	18,8	28,2
20	27,7	39,1	15,1	18,7
Média	28,93	27,87	20,59	22,0
Desvio Padrão	7,68	9,57	5,82	6,69

A representação gráfica dos grupos experimentais consta na Figura 13.

FIGURA 13 – Gráfico representativo das médias de resistência à tração dos grupos do experimento (medidas em kgf)

Para verificar se ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os grupos do experimento, os valores do teste foram submetidos à Análise de Variância a um critério – ANOVA –, cujo resultado encontra-se na Tabela 3.

TABELA 3 – Análise de variância a um critério aplicada aos resultados obtidos no teste de tração

<i>Fonte de Variação</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>"F"</i>	<i>P</i>
Entre grupos	1042,159	3	347,386	6,06	0,0009*
Resíduo	4356,041	76	57,316		
TOTAL	5398,20	79			

* Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05\%$)

A análise mostra que foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,0009$). Posteriormente foi aplicado o Teste de Tukey para comparações entre os grupos, cujos resultados encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4 – Médias dos resultados obtidos entre os grupos pelo Teste de Tukey.

COMPARAÇÃO	DIFERENÇA	VALOR CRÍTICO	SIGNIFICÂNCIA
GRUPO I X GRUPO II	1,06	6,29	Não
GRUPO I X GRUPO III	8,34	6,29	Sim
GRUPO I X GRUPO IV	6,93	6,29	Sim
GRUPO II X GRUPO III	7,28	6,29	Sim
GRUPO II X GRUPO IV	5,87	6,29	Não
GRUPO III X GRUPO IV	1,41	6,29	Não

Nível de significância: 5,0%

Na qual:

Grupo I: Adesivo

Grupo II: Adesivo + Silano

Grupo III: Silano

Grupo IV: Silano três camadas

O teste demonstrou que não houve diferença significativa para o grupo que recebeu silano previamente ao adesivo, comparado ao grupo que recebeu somente o sistema adesivo.

Ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os grupos tratados com adesivo, comparados com o grupo tratado somente com silano, tanto com uma quanto com as três camadas.

Não houve diferença significativa entre o grupo que recebeu adesivo e silano e o grupo que recebeu três camadas de silano.

O teste demonstrou que ocorreu diferença estatisticamente significativa em três associações: entre o grupo tratado com adesivo e os dois grupos tratados com silano, tanto com uma como com três camadas, e

entre o grupo tratado com silano seguido de adesivo comparado com o grupo que recebeu uma camada de silano. Contrariamente, aquele grupo comparado com o grupo tratado com três camadas de silano não apresentou diferença significativa.

Não ocorreu diferença entre o grupo tratado com adesivo comparado com o grupo que recebeu aplicação prévia de silano, e nem entre os dois grupos tratados com silano entre si.

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

A propriedade de adesão em um material restaurador odontológico é tanto desejável quanto proveitosa. Habitualmente, a adesão entre o material restaurador e os tecidos dentários, permite a confecção do preparo cavitário mais conservador e a redução da microinfiltração. Por outro lado, a adesão do material a outros materiais restauradores, ou a ele mesmo, oferece vantagens práticas, como na técnica de reparo ou em acréscimos do material em abrasões da superfície⁴⁴.

Entre os procedimentos restauradores diários realizados num consultório odontológico, comumente o profissional encontra-se diante de restaurações de resina composta, necessitando de substituição. A reincidência de um processo carioso, por exemplo, é uma causa que justifica a substituição total dessas restaurações. Este processo resulta em aumento das dimensões da cavidade, perda de tempo útil do profissional, possibilidade de causar uma injúria pulpar e maiores custos para o paciente³⁶.

Uma importante alternativa para a substituição completa de uma restauração é o seu reparo. As vantagens do reparo, comparadas à total substituição, seriam minimizar a perda de estrutura sadia e promover maior longevidade, a um custo reduzido, sem comprometer o dente envolvido. O reparo depende da análise da localização e do tipo da falha, de sua extensão e da qualidade da restauração em que a falha está presente⁵⁰.

Dentre as falhas em restaurações que são passíveis de reparo citamos fraturas no material restaurador, descolorações, defeitos marginais, perda de forma anatômica e fratura da estrutura dental. O reparo das fraturas, seja do material seja da estrutura dental, previne a reincidência de

um processo carioso. Fraturas marginais em restaurações de resina composta podem levar a descolorações nessas margens, e podem ser reparadas somente envolvendo a extensão da fratura. Por outro lado, as descolorações do corpo da restauração requerem um desgaste de toda a sua superfície, para que a nova camada de material corrija o defeito de cor. Não devem ser confundidas com descolorações superficiais, causadas por fumo, pigmentos alimentares, e que podem ser removidas com um polimento adequado⁵⁰. Da mesma forma, defeitos numa restauração, ou falhas na reconstrução de um contorno correto, percebidos durante o ato operatório, podem ser reparados pela simples adição imediata da resina⁷⁵.

DENEHY; BOUSCHLICHER; VARGAS²³ citam que alguns reparos são mal conduzidos, levando a uma restauração com mínima melhora estética imediata, mas pouca longevidade. Após poucos meses, manchas são formadas nas margens do reparo e, como consequência, toda a restauração necessita ser refeita.

A decisão pelo reparo deve ser baseada na condição clínica presente, no material restaurador empregado, na expectativa de longevidade dessa restauração reparada, nas condições estéticas e no custo envolvido. Devem-se avaliar as alternativas de tratamento diante de uma dessas situações, já que muitas vezes a escolha se dá baseada na experiência clínica. A parte crítica do diagnóstico está relacionada com restaurações que estão numa transição entre clinicamente aceitáveis e inaceitáveis, e não encontramos estudos a longo prazo sobre reparos em restaurações de resina composta⁵⁰.

Os experimentos laboratoriais para avaliar reparos utilizam testes de resistência adesiva, utilizando corpos de prova confeccionados com o material testado.

Os corpos de prova utilizados neste trabalho foram confeccionados num dispositivo metálico que produz espécimes planos, em forma de halteres, todos com as mesmas dimensões e a mesma espessura, e secção transversal retangular na região central onde se localizava a emenda da

resina (Figura 4). O formato de halteres permitia um encaixe rápido e preciso no dispositivo adaptado à máquina de ensaios onde foi conduzido o teste de resistência à tração, aplicado neste trabalho (Figura 9). Dispositivo semelhante foi utilizado nos trabalhos de SOUZA⁷⁰ e FREITAS³¹, que também usaram testes de tração, com resultados satisfatórios em relação ao manuseio dos corpos de prova. CHAN; BOYER¹⁴ empregaram espécimes com formato semelhante em seu estudo.

ARIETA², em seu experimento sobre reparos em resina composta, utilizou um dispositivo metálico similar, que também fornecia espécimes em forma de halteres. Quando os espécimes foram levados à máquina de ensaios, alguns sofreram fraturas coesivas, fora da área de emenda, e tiveram que ser descartados do experimento já que o objetivo era, igualmente a este estudo, avaliar a resistência adesiva.

Neste trabalho, esse inconveniente foi evitado, porque a matriz metálica onde a resina era inserida possuía uma pequena saliência de cada lado da matriz, no centro de seu comprimento. Esta saliência formava uma pequena constrição no corpo de prova, que depois de terminado localizava-se exatamente na emenda entre as duas metades. Desta forma, ao serem tracionados os corpos de prova sofreram fraturas adesivas, e nenhum espécime foi perdido por fratura coesiva (Figura 6 e 12).

A resina composta escolhida para o estudo foi a resina microhíbrida Esthet-X (Dentsply), que possui indicação para dentes anteriores e posteriores. As cargas são uma combinação de vidro de borosilicato de flúor, alumínio e bário silanizados, com tamanho médio abaixo de 1 μm , sílica coloidal com tamanho de 0,04 μm e sílica nanométrica. A matriz orgânica consiste numa combinação de Bis-GMA uretano modificado, Bisfenol-A dimetacrilato etoxilado (Bis-EMA) e TEGDMA, segundo informações do fabricante (Figura 1). Escolheu-se uma resina microhíbrida por ser atualmente o tipo de resina muito versátil, aplicável em todas as situações clínicas da Dentística Restauradora, e muito utilizada pelos

cirurgiões-dentistas. A mesma resina foi utilizada nos dois incrementos dos corpos de prova, para que não houvesse uma outra variável.

O sistema adesivo utilizado, Prime&Bond 2.1, é do mesmo fabricante da resina composta, e é indicado para uso conjunto deste compósito, assim como o agente silanizador aplicado, Silano. Este é apresentado em dois frascos, *primer* e ativador, sendo necessário dispensar uma gota de cada frasco num casulo, misturar e aguardar cinco minutos para que ocorra a hidrólise do silano, e utilizá-lo em seguida. Depois de preparada, a solução deve ser usada por no máximo dez minutos.

O sucesso de um procedimento de reparo depende de dois passos fundamentais. O primeiro é o adequado tratamento da superfície a ser unida, seguido da correta aplicação de um sistema adesivo. Falha em uma destas etapas resultará em reparo deficiente²³.

KUPIEC; BARKMEIER³⁹ concluíram, em seu estudo, que a condição de superfície afeta significativamente a resistência adesiva de uma nova resina aderida a esta superfície. O adequado preparo da superfície consiste em: desgaste físico da mesma, atuação de substância ácida e aplicação de adesivos .

Uma ponta diamantada em alta velocidade foi o método usado neste estudo para o desgaste e para a obtenção de rugosidades na superfície de reparo. O tratamento físico com pontas diamantadas já foi utilizado por vários autores^{2,6,10,26,27,39,40,51,63,74} como método eficiente de desgaste da superfície. Ao testar diversos mecanismos com esta finalidade, CRUMPLER²¹ obteve os melhores valores de adesão com o desgaste com ponta diamantada. Nos desgastes realizados com discos de polimento, e portanto com superfícies mais lisas ao final, os valores de adesão foram considerados baixos, o que indica que a rugosidade da superfície deixada pela técnica de desgaste influi na união.

Como complemento do tratamento da superfície desgastada, foi empregado o ácido fosfórico a 37% em forma de gel (Figura 1). O emprego deste ácido se deve ao fato de que este produto está presente em todos os consultórios odontológicos, é de uso simples e prático, e, seguido da aplicação de um agente adesivo, é um dos procedimentos mais aplicados em restaurações que utilizam sistema de adesão aos tecidos dentários.

O condicionamento da superfície de resina com ácido fosfórico já foi utilizado em outros estudos^{3,13,30,32,35,47,48,68,69}, como agente para complementar o tratamento superficial da resina composta.

O tratamento da superfície com ácido fosfórico tem sido estudado comparativamente com outros tratamentos químicos e mecânicos. CRUMPLER²¹ testou diversas combinações de tratamentos, e o grupo condicionado com ácido fosfórico apresentou um dos melhores resultados de superfície. Também SOUZA⁷⁰, avaliou tratamentos diferentes sob testes de tração e cisalhamento. A autora observou que a resistência obtida com a aplicação do ácido fosfórico aumentou com a associação de agente silanizador, nos testes de tração. Já nos testes de cisalhamento, a combinação ácido fosfórico/silano demonstrou ser o procedimento mais efetivo no aumento de resistência dos reparos, sendo estatisticamente superior aos outros grupos testados. CHIBA; HOSODA; FUSAYAMA¹⁶ testaram amostras com e sem contaminação com saliva artificial prévia aos reparos e concluíram que, nas amostras contaminadas, o ataque da superfície com ácido fosfórico a 40% aumentou a resistência adesiva, a qual foi baixa nas amostras contaminadas sem a aplicação do ácido. Sugerem que o ataque ácido parece remover a contaminação orgânica da superfície da resina.

Outras investigações^{32,33,35,56,68,74} demonstram que o tratamento com ácido fosfórico, seguido de agente de ligação e/ou agente adesivo, não é suficiente para aumentar a resistência adesiva de reparos. Este ácido apresentou o menor índice de rugosidade de superfície e uma baixa média

de resistência ao cisalhamento e à tração entre os grupos testados, no estudo de FREITAS³¹.

Para condicionar a superfície da resina, distintos tipos de tratamento têm sido estudados, além do ácido fosfórico. O ácido fluorídrico a 9,6% é um condicionador ácido comumente usado no tratamento interno de restaurações indiretas ou reparos de porcelanas. Este ácido atua sobre as partículas de vidro nas resinas híbridas⁷². Os resultados da aplicação do ácido fluorídrico na literatura consultada são contraditórios. Alguns estudos apresentam resultados desfavoráveis^{10,21,72}, e em outros o ácido apresentou bons resultados para a resistência adesiva³¹. SWIFT JR.; LE VALLEY; BOYER⁷² recomendam evitar o uso deste condicionador ácido quando a composição da resina que está sendo reparada não for conhecida, já que em sua pesquisa o ácido fluorídrico aumentou ou diminuiu a resistência, variando o comportamento nas cinco diferentes resinas testadas.

Num estudo comparativo entre combinações de agentes condicionantes e agentes adesivos, SCHNEIDER; PACHECO; CONCEIÇÃO⁶³ observaram comportamento inferior do ácido fluorídrico 10%, com os melhores resultados no teste de tração dos espécimes encontrados no grupo tratado com ácido fosfórico, silano e adesivo, e sugerem que as técnicas de reparo utilizando ácido fosfórico podem apresentar desempenho clínico satisfatório.

Como tratamento mecânico, os testes com jateamento de óxido de alumínio resultaram nos melhores valores de resistência adesiva em vários trabalhos (principalmente quando seu uso foi sucedido pela aplicação de um sistema adesivo), quando comparados com outros tratamentos de superfície, incluindo os já citados^{31,32,33,45,72,74}. Os estudos de KUPIEC; BARKMEIER³⁹ indicaram que a abrasão a ar com óxido de alumínio sobre a resina, seguido de um agente adesivo, pode resultar numa resistência adesiva próxima da resistência coesiva da resina original.

Quando SWIFT JR. et al.⁷¹ testaram o desgaste da superfície, a abrasão a ar associada ao silano foi a combinação mais efetiva na resistência das amostras reparadas.

Apesar de haver métodos de tratamento de superfície mais eficientes que o ácido fosfórico a 37%, o seu emprego neste estudo associado ao desgaste com a ponta diamantada deveu-se ao fato de grande parte dos profissionais atuando na área da Dentística não possuir um dispositivo de jateamento intra-oral de partículas de óxido de alumínio e desconhecer a ação do ácido fluorídrico. Este último também requer uma atenção maior na sua manipulação na cavidade bucal e, como já citado, apresentou resultados contraditórios na literatura.

OILO⁵² fez um levantamento dos testes de resistência adesiva realizados nos experimentos laboratoriais e considerou três fatores, além das características próprias do material testado, que podem interferir no resultado destes testes: o tipo de teste, a qualidade do substrato e as condições de armazenamento dos corpos de prova antes dos testes.

O armazenamento das amostras em água anteriormente à confecção dos reparos tem sido usado repetidas vezes^{2,4,6,12,13,29,31,33,37,41,44,45,46,49,61,68,69,70} para simular o envelhecimento do substrato. O armazenamento em água e a termociclagem são procedimentos laboratoriais que procuram introduzir e simular estresses similares aos sofridos pelos materiais na cavidade bucal⁶². Os períodos de armazenamento relatados variam em torno de minutos⁵⁸ a um ano^{46,49}.

Neste estudo, os hemi-halteres permaneceram em água destilada por quinze dias na temperatura ambiente, para simular o envelhecimento da resina composta.

Alguns autores mantiveram espécimes armazenados em outras soluções, como saliva humana²⁶, saliva artificial^{15,16,21,24,44}, solução de Ringer⁵⁷ e solução de tabaco⁷⁴, mas o armazenamento em água é o mais

utilizado e mais seguro. Os testes que compararam espécimes armazenados em água com espécimes armazenados a seco evidenciaram que a resistência dos grupos que foram armazenados em água era menor, comprovando que o armazenamento em água interfere nos resultados⁴⁶.

A redução da resistência adesiva dos reparos realizados após envelhecimento simulado da resina pode estar relacionada à quantidade de radicais livres presentes na superfície do substrato resinoso. De acordo com INOUE; HAYASHI³⁷ após armazenamento em água por treze dias a presença de monômeros insaturados pode diminuir até 1/10 da quantidade de monômeros detectada imediatamente após a polimerização.

VANKERCKOVEN et al.⁷⁵ analisaram a quantidade de grupos metacrilatos não reagidos na superfície de resinas polimerizadas. Estes grupos metacrilatos seriam uma das causas de degradação e descoloração dos compósitos, por serem reativos à atmosfera e a componentes químicos dos alimentos. Entretanto, eles podem ser úteis por oferecerem um substrato para a adesão química de um material polimérico recém-aplicado. Concluíram que diversos fatores, como tempo, temperatura e tratamento da superfície podem diminuir a quantidade desses grupamentos, e conseqüentemente diminuir a capacidade reativa da superfície resinosa de união com outra resina composta. Seus experimentos confirmaram os resultados de RUYTER; SVENDSEN⁶⁰, de que quanto maior o conteúdo de monômero Bis-GMA maior a quantidade de duplas ligações remanescentes.

SÖDERHOLM et al.⁶⁶ verificaram que o armazenamento em água causou uma degradação hidrolítica, com dissolução de íons e formação de trincas na maioria das resinas por eles testadas, embora as intensidades variaram conforme a composição da resina.

A retenção criada na superfície da restauração pode ser suplementada por uma união química obtida por meio de silanização. Os silanos são agentes de ligação anfóteros ou bifuncionais, que podem reagir com diferentes superfícies, uma inorgânica e uma orgânica. O uso do silano

surgiu inicialmente para uso com cerâmicas. PAFFENBARGER; SWEENEY; BOWEN⁵³ foram os primeiros autores a estudar a união do silano a dentes de porcelana com a base de resina acrílica de próteses totais. A silanização da superfície do material cria uma camada de óxidos sobre as partículas de carga, especialmente as de sílica, facilitando sua união ao agente adesivo⁶⁵. MATSUMURA; HISAMATSU; ATSUTA⁴⁶ complementam que o silano aumenta o molhamento da matriz resinosa. Seus estudos sobre o uso do silano associado a agente adesivo, mostraram que esta associação foi a mais eficiente em conferir apropriada resistência adesiva em reparos sobre uma resina composta com matriz de UDMA. Comparativamente, o uso isolado de silano como intermediário entre as resinas resultou em valores mais baixos de resistência.

Nos agentes silanizadores comercializados atualmente, o composto mais utilizado é o γ -metacriloxipropiltrimetoxi silano, um organosilano. Em seu estado hidrolisado, o silano contém grupos silânicos que podem aderir aos silanóis nas superfícies das cargas, pela formação de uma adesão silânica (Si-O-Si). Os grupos metacrilatos dos compostos organosilanos formam uma união covalente com a resina quando ela é polimerizada, completando assim, o processo de união¹. Os agentes silanizadores são soluções aquosas que formam uma película muito fina sobre a superfície da resina, mas são também substâncias quimicamente instáveis e muito voláteis⁶⁵. Por esta razão, alguns produtos comerciais, como o utilizado neste estudo, são apresentados em dois frascos separados, para que o silano seja ativado no momento de uso (Figura 2). Apesar de ser necessário que se aguarde alguns minutos para aplicá-lo, estes produtos permanecem estáveis por tempo mais prolongado na embalagem do que os pré-ativados, apresentados em frasco único e que podem ser usados imediatamente.

O silano comumente é aplicado em uma camada ou duas sobre a superfície do substrato. Neste estudo, com o intuito de melhorar o aproveitamento da solução e de diminuir os custos do reparo, além do grupo que foi tratado com uma camada única, outro grupo experimental deste

estudo foi testado com a aplicação de três camadas de silano, ambos sem o uso de adesivo associado. Entre cada aplicação, aguardou-se o tempo de sessenta segundos para a evaporação dos componentes voláteis. Os resultados mostraram que esta alternativa não apresentou diferenças estatisticamente significantes em relação à aplicação de uma única camada de silano. Mesmo o grupo teste, com a associação de sistema adesivo/silano (Grupo II), apresentou valores de resistência maiores ($27,87 \pm 9,57$) que o grupo com três camadas de silano ($22,0 \pm 6,69$), embora não tenha sido observada diferença estatisticamente significantes entre eles. Estes resultados indicam que o sistema adesivo fornece uma resistência adesiva, nos reparos, superior à resistência obtida com o agente silanizador. Entretanto, os valores numéricos médios de resistência dos dois grupos experimentais com silano foram próximos, com o grupo IV tendo valores ligeiramente acima do grupo III ($20,59 \pm 5,82$). Por outro lado, este dado sugere que o aumento de camadas de silano não melhora a resistência interfacial.

O emprego de agente silanizador nos processos de reparo de resina composta vem sendo pesquisado por vários autores. As conclusões apresentadas nesses trabalhos apontam resultados contraditórios, com alguns obtendo ótimos resultados com o silano^{6,10,42,70,71}, e outros obtendo resultados inferiores^{21,32,33} ou não significantes^{4,31,62} quando comparados com outros tratamentos mecânicos e químicos da área de reparo. SÖDERHOLM⁶⁸ obteve os melhores resultados de resistência adesiva com o tratamento de uma solução de tolueno-silano, além de ter sido o tratamento menos afetado pelo longo armazenamento em água. Esta alta resistência adesiva dos reparos, promovida pelo silano, foi explicada pela melhor e mais completa remoção da camada de *smear layer* depositada na superfície cortada (observada nas imagens de microscopia eletrônica), combinada com o tratamento químico do próprio silano sobre as partículas de carga expostas.

DENEHY; BOUSCHLISHER; VARGAS²³ descreveram técnicas de

reparo para restaurações diretas em resina composta e para restaurações em cerâmica e metalocerâmica, indicando o uso do agente silanizador, associado ao sistema adesivo, nos três casos. Salientaram ainda, como já citado, que o correto emprego de um sistema adesivo é um dos dois fatores primordiais para o sucesso de um reparo.

Neste estudo, o emprego do adesivo, isoladamente ou em associação com o silano, promoveu resultados superiores de resistência adesiva em relação aos demais grupos. Entre o uso independente de adesivo e a combinação de adesivo e silano não houve diferença significativa, o que indica que o emprego de silano não foi fundamental na resistência entre as resinas. A combinação citada foi ainda superior ao uso isolado de silano, o que reforça esta afirmação. Uma análise geral dos resultados sugere que, em relação ao sistema de união em meio a resina antiga e a resina nova de um reparo, o adesivo é o produto que confere melhor resistência entre as duas partes.

GREGORY et al.³⁵ não encontraram diferenças significantes quando compararam reparos realizados em superfícies tratadas com ácido fosfórico e adesivo e superfícies somente abrasionadas. Contudo, inúmeros autores consideram necessário o emprego de agentes de união em reparos^{3,4,6,8,9,10,11,13,15,16,19,20,21,22,23,25,26,27,30,32,33,39,41,46,47,48,49,62,63,64,70,72}, uma vez que a resina composta apresenta alta viscosidade, e portanto, baixo poder de molhamento do substrato.

Os três mecanismos possíveis de reparos em compósitos com o uso intermediário de agentes de união são a formação de união química com a matriz, uniões químicas com as partículas de carga expostas e retenções micromecânicas causadas pela penetração dos componentes monômeros nas microfraturas da matriz da resina, de acordo com as considerações de BROSH et al¹⁰.

Para avaliar a influência dos adesivos, entre outros aspectos, KAO; PRYOR; JOHNSTON³⁸ testaram espécimes reparados com e sem adesivo e

ainda estes mesmos grupos com e sem armazenamento em água. Observaram que a aplicação de adesivo aumentou significativamente os valores de resistência encontrados nos espécimes reparados sem adesivo, e da mesma forma nos grupos armazenados em água. Segundo os autores, quando o substrato resinoso foi contaminado com água, o emprego de um agente adesivo assegurou um aumento da resistência.

A eficácia do sistema adesivo nos reparos por meio de avaliação da infiltração marginal *in vitro* foi também confirmada pelos estudos de MEEKER; HIRSCH; KAIM⁴⁷ e CHALKLEY; CHAN¹³. Os grupos de amostras receberam combinações de tratamento ácido de superfície e agente adesivo, de maneira semelhante aos estudos com testes de resistência. Avaliando-se a penetração dos corantes, confirmou-se que a aplicação de agente adesivo após condicionamento ácido apresentou os índices mais baixos de infiltração.

Os procedimentos de reparo têm sido avaliados por métodos de teste de resistência adesiva. OILO⁵² publicou um estudo em que questiona a importância e o significado desses testes. Ele cita a resistência adesiva como a força, por unidade de área, necessária para fraturar um componente aderido, com a falha ocorrendo perto ou na interface adesivo/aderente. O objetivo dos testes de resistência é tentar estabelecer um valor numérico mostrando o quanto o material é resistente. Os testes mais usados são os de resistência à tração, em que a força é aplicada a um ângulo de 90° (perpendicular) à superfície do dente (ou do corpo de prova), e os de resistência ao cisalhamento, em que a força atua paralelamente à superfície dentária. O autor comenta que os testes de tração em dentina podem levar a um grande número de fraturas coesivas.

Neste estudo, foram utilizados corpos de prova, que possuíam uma constrição na área de reparo a qual direcionava o ponto de tensão para essa área, o que evitou fraturas coesivas, com todas as amostras sofrendo fraturas adesivas. BOYER; CHAN; TORNEY⁹ e DHURU; LLOYD²⁴ relatam em seus estudos que testes de tração direta levam a pontos de fratura não

específicos, que podem ocorrer distantes da interface adesiva e em até todo o comprimento do espécime. Sendo assim, podemos supor que, em não tendo ocorrido fraturas não adesivas, a geometria do corpo de prova empregado neste estudo contribuiu para os resultados homogêneos encontrados, assegurando o seu objetivo, quanto à medição da resistência adesiva.

Na literatura encontramos diversos tipos de testes de resistência utilizados em estudos de resina composta. São utilizados testes de cisalhamento^{6,10,12,27,31,32,39,40,41,42,45,46,51,61,71,74}, de resistência transversal^{3,8,17,28,29,38,62,75}, de resistência diametral^{22,57,73}, de resistência flexural de três pontos^{4,34,35,48,58} e de quatro pontos^{68,69}, de energia de fratura^{24,43}, e ainda testes de resistência mistos^{26,64}. O teste de tração também é dos eleitos por um grande número de pesquisadores^{2,9,11,14,18,25,30,31,33,44,49,55,56,59,63,73}.

É importante também considerar que a efetividade do reparo não é a mesma de uma restauração íntegra, já que muitos estudos comprovaram que a resistência de espécimes reparados era sempre menor que os espécimes não reparados, independentemente do grupo experimental que obteve os melhores resultados de resistência adesiva^{2,4,8,11,21,24,34,38,43,49,51,57,58,64,68,72} em cada um destes estudos.

Considerando-se os procedimentos fundamentais para se obter sucesso num reparo, além de valer-se de um material intermediário, a obtenção de um tratamento de superfície na resina composta que será reparada, parece aprimorar a integração entre aquela e a nova resina, a fim de melhorar a qualidade da adesão desse material.

Finalmente, podemos constatar que o mecanismo envolvido em reparos de resina composta é complexo, e os métodos de avaliação estudados nos fornecem dados parciais, já que os testes laboratoriais nos permitem condições experimentais limitadas. A cavidade bucal possui um meio ambiente bastante complexo, não sendo possível, até agora, reproduzir

todas as suas variáveis em um único estudo. Com a evolução das técnicas operatórias e dos materiais odontológicos, o comportamento e a durabilidade dos reparos devem ainda ser continuamente investigados.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Após a análise estatística dos resultados, pode-se concluir, a partir deste trabalho, que:

- A resistência à tração dos espécimes reparados com adesivo apresentou a melhor média de valores estatisticamente significantes.
- A resistência à tração da associação de uma camada de silano seguida de adesivo não foi superior ao uso isolado de sistema adesivo, indicando que a aplicação de silano previamente ao sistema adesivo não é fundamental, em casos de reparo de restaurações em resina composta.
- A resistência à tração dos grupos tratados com silano foi inferior aos grupos tratados com adesivo, indicando que aquele material não deve ser usado em substituição ao adesivo.
- A aplicação de três camadas de silano não foi superior à aplicação de uma camada, indicando que o aumento de número de camadas não aumenta a resistência adesiva nos reparos.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. ANUSAVICE, K.J. Resinas para restauração. In: _____ **Phillips - Materiais Dentários**. 10.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1998. Cap.12, p.161-77.
2. ARIETA, M.L. **Avaliação da resistência de união de reparos realizados com resinas compostas**. Bauru, 1989. 93p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
3. ARITA, K. et al. Thermal influencing of the bond strength of repaired composite. **J. dent. Res.**, v.70, p.392, 1991. Special issue./Abstract n.1010/.
4. AZARBAL, P.; BOYER, D.B.; CHAN, K.C. The effect of bonding agents on the interfacial bond strength of repaired composites. **Dent. Mat.**, v.2, n.4, p.153-5, Aug. 1986.
5. BASSIOUNY, M.; YING, L. Adhesive compatibility of restorative resins with dentin bonding agents. **J. Dent. Res.**, v.63, p.232, 1984. Special issue. /Abstract n.554/.
6. BOUSCHLICHER, M.R.; REINHARDT, J.W.; VARGAS, M.A. Surface treatments techniques for resin composite repair. **Amer. J. Dent.**, v.10, n.6, p.279-83, Dec. 1997.

7. BOWEN, R.L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **J. Amer. dent. Ass.**, v.66, n.1, p.57-64, Jan. 1963.
8. BOYER, D.B.; CHAN, K.C.; REINHARDT, J.W. Build-up and repair of light-cured composites: bond strength. **J. dent. Res.**, v.63, n.10, p.1241-4, Oct. 1984.
9. BOYER, D.B.; CHAN, K.C.; TORNEY, D.L. The strenght of multilayer and repaired composite resin, **J. prosth. Dent.**, v.39, n.1, p.63-7, Jan.1978.
10. BROSH, T. et al. Effects of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. **J. prosth. Dent.**, v.77, n.2, p.122-6, Feb. 1997.
11. CARNEIRO, C.T.P. et al. Influência do reparo na resistência à ruptura, por tração, de resinas compostas. **Estomat. Cult.**, v.11, n.1, p.01-12, jan./jun. 1977.
12. CAUSTON, B.E. Repair of abraded composite fillings. **Brit. dent. J.**, v.139, n.7, p.286-8, Oct. 1975.
13. CHALKLEY, Y.; CHAN, D.C.N. Microleakage between light-cured composites and repair. **J. prosth. Dent.**, v.56, n.4, p.441-4, Oct. 1986.
14. CHAN, K.C.; BOYER, D.B. Repair of conventional and microfilled composite resins. **J. prosth. Dent.**, v.50, n.3, p.345-50, Sept. 1983.

15. CHIBA, K. Adhesion of subsequently added composite resin. **J. dent. Res.**, v.62, p.471, 1983./Abstract n.38/.
16. CHIBA, K.; HOSODA, H.; FUSAYAMA, T. The addition of an adhesive composite resin to the same material: bond strength and clinical techniques. **J. prosth. Dent.**, v.61, n.6, p.669-75, June 1989.
17. CHIN, Y.H.; TYAS, M.J.; GOLDMAN, M. The bond strength of incrementally placed composite resins. **Aust. dent. J.**, v.32, n.4, p.247-51, Apr. 1987.
18. CONSANI, S.; STOLF, W.L.; RUHNKE, L.A. Resistência à tração da resina composta com emenda. **Rev. Ass. paul. cirurg. Dent.**, v.31, n.6, p.396-401, nov./dez. 1977.
19. CROLL, T.P. Repair of defective Class I composite resin restorations. **Quintessence Int.**, v.21, n.9, p.695-8, Sept. 1990.
20. CROLL, T.P. Repair of Class I resin-composite restoration. **J. dent. Child.**, v.64, n.1, p.22-7, Jan./Feb. 1997.
21. CRUMPLER, D.C. Bonding to resurfaced posterior composites. **Dent. Mat.**, v.5, n.6, p.417-24, Nov. 1989.
22. DAVIES, B.R. et al. Strength of secondary-cured resin composite inlay repairs. **Quintessence Int.**, v.28, n.6, p.415-9, June 1997.
23. DENEHY, G.; BOUSCHLISHER, M.; VARGAS, M. Intraoral repair of cosmetic restorations. **Dent. Clin. N. Amer.**, v.42, n.4, p.719-37, Oct. 1998.

-
24. DHURU, V.B.; LLOYD, C.H. The fracture toughness of repaired composite. **J. oral Rehab.**, v.12, n.5, p.413-21, Sept. 1985.
 25. ELI, I. et al. Sequentially light-cured composites: strength of bond between layers. **J. prosth. Dent.**, v.56, n.2, p.158-61, Aug 1986.
 26. ELI, I. et al. Bond strength of joined posterior light-cured composites: comparision of surface treatments. **J. prosth. Dent.**, v.60, n.2, p.185-9, Aug. 1988.
 27. ELIADES, G.C.; CAPUTO, A.A. The strength technique in visible light-cured composites. **J. prosth. Dent.**, v.61, n.1, p.31-8, Jan. 1989.
 28. FORSTEN, L. Bond between subsequently added light activated composite resin and hardened material. **Scand. J. dent. Res.**, v.92, n.4, p.371-3, 1984.
 29. FORSTEN, L.; VÄLIAHO, M-L. Transverse bond strenght of restorative resins. **Acta odont. scand.**, v.29, n.5, p.527-37, 1971.
 30. FRANCO, E.B.; PAZIM, M.S.L.; FRANCISCHONE, C.E. Avaliação in vitro da resistência de união de diferentes combinações entre adesivos e resinas compostas. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v.14, n.3, p.225-31, jul./set. 2000.
 31. FREITAS, A.B.D.A. **Avaliação da estabilidade de reparos em resina composta por testes de tração e cisalhamento, utilizando diferentes tratamentos de superfície.** Bauru, 2001. 148p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

-
32. FREITAS, A.B.D.A.; SILVA E SOUZA JÚNIOR, M.H. Bond strength of composite repairs with different surfaces. **J. dent. Res.**, v.78, n.5, p.968, May 1999. /Abstract n.A-59/.
 33. FREITAS, A.B.D.A.; SILVA E SOUZA JÚNIOR, M.H.; WANG, L. Bond strength of repaired composites with different surfaces. **J. dent. Res.**, v.79, n.5, p.1041, May 2000. /Abstract n.295/.
 34. GREGORY, W.A.; POUNDER, B.; BAKUS, E. Bond strengths of chemically dissimilar repaired composite resins. **J. prosth. Dent.**, v.64, n.6, p.664-8, Dec. 1990.
 35. GREGORY, W.A. et al. Physical properties and repair bond strength of direct and indirect composite resins. **J. prosth. Dent.**, v.68, n.3, p.406-11, Sept. 1992.
 36. HUNTER, A.R.; TREASURE, E.T.; HUNTER, A.J. Increases in cavity volume associated with the removal of class II amalgam and composite restorations. **Oper. Dent.**, v.20, n.1, p.2-6, Jan./Feb. 1995.
 37. INOUE, K.; HAYASHI, I. Residual monomer (Bis-GMA) of composite resins. **J. oral Rehab.**, v.9, n.6, p.493-7, Nov. 1982.
 38. KAO, E.C.; PRYOR, H.G.; JOHNSTON, W.M. Strength of composites repaired by laminating with dissimilar composites. **J. prosth. Dent.**, v.60, n.3, p.328-33, Sept. 1988.
 39. KUPIEC, K.A.; BARKMEIER, W.W. Laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. **Oper. Dent.**, v.21, n.2, p.59-62, Mar./Apr. 1996.

-
40. KUPIEC, K.A.; SWENSON, R.R.; BARKMEIER, W.W. laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. **J. dent. Res.**, v.76, p.378, 1997. Special issue. / Abstract n.2919/.
 41. LEWIS, G. et al. Shear bond strength of immediately repaired light-cured composite resin restorations. **Oper. Dent.**, v.23, n.3, p.121-7, May/June 1998.
 42. LI, J. Effects of surface properties on bond strength between layers of newly cured dental composites. **J. oral Rehab.**, v.24, n.5, p.358-60, May 1997.
 43. LLOYD, C.H.; DHURU, V.B. Effect of a commercial bonding agent upon the fracture toughness of repaired heavily filled composite. **Dent. Mat.**, v.1, n.3, p.83-5, June 1985.
 44. LLOYD, C.H.; BAIGRIE, D.A.; JEFFREY, I.W. The tensile strenght of composite repairs. **J. Dent.**, v.8, n.2, p.171-7, 1980.
 45. LUCENA-MARTÍN, C.; GONZALEZ-LÓPEZ, S.; MONDELO, J.M.N.R. The effect of various surface treatment and bondings agents os the repaired strength of heat-treated composites. **J. prosth. Dent.**, v.86, n.5, p.481-8, Nov. 2001.
 46. 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. prosth. Dent.**, v.73, n.4, p.386-91, Apr. 1995.

-
47. MEEKER, H.G.; HIRSCH, S.M.; KAIM, J.M. Repairing voids at cavosurface-composite resin margins. **J. prosth. Dent.**, v.50, n.5, p.636-8, Nov. 1983.
 48. MIRANDA, F.J.; DUNCANSON JR., M.G.; DILTS, W.E. Interfacial bonding strengths of paired composite systems. **J. prosth. Dent.**, v.51, n.1, p.29-32, Jan.1984.
 49. MITSAKI-MATSOU, H. et al. An in vitro study of the tensile strength of composite resins repaired with the same or another composite resin. **Quintessence Int.**, v.22, n.6, p.475-81, June 1991.
 50. MJÖR, I.A. Repair versus replacement of failed restorations. **Int. dent. J.**, v.43, n.5, p.466-72, Oct. 1993.
 51. MURREY, A.; MARSHALL, T.D.; NORLING, B.K. Effect of resurfacing on additions to aged composite resins. **J. dent. Res.**, v.61, p.302, 1982. Special issue./ Abstract n.1112/.
 52. OILO, G. Bond strength: what does it mean? **Int. dent. J.**, v.43, n.5, p.492-8, Oct. 1993.
 53. PAFFENBARGER, G.I.; SWEENEY, W.T.; BOWEN, R.L. Bonding porcelain teeth to acrylic resin denture bases. **J. Amer. dent. Ass.**, v.74, n.2, p.1019-23, Apr. 1967
 54. PHILLIPS, R.W.; SWARTZ, M.L.; NORMAN, R.D. Restorative resins. In: _____ **Materials for the practicing dentist**. Saint Louis, Mosby, 1969. Cap.11, p.172-94.

-
55. PODSHADLEY, A.G.; GULLETT, C.E.; BINKLEY, T.K. Interface strength of incremental placement of visible light-cured composites. **J. Amer. dent. Ass.**, v.110, n.6, p.932-4, June 1985.
 56. POUNDER, B.; GREGORY, W.A.; POWERS, J.M. Bond strengths of repaired composite resins. **Oper. Dent.**, v.12, p.127-31, 1987.
 57. PUCKETT, A.D.; HOLDER, R.; O'HARA, J.W. Strength of posterior composite repairs using different composite/bonding agents combinations. **Oper. Dent.**, v.16, n.4, p.136-40, July/Aug. 1991.
 58. REISBICK, M.H.; BRODSKY, B.A. Strenght parameters of composite resins. **J. prosth. Dent.**, v.26, n.2, p.178-85, Aug. 1971.
 59. RIBEIRO, L.L. et al. Avaliação da interação entre reina composta e diferentes adesivos dentinários. **Rev. Odontol. USP**, v.13, n.1, p.31-6, jan./mar. 1999.
 60. RUYTER, I.E.; SVENDSEN, S.A. Remaining methacrylate groups in composite restorative materials. **Acta odont. scand.**, v.36, n.2, p.75-82, Mar. 1978.
 61. SAU, C.W. et al. Shear bond strength of repaired composite resins using a hybrid composite resin. **Oper. Dent.**, v.24, n.3, p.156-61, May/June 1999.
 62. SAUNDERS, W.P. Effect of fatigue upon the interfacial bond strength of repaired composite resins. **J. Dent.**, v.18, n.3, p.158-62, June 1990.

-
63. SCHNEIDER, R.; PACHECO, J.F.M.; CONCEIÇÃO, E.N. Influência do tratamento superficial na resistência de união dos reparos em resina composta. **Rev. Fac. Odont. Porto Alegre**, v.38, n.2, p.26-9, dez. 1997.
64. SHAHDAD, S.A.; KENNEDY, J.G. Bond strength of repaired anterior composite resins: an *in vitro* study. **J. Dent.**, v.26, n.8, p.687-94, Nov. 1998.
65. SILVA E SOUZA JÚNIOR, M.H. et al. **Odontologia estética** – fundamentos e aplicações clínicas. Restaurações indiretas sem metal: resinas compostas e cerâmicas. Santos, São Paulo, 2001. Cap.8, p.107.
66. SÖDERHOLM, K-J. et al. Hydrolytic degradation of dental composites. **J. dent. Res.**, v.63, n.10, p.1248-54, Oct. 1984.
67. SÖDERHOLM, K-J. Filler systems and resin interface. In: VANHERLE, G.; SMITH, D.C. **Posterior composite resin dental restorative material**. Minnesota, Saint Martin. 1985, p.144-5.
68. SÖDERHOLM, K-J. Flexure strength of repaired dental composites. **Scand. J. dent. Res.**, v.94, n.4, p.364-9, 1986.
69. SÖDERHOLM, K-J.; ROBERTS, M.J. Variables influencing the repair strength of dental composites. **Scand. J. dent. Res.**, v.99, n.2, p.173-80, Apr. 1991.
70. SOUZA, E.M. **Avaliação da resistência de reparos em resina composta submetidos a testes de resistência à tração e ao cisalhamento**. Bauru, 1998. 113p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

71. SWIFT JR., E.J. et al. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. **Dent. Mat.**, v.8, n.3, p.193-6, May 1992.
72. SWIFT JR., E.J.; LE VALLEY, B.D.; BOYER, D.B. Evaluation of new methods for composite repair. **Dent. Mat.**, v.8, n.6, p.362-5, Nov. 1992.
73. TJAN, A.H.L.; GLANCY, J.F. Interfacial bond strengths between layers of visible light-activated composites. **J. prosth. Dent.**, v.59, n.1, p.25-9, Jan.1988.
74. TURNER, C.W.; MEIERS, J.C. Repair of an aged, contaminated indirect composite resin with a direct, visible-light-cured composite resin. **Oper. Dent.**, v.18, n.5, p.187-94, Sept./Oct. 1993.
75. VANKERCKHOVEN, H. et al. Unreacted methacrylate groups on the surface of composite resins. **J. dent. Res.**, v.61, n.6, p.791-5, June 1982.

ABSTRACT

ABSTRACT

TRACTION STRENGTH ASSESSMENT OF REPAIRS IN COMPOSITE RESIN

The aim of this study was to evaluate *in vitro* the tensile bonding strength of repairs in composite resin using an adhesive system, with or without the previous use of silane on the junction of test bodies submitted to traction tests. The test bodies were prepared in a stainless steel device that provides the shape of a dumb-bell. Eighty half-test bodies were manufactured with microhybrid composite resin *Esthet-X* (Dentsply) in the shape of half dumb-bells. After being stored in distilled water for fifteen days, the repair surfaces were abraded with a diamond bur, conditioned in phosphoric acid at 37% for 30 seconds, rinsed with water and air-dried. After that, the half test bodies were divided into four groups of twenty units, and each group received one type of adhesive system: Group I: one layer of adhesive system *Prime&Bond 2.1* (Dentsply); Group II: one layer of silane (*Silano* – Dentsply) plus one layer of adhesive system; Group III: one layer of silane and Group IV: three layers of silane. The specimens were put back into the metallic device and the repair was carried out with the same composite resin. They were again kept in distilled water for 24 hours and submitted to a traction test in an EMIC universal testing machine, with a loading speed of 0.5 mm/min. The data was analyzed by ANOVA and Tukey's test ($p < 5\%$). The results obtained were (mean $\pm$ standard deviation) for Group I: $28,93 \pm 7,68$; Group II: $27,87 \pm 9,57$; Group III: $20,59 \pm 5,82$ and Group IV: $22,0 \pm 6,69$, showing that the use of an adhesive system has positive, statistically significant, influence on the restoration tensile bonding strength, compared with using silane alone. The association adhesive/silane didn't show advantage compared with the use of the adhesive system alone, and the use of three layers of silane didn't improve the bonding strength on the use of just one layer.

Key words: Composite resins, repair, dentin adhesives, silanes.