# EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO ADESIVA EM RESINA COMPOSTA CONTAMINADA POR SALIVA

ADILSON YOSHIO FURUSE

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia,

área de Dentística

(Edição Revisada)

**Orientador:**

**Prof. Dr. José Mondelli**

Bauru

2005

# Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Furuse, Adilson Yoshio
F984e Efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união adesiva em resina composta contaminada por saliva / Adilson Yoshio Furuse -- Bauru, 2005.
76 p. : il. ; 31 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru . Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. José Mondelli

Autorizo, exclusivamente pra fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processo fotocopiadores oe/ou meios eletrônicos.

Assinatura do autor:

Data: Bauru, 28 de fevereiro de 2005

ADILSON YOSHIO FURUSE

| | |
|---|---|
| 08 de maio de 1978<br>Rolândia – PR | Nascimento |
| 1997 – 2000 | Curso de Odontologia, na Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo. |
| 2001 | Curso de Aperfeiçoamento em Oclusão e Disfunção Temporomandibular, no IEO – Instituto de Ensino Odontológico – Bauru. |
| 2003 – 2005 | Curso de Pós-Graduação em Dentística, em nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Bauru, USP. |

Dedico este trabalho aos meus pais
Edson e Aparecida e irmãs Cristiane e
Flávia, que sempre me incentivaram
nos estudos e a seguir carreira
docente.

"De fato, as únicas questões realmente sérias são aquelas que até uma criança pode formular. Apenas as questões mais inocentes são realmente sérias. Elas são as questões sem resposta. Uma questão sem resposta é uma barreira intransponível. Em outras palavras, são as questões sem resposta que definem as limitações das possibilidades humanas, que descrevem as fronteiras da existência humana."

Milan Kundera. **A insustentável leveza do ser.** Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1985.

# Agradecimentos

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por todos os momentos vividos e pelas pessoas com quem tive a oportunidade de conviver e aprender.

À Faculdade Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, representada pela Profª. Dra. Maria Fidela de Lima Navarro, por proporcionar a minha formação em odontologia. Nesta escola, nos últimos oito anos, aprendi a filosofia de tratamento e de conduta clínica que carregarei e respeitarei por toda a minha. Na FOB aprendi a respeitar e orientar os meus pacientes, sempre com o intuito de promover o melhor tratamento possível. Aprendi a questionar e avaliar as informações científicas com as quais tenho contato e a buscar sempre conhecimentos novos. Cresci muito e fiz muitos amigos. A FOB é e sempre será o meu lar...

A todos os professores desta casa, em especial aos professores, com os quais tive maior contato e que, ainda durante a graduação, me motivaram a seguir seus passos na expectativa de um dia ser docente e pesquisador: Gerson Francisco de Assis, João Adolfo Caldas Navarro (*in memorium*), Rumio Taga, Flávio Augusto Cardoso de Faria, Antônio Gabriel Atta (*in memorium*), Euloir Passanezi, Deoclécio Nahás (*in memorium*), Paulo César Rodrigues Conti, Norberti Bernardineli, Ricardo Marins de Carvalho, Eduardo Batista Franco e José Mondelli.

Agradeço a todos os meus colegas Adriana, Ana Carolina, Carla Gianinni, Carla Porto, Cecília, Débora, Emerson André, Juliana, Juliana Azevedo, Miguel, Mônica, Patrícia, Rosana, Safira, Ticiane e Vera do curso de mestrado em Dentística e Materiais Dentários com os quais aprendi muito. Ao agora professor Odirlei Arruda Malaspina, grande amigo e parceiro de clínicas, estudos e discussões, meus agradecimentos especiais, pois com ele tenho caminhado durante toda a minha formação em odontologia.

Aos meus amigos Fernando José Herkrath, Ricardo Haruo Iriguti, Sérgio Satio Ike, Tiago Turri de Castro Ribeiro, Leonardo Oshiro, Edson Takeshi Ike e Victor Hugo Lopes com quem convivi diariamente por muito tempo e compartilho o mesmo prazer de sempre aprender mais e mais. Aos amigos e amigas Alessandra, Any, Ana Paula, Ana Catarina, Augusto, Carla, Cláudia, Camila, Eduardo, Kazuo, Lígia, Luciana e Luiz Miguel. Este trabalho tem um pouco de todos vocês. Nunca me esquecerei de vocês.

À Ana Raquel, minha namorada e que hoje é mais do que amiga, faz parte de mim e é com quem caminho lado-a-lado diariamente. Crescemos e aprendemos muito juntos. Este trabalho não teria sido realizado sem sua ajuda, em todas as etapas, carinho e compreensão.

Um curso de pós-graduação não pode ser concluído sem contar com a colaboração, oculta e desinteressada, de muitas pessoas. A todos os demais amigos e colegas, mesmo que aparentemente não tenham colaborado para o desenvolvimento desta pesquisa, indiretamente foram de grande importância para a minha formação e para o surgimento deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários agradeço pelo apoio e amizade. Agradeço em especial aos funcionários do setor de Dentística: à Ângela Maria Amantini, ao Benedito Bueno de Moura, à Clélia Rita de Cássia Capossi dos Santos, à Elisabeth dos Santos Cariani, à Karen Aparecida de Azevedo, ao Nelson Queiroz, ao Wilson Fiorillo Junior e à Zuleica Valderez Roberto, todos fundamentais para o andamento das atividades departamentais e que muitas vezes me orientaram e estavam por perto nos momentos em que mais precisava.

À Elisabeth dos Santos Cariani, agradeço especialmente pelo auxílio na correção deste trabalho.

A todos os funcionários do Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru, agradeço pelas orientações precisas e por estarem sempre dispostos a ajudar.

Agradeço ao professor Elliot Watanabe Kitajima do NAP-MEPA/ESALQ – USP por disponibilizar equipamento e estrutura, necessários para as análises em microscopia eletrônica de varredura.

Sou grato ao Prof. Dr. Eder Ricardo Biasoli, professor da disciplina de estomatologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pelas orientações que também me motivaram a fazer pós-graduação.

Cabe lembrar a colaboração do Prof. Dr. Wilson Garone Filho na discussão e sugestão de possíveis variáveis e métodos, bem como no auxílio com material bibliográfico, utilizado na revisão de literatura.

Agradeço também aos professores da Disciplina de Dentística, grandes responsáveis pela minha formação científica, incentivadores, entusiastas e amigos: Aquira Ishikiriama, Carlos Eduardo Francischone, Eduardo Batista Franco, José Carlos Pereira, Maria Fidela de Lima Navarro, Maria Teresa Atta, Rafael Francisco Lia Mondelli e Ricardo Marins de Carvalho.

A realização deste trabalho não seria possível sem a colaboração do Departamento de Prótese desta faculdade, representado pelo Prof. Dr. Acácio Lins do Valle.

**A todos, meus sinceros agradecimentos.**

Na FOB convivemos com pessoas que contribuíram e contribuem muito para o desenvolvimento da odontologia no Brasil e no exterior. Muitas vezes, como alunos, não percebemos a real importância desses professores. Ao grande professor e orientador que só reconheci como sendo realmente grande depois de certo convívio:

De repente, uma chance me foi dada e me vi trabalhando ao lado de um verdadeiro mestre e um dos maiores nomes da odontologia nesse país. Para mim continuou sendo o professor Mondelli. Estranho chamá-lo doutor, pois me ensinou e continua sempre ensinando como um professor extremamente paciencioso. Como elogiar alguém que já recebeu tantos elogios, títulos e prêmios? Como agradecer alguém que já ouviu todos os agradecimentos? Só posso agradecer a Deus por ter colocado alguém em meu caminho que reuniria tantas qualidades e peculiaridades. Alguém que agiria como amigo, mestre e muitas vezes pai. Posso dizer que nos últimos cinco anos de convívio aprendi muito mais do que apenas odontologia. Graças ao Prof. Mondelli tive uma formação única e fantástica, que despertou em mim o prazer em trabalhar, ensinar, pesquisar e clinicar.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. José Mondelli e à sua família que, de certa forma, se tornou também minha, serei eternamente grato.

# SUMÁRIO

RESUMO ..... xiii

1 INTRODUÇÃO ..... 1

2 REVISÃO DE LITERATURA ..... 6

3 PROPOSIÇÃO ..... 27

4 MATERIAL E MÉTODOS ..... 29

5 RESULTADOS ..... 40

6 DISCUSSÃO ..... 50

7 CONCLUSÕES ..... 59

ANEXOS ..... 61

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 64

ABSTRACT ..... 75

# RESUMO

Avaliou-se a resistência adesiva ao cisalhamento de uma resina composta contaminada por saliva, com adição de novo incremento do mesmo material. 40 corpos-de-prova de uma resina composta nano-híbrida, confeccionados em uma matriz de resina epóxica, foram divididos em quatro grupos, cada um recebendo um tratamento de superfície. Em um dos grupos, a superfície não foi contaminada (Grupo 1 – controle). Para a confecção do segundo segmento do corpo-de-prova, utilizou-se uma matriz de Teflon de 3,5mm de diâmetro por 3,0mm de altura. Nos demais grupos, a superfície da resina composta foi contaminada com saliva e seca com ar comprimido, sendo os tratamentos estabelecidos da seguinte forma: Grupo 2 – resina composta inserida e polimerizada sobre a superfície contaminada; Grupo 3 – condicionamento com ácido fosfórico a 35%, aplicação de adesivo e inserção de resina composta; Grupo 4 – asperização com ponta diamantada, condicionamento com ácido fosfórico a 35%, aplicação de adesivo e inserção de resina composta. Após a confecção, os espécimes foram armazenados em água a 37$^{o}$C durante 24h, sendo em seguida montados em uma máquina universal de ensaios para realização dos testes de resistência ao cisalhamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância a um critério e ao teste de Tukey para comparação entre os grupos. Não houve diferença entre os grupos 3, 4 e controle ($p < 0,05$). A contaminação da superfície da resina com saliva (Grupo 2) diminuiu significativamente a resistência de união ($p < 0,05$). A análise em MEV dos espécimes do grupo 2 demonstrou a ocorrência de fraturas na interface adesiva em quase todos os corpos-de-prova (80%). Fraturas coesivas da resina inserida na matriz de resina epóxica puderam ser observadas em todos os espécimes dos Grupos 3 e 4. O método que emprega limpeza superficial com ácido e aplicação de um sistema adesivo demonstrou ser efetivo na recuperação da resistência adesiva a valores semelhantes à resistência coesiva do material.

# Introdução

# 1 INTRODUÇÃO

O surgimento e o desenvolvimento da tecnologia adesiva trouxeram consigo um grande avanço para a Odontologia. A capacidade de “colar” materiais à base de resina à estrutura dentária através de sistemas adesivos possibilita atualmente grande variedade de tratamentos estéticos conservadores, com boa previsão de sucesso e longevidade[57]. É provável que nenhum outro material tenha sido tão pesquisado e criticamente avaliado nas últimas décadas quanto as resinas compostas. Novos materiais e sistemas adesivos resinosos são constantemente introduzidos no mercado mundial.

A preocupação com a melhoria das propriedades físico-químicas das resinas compostas de inserção direta é constante, desde sua introdução por BOWEN[12], em 1956. Elas surgiram no mercado como evolução das resinas epóxicas e acrílicas restauradoras e consistem de uma porção orgânica e uma inorgânica. A estrutura orgânica das resinas foi bastante modificada, visando melhorar a estabilidade dimensional e, com a finalidade de aprimorar as propriedades mecânicas, houve a inclusão de componentes inorgânicos, com a superfície quimicamente tratada com silano, para possibilitar a união e a interação com a fase orgânica[69].

A prática de adicionar partículas inorgânicas de tamanho micrométrico à matriz orgânica dos materiais resinosos tem se tornado uma constante no aperfeiçoamento das propriedades mecânicas e, conseqüentemente, tem se refletido na fabricação de novos produtos pelo mercado odontológico nos

últimos anos[40,46,81]. Outra importante razão para diminuir o tamanho das partículas de carga foi a dificuldade encontrada em polir as resinas convencionais ou de macropartículas[6] (resinas com partículas de tamanho médio maior que 15μm). Superfícies ásperas rugosas resultavam da diferença de dureza entre fase orgânica e inorgânica[80]. Como conseqüência, as restaurações de resina composta tradicional apresentavam retenção de placa e irritação gengival maiores. Além disso, essas restaurações eram mais sensíveis ao manchamento[75].

Desta forma, o aperfeiçoamento das resinas compostas tem-se concentrado na maximização da interação entre a fase orgânica e a carga inorgânica. Isto é possível e conseguido no processo de fabricação utilizando partículas de carga de menor tamanho com a finalidade de aumentar a área de contato para interagir com a fase orgânica[46]. O surgimento de métodos sintéticos capazes de produzir partículas de tamanho nanométrico[21] possibilitou um grande aumento na área de superfície de contato, de tal modo que os polímeros reforçados com nanopartículas apresentam propriedades físicas melhoradas[46]. O estudo das propriedades mecânicas dessa nova classe de resinas compostas, ou seja, aquelas que apresentam partículas inorgânicas variando entre 0,001 e 0,01μm, também chamadas de resinas de nanopartículas, parece constituir um avanço tecnológico do sistema restaurador adesivo de grande importância.

Associado ao conhecimento das propriedades físicas e químicas dos atuais materiais restauradores adesivos resinosos, algumas situações

clínicas específicas do dia-a-dia sentidas e relatadas pelos dentistas necessitam ser esclarecidas com a finalidade de melhorar sua técnica restauradora, principalmente quando a superfície da resina composta é contaminada durante as fases de inserção e escultura.

Sabe-se que a confecção de uma restauração de resina composta pela técnica incremental de inserção é possível pela adesão de um incremento sobre o outro, devido à presença de monômeros residuais e radicais livres na resina já polimerizada. Se a superfície da resina é contaminada com saliva, transudato gengival ou alterada por contato digital com luvas de látex, desgaste com instrumentos rotatórios como pontas diamantadas, brocas multilaminadas, discos de lixas, tiras de lixa etc., pode haver um comprometimento da adesão entre os incrementos. Estas situações comumente aventadas pelos profissionais em palestras, aulas ou cursos nem sempre são contestadas adequadamente. Qual seria o melhor tratamento a ser aplicado na superfície de uma resina composta depois de contaminada ou trabalhada? É possível condicioná-la e torná-la reativa a ponto de conseguir uma resistência de união compatível com a que se consegue pela técnica incremental? Para estas perguntas não foram encontradas respostas adequadas na literatura especializada.

Por outro lado, a contaminação por saliva da interface adesiva na superfície do esmalte[18,38,39,44,49] e da dentina[38,44,48,74,78] tem sido objeto de estudos, entretanto, há uma falta de informação sobre o efeito da contaminação entre as superfícies dos incrementos de resina[35,36,56]. Clinicamente, a contaminação por fluidos torna-se um problema para o

dentista quando: após a remoção do isolamento absoluto, novos incrementos de resina composta são necessários para melhorar o contorno de restaurações; há impossibilidade de realização de isolamento absoluto; a sessão clínica torna-se muito demorada, havendo dificuldade de manutenção do campo operatório seco.

Assim, considerando-se a escassez de trabalhos ou pesquisas controladas sobre o efeito da contaminação da superfície da resina por saliva e o qual o tratamento necessário para dar à interface resina-resina suficiente resistência de união, há necessidade de novos estudos. Estas foram as razões que motivaram a realização desta investigação.

# Revisão de Literatura

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A ciência dos materiais dentários é derivada da ciência de materiais em geral. O estudo dos materiais pode ser didaticamente organizado em quatro categorias de materiais: os metais, as cerâmicas, os polímeros e os compostos. Os materiais compostos são misturas físicas de metais, cerâmicas e/ou polímeros. O objetivo de um material composto é misturar as características das partes constituintes para obter um material com propriedades intermediárias e, com isso, tirar vantagem das melhores propriedades de cada fase. Um exemplo de material composto natural é o esmalte dentário, no qual a enamelina representa a matriz orgânica. Uma mistura clássica utilizada para restaurações dentárias envolve partículas de cerâmica misturadas com uma matriz polimérica, constituindo a resina composta[3,7,24].

Segundo BAYNE, THOMPSON, TAYLOR[7] (2002), os materiais compostos podem ser descritos como uma fase dispersa (carga) misturada em uma fase contínua (matriz). A fase contínua é geralmente aquela que é fluida durante a manipulação e inserção do material. É também a fase que tende a apresentar as propriedades menos desejáveis na mistura. Como uma regra geral, minimizar a quantidade de matriz de qualquer sistema produz materiais com melhores características. Para uma resina composta distribuir energia em todas as fases dentro do sistema, é importante que a fase dispersa seja efetivamente aderida à fase contínua[7].

A partir de estudos da estrutura e das propriedades físico-químicas dos materiais, realizados nas décadas de 50 e 60, foram desenvolvidos materiais estéticos à base de resina. BOWEN[12], em 1956, fez uma combinação entre a resina epóxica e a resina acrílica restauradora à base de metacrilato, unindo as propriedades dos dois materiais. Da resina epóxica, a baixa alteração dimensional e, da acrílica, a rápida velocidade de polimerização. Esse novo material passou a ser denominado "Resina de Bowen" ou Bis-GMA, por ser o produto da reação química entre *bisfenol A* e *glicidil metacrilato.*

Em 1963, o mesmo pesquisador, na tentativa de melhorar as propriedades físicas das resinas acrílicas, desenvolveu um método de incorporação de partículas inorgânicas à matriz de polímero orgânico. Este método baseava-se na cobertura da partícula de sílica com um agente anfótero vinil silano. Esse agente promovia a adesão entre a fase orgânica e a inorgânica da resina composta, resultando em redução da contração de polimerização, redução do coeficiente de expansão térmica, aumento da resistência à compressão e aumento da dureza[62].

Devido a esta mistura heterogênea de fases orgânica e inorgânica, ao invés de serem apenas uma combinação de resinas, estes materiais, segundo a *ADA*[1] (1998), são mais bem definidos como "compostos à base de resina".

As propriedades mecânicas de um material podem ser avaliadas através de sua resposta a forças externas. Estão relacionadas com dureza, rigidez e resistência e são descritas em termos de tensão e deformação no material. A tensão é a relação entre a força aplicada e a área de seção do material[7,24] de acordo com a fórmula: T = F/A, onde T = tensão gerada no sistema, F = força aplicada e, A = área de seção (Figura 2.1).

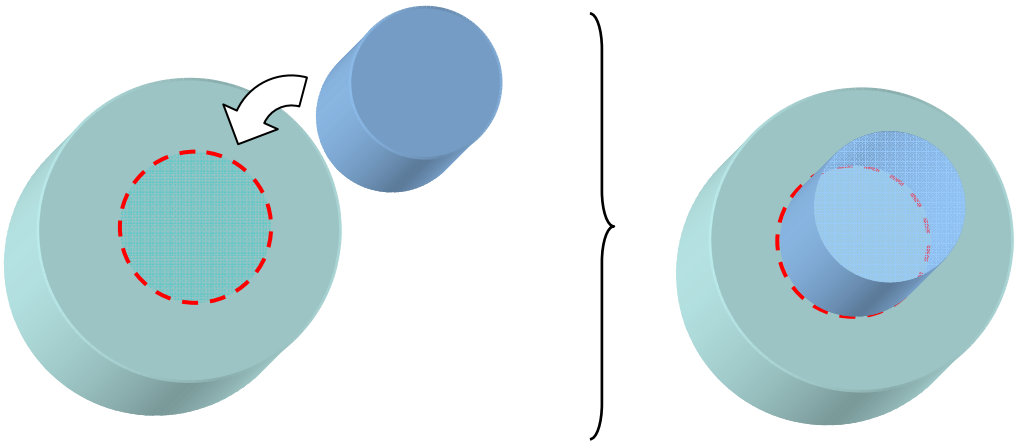

Figura 2.1 – Partes constituintes de um corpo-de-prova para análise de resistência mecânica: nos testes de resistência adesiva uma **base** é confeccionada com algum tipo de substrato (metal, porcelana, esmalte, dentina, resina composta etc), representada em verde no esquema; a **área de seção** é onde o adesivo é aplicado (pontilhado vermelho); um outro substrato para adesão (cilindro azul) é em seguida inserido sobre a base. Dependendo do teste a ser empregado, a forma do corpo-de-prova pode variar, porém os componentes são os mesmos (adaptado de BAYNE, THOMPSON, TAYLOR[7] 2002).

A evidência científica baseada no comportamento mecânico dos materiais restauradores por meio de métodos de avaliação não é nova. BLACK[9,10], em 1908, já descrevia um bom ou mau "desempenho" de um material com base em avaliações da resistência mecânica dos diferentes materiais restauradores existentes na época. No seu livro de 1908, sobre "Odontologia Operatória", BLACK[9,10] estabeleceu e introduziu diretrizes e métodos que foram fundamentados firmemente na ciência da observação clínica e em dados experimentais.

Ainda segundo BLACK[8] (1895) "*o objetivo da investigação da relação entre a resistência física dos dentes, a resistência dos materiais restauradores e a força gerada quando a mandíbula é levada em oclusão, é encontrar os fatores ou leis que irão nos possibilitar adaptar perfeitamente os materiais restauradores às cargas mastigatórias e às forças geradas sobre os dentes ou restaurações*...".

Os testes mecânicos são utilizados na avaliação *in vitro* das mais diversas situações. Nas situações que envolvem a utilização de sistemas adesivos são avaliadas junções adesivas. Uma junção adesiva é o resultado da interação de uma camada de um material intermediário (adesivo) com duas superfícies, produzindo duas interfaces adesivas (Figura 2.2). Essa junção pode ser o resultado da adesão entre duas superfícies, quaisquer

que sejam: estruturas dentárias (esmalte ou dentina), porcelanas, resinas compostas ou metais[3,7].

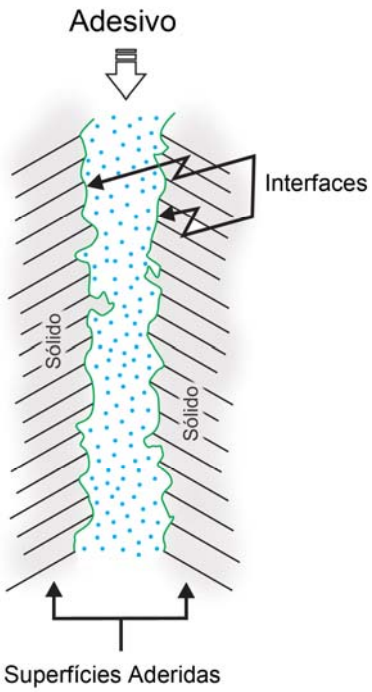


Figura 2.2 – Representação esquemática de uma junção adesiva (adaptado de BAYNE, THOMPSON, TAYLOR[7] 2002).

Para verificar a resistência mecânica da interface de um sistema restaurador adesivo, vários testes têm sido utilizados. Na literatura, inúmeros trabalhos são encontrados, utilizando os mais diversos tipos de testes de resistência como: testes de tração diametral[27,64], de resistência flexional de três pontos[4,47], de resistência flexional de quatro pontos[71,77], de resistência ao cisalhamento[17,37], de resistência à tração[16,23], resistência à fadiga[67], energia de fratura[56] e resistência à microtração[61]. Não há um critério estabelecido para a escolha do teste a ser empregado.

ØILO, AUSTRHEIM[59] (1993) compararam os testes de tração e de cisalhamento descritos na especificação ISO TR 11405 [53], de 1993, com

relação à resistência mecânica de diferentes sistemas adesivos dentinários. Segundo esses autores, os dois métodos proporcionaram valores de magnitude comparável e demonstraram ser igualmente representativos como testes *in vitro* da qualidade de sistemas adesivos dentinários.

DeHOFF, ANUSAVICE, WANG[29] (1995) comparam, através de análise de elemento finito tridimensional dois métodos de cisalhamento: aquele realizado com ponta em forma de faca e o método de tração por cisalhamento, realizado com alça de fio de aço exercendo estresse de cisalhamento, com relação ao acúmulo de estresse em interfaces adesivas. Através da análise de elemento finito, os autores demonstraram que o método de tração por cisalhamento exerce menor concentração de estresse próximo da interface adesiva, na região de aplicação das forças, proporcionando uma melhor distribuição de forças (Figura 2.3). Entretanto, devido à concentração de forças, todos os métodos de cisalhamento subestimam o valor de resistência adesiva.

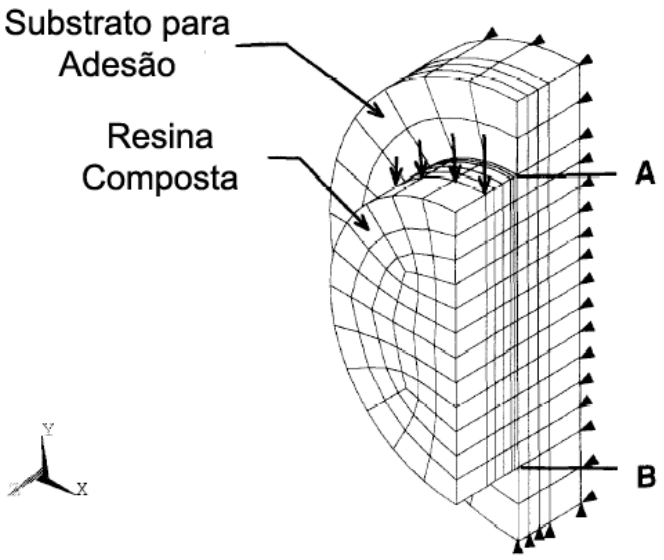


Figura 2.3 – Modelo tridimensional utilizado por DeHOFF, ANUSAVICE, WANG[29] (1995) para avaliar qual seria o comportamento de testes de cisalhamento sobre a interface adesiva com relação ao acúmulo de estresse na região de aplicação das forças.

A utilização de diferentes métodos de avaliação da resistência mecânica de interfaces adesivas pode gerar resultados discrepantes para a mesma condição experimental. Com a finalidade de avaliar se o método de cisalhamento com alça de fio ortodôntico produzia resultados diferentes do método de resistência flexional de quatro pontos, DUNN, SÖDERHOLM[34] (2001), comparam a resistência ao cisalhamento e a resistência à flexão de três diferentes sistemas adesivos dentinários. Os autores observaram que, apesar de a resistência ao cisalhamento ter sido estatisticamente menor que a resistência flexional, não houve diferença estatística na resistência adesiva entre os sistemas adesivos testados, para nenhum dos métodos, demonstrando que ambos os métodos podem ser utilizados para avaliação da interface adesiva.

CARDOSO *et al.*[19], em 2003, analisaram a resistência ao cisalhamento de dois adesivos através de dois métodos: alça de fio ortodôntico e ponta de faca. 24 molares humanos recém extraídos foram montados em tubos de PVC com resina acrílica e divididos em dois grupos. Uma das superfícies proximais de cada dente foi aplainada e polida, a fim de obter uma superfície de dentina de 6mm de diâmetro. Para cada grupo foi utilizado um adesivo: *Etch & Prime 3.0* ou *Single Bond*. A seguir, restaurações em forma de cone foram confeccionadas com a resina *Z100*. Após armazenamento em água a 37°C por 24h, os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento utilizando alça de fio ortodôntico. Os mesmos dentes foram montados novamente em tubos de PVC e os espécimes, confeccionados da mesma forma que a anterior. Após armazenamento, os espécimes foram submetidos ao ensaio de cisalhamento utilizando uma lâmina em forma de ponta de faca. Os valores de resistência obtidos para o *Etch & Prime 3.0* foram menores que para o *Single Bond*, para ambos os métodos de aplicação de carga ($p < 0,001$). Considerando o método de cisalhamento, valores maiores ($p < 0,01$) foram obtidos para o *Etch & Prime 3.0* quando a lâmina em forma de ponta de faca foi utilizada. Não foi observada diferença estatística entre os dois métodos para o *Single Bond*. Apesar de ter sido encontrada diferença estatística entre os dois métodos para o *Etch & Prime 3.0*, segundo os autores, a desproporção quantitativa entre as magnitudes de adesão para cada sistema adesivo foi mantida. Houve uma correlação significativa entre os valores de resistência adesiva obtidos para o mesmo dente ($p < 0,05$).

Os testes de resistência mecânica da interface resina-resina têm sido freqüentemente realizados entre resinas envelhecidas e novos incrementos, simulando a condição clínica de reparo de resinas compostas devido à importância desta técnica de tratamento[11,43].

Em 1971, FORSTEN, VALIAHO[42] compararam a resistência transversa de vários materiais restauradores. Eles avaliaram o cimento de silicato, a resina acrílica e sete resinas compostas. Os autores procuram determinar também a resistência de reparos realizados em resina acrílica e resina composta. Os espécimes foram envelhecidos em água durante 6 a 12 semanas. Após esse período, os espécimes foram abrasionados e acoplados a uma matriz metálica para serem reparados. A análise da resistência transversa demonstrou médias mais baixas para o cimento de silicato que para a resina composta. Os reparos exibiram médias de resistência menores, tanto para aqueles realizados com resina composta quanto para aqueles realizados com resina acrílica.

Na década de 70, uma nova técnica restauradora foi sugerida com a finalidade de minimizar e efeito da contração de polimerização e facilitar a acomodação do material[52]. Derivada da técnica do pincel de NEALON[58] (1952) e de escoamento de BOYD[14] (1957) para resinas acrílicas restauradoras[70], esta técnica preconizava a inserção da resina na cavidade em incrementos, originando uma restauração composta de múltiplas camadas e com “emendas” (Figuras 2.4 e 2.5).

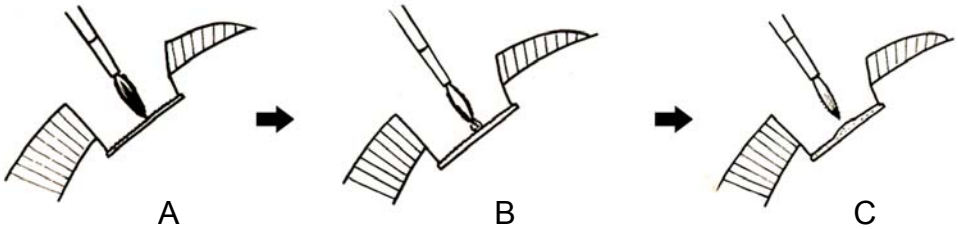


Figura 2.4 – Técnica do pincel ou sem pressão de NEALON[58] (1952) para restaurações de resina acrílica: A – umedecimento da parede pulpar com monômero; B – colocação de uma porção de polímero-monômero; C – remoção do pincel, permitindo que o polímero, saturado de monômero, possa escoar sobre a superfície. Esperava-se 10-15 segundos e repetia-se a operação até preencher com excesso toda a cavidade (adaptado de SKINNER, PHILLIPS[70] 1962).

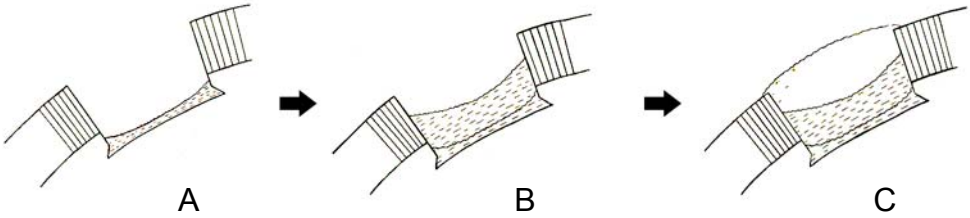


Figura 2.5 – Técnica do escoamento de BOYD[14] (1957) para restaurações de resina acrílica: A – fazer com que a mistura de monômero e polímero escoe, preenchendo aproximadamente um terço da cavidade; B – adicionar uma segunda camada um tanto mais espessa; C – Preencher a cavidade com excesso (adaptado de SKINNER, PHILLIPS[70] 1962).

BOYER, CHAN, TORNEY[16], em 1978, determinaram a resistência à tração de espécimes de resina composta confeccionados em múltiplas camadas e o efeito de reparos feitos em resina composta utilizando-se diferentes tratamentos de superfície. Como tratamentos de superfície, os autores utilizaram discos de carbureto de silício (carborundum), brocas de corte cruzado, ácido fosfórico 37% e resina composta fluida sem carga. Os

autores observaram que: os corpos-de-prova confeccionados em múltiplas camadas não tiveram a resistência à tração diminuída quando comparados à resistência coesiva do material (grupo controle); as amostras confeccionadas pela adição de resina composta sobre uma superfície desgastada apresentaram cerca da metade da resistência coesiva da resina; a resistência à tração dos espécimes confeccionados após a aplicação de uma camada de resina fluida sem carga sobre a superfície desgastada foi maior quando comparada à não aplicação de resina fluida.

A efetividade de um agente silanizador nos reparos de resina composta foi avaliada por SWIFT Jr., CLOE, BOYER[72], em 1984. Foram realizados diferentes tratamentos de superfície em espécimes armazenados em água por 120 dias e submetidos à análise de resistência transversa. Os tratamentos empregados foram: jato de óxido de alumínio; condicionamento com ácido fluorídrico 9,6%; ou, associação dos métodos anteriores. O silano foi aplicado em metade dos espécimes após os tratamentos de superfície. Todos os espécimes receberam uma camada de adesivo antes da inserção da resina de reparo. Após o reparo, os espécimes foram armazenados em água por sete dias. A resistência transversa de barras intactas de resina composta foi determinada como controle. O tratamento de superfície que forneceu os maiores valores de resistência transversa foi o jato de óxido de alumínio, atingindo 62% da resistência coesiva do material, enquanto sua associação com o ácido fluorídrico atingiu valores correspondentes a 41%. As resistências de todos os reparos foram significativamente menores que a resistência coesiva do material, porém, não foram diferentes entre si. A

silanização aumentou a resistência dos reparos submetidos ao jateamento e à aplicação de ácido fluorídrico ou somente à aplicação de ácido, mas não a dos espécimes somente jateados.

A resistência de reparos realizados em uma resina composta com alto teor de carga (*P10* 3M) foi avaliada por LLOYD, DHURU[56] (1985), através da energia de fratura da interface. Os espécimes foram confeccionados em uma matriz (Figura 2.6) e em seguida armazenados em água destilada a 37°C por 24h. Posteriormente, foram fraturados ao meio em uma máquina universal de ensaios. Cada metade do espécime fraturado foi recolocada na matriz para a confecção dos reparos. Foram realizados quatro tipos de reparo: A – a metade do espécime foi recolocada imediatamente na matriz e a resina composta inserida diretamente sobre a superfície fraturada limpa; B – a metade do espécime foi imersa em saliva artificial por uma hora, em seguida lavada com água destilada e seca com ar quente e reparada; C – o mesmo procedimento de A, com a aplicação do adesivo *Scotchbond – 3M* antes da inserção da resina; D – o mesmo procedimento de B, com a aplicação do adesivo *Scotchbond – 3M* antes da inserção da resina. Os espécimes reparados foram armazenados em água a 37°C por 24h e, em seguida, foram fraturados utilizando as mesmas condições do grupo controle. Cada procedimento de reparo foi repetido oito vezes com a finalidade de obter valores médios e desvios padrão. Quando comparada aos valores de resistência coesiva do material, a energia de fratura dos espécimes reparados foi significativamente menor. Segundo os autores, nas amostras contaminadas por saliva antes do reparo, houve uma redução

significante na resistência devido à inibição da formação de ligações químicas entre as duas superfícies, porém, o emprego do agente de união foi capaz de aumentar a energia de fratura, de modo a torná-la semelhante à dos reparos executados sobre superfícies sem contaminação.

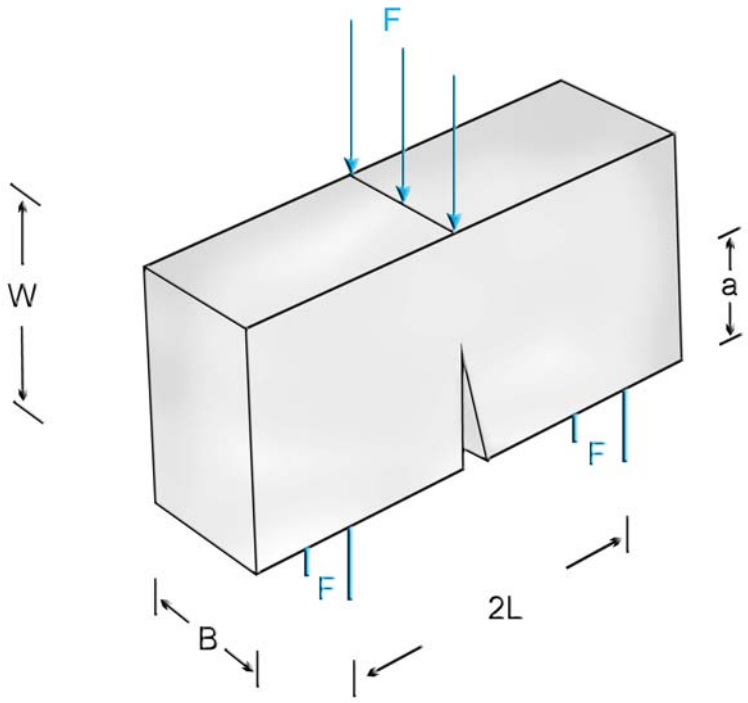


Figura 2.6 – Esquema do espécime utilizado por LLOYD, DHURU[56] (1985) para avaliar a energia de fratura de reparos em resina composta. Os autores definiram a geometria do espécime da seguinte forma: B = a = 0,5W = 0,25L (B = 3,0mm). A força (F) era aplicada em três pontos (adaptado de LLOYD, DHURU[56], 1985)

Uma outra forma de avaliação de reparos de resina foi demonstrada em 1986 por CHALKLEY, CHAN[20]. Esse estudo avaliou a ocorrência de microinfiltração marginal com nitrato de prata na interface adesiva de diferentes marcas comerciais de resinas compostas envelhecidas por uma semana e em seguida reparadas com a mesma resina ou uma resina

diferente. Os autores observaram um maior grau de infiltração nos espécimes reparados após a contaminação da interface adesiva com saliva. Os menores valores de infiltração foram observados nos espécimes nos quais o reparo foi realizado após condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo. Também se observou um menor grau de infiltração nos espécimes que foram reparados com uma resina composta com características químicas semelhantes à resina original.

Em 1990, BALLESTER[5] determinou a resistência ao dobramento de reparos de resina composta, comparada com a resistência coesiva, em função das marcas comerciais utilizadas (três marcas), tempo decorrido entre a colagem e o ensaio (dois tempos – 1 ou 14 dias) e tratamentos superficiais sofridos pelo substrato (quatro tratamentos). A análise dos resultados demonstrou que as resinas estudadas apresentam resistências coesivas diferentes entre si, sendo a *Herculite XR* a mais resistente, seguida pela *P-50* e pela *Silux-Plus*. Os reparos realizados com as três marcas também apresentaram porcentagens diferentes de reconstituição das respectivas resistências coesivas, na seguinte ordem descrescente: *Silux-Plus*, *Herculite-XR* e *P-50*. As técnicas de reparo produziram resultados que variaram conforme a marca. A silanização produziu o melhores resultados e a aplicação de ácido fluorídrico produziu os piores resultados, ficando o tratamento com ácido fosfórico e a polimerização ao ar da superfície a ser reparada como as opções que normalmente produzem resultados intermediários. O fator tempo de armazenamento não influiu na maior parte dos produtos estudados.

BROSH *et al.*[17] (1997) avaliaram o efeito da combinação de diferentes tratamentos de superfície e sistemas adesivos na resistência ao cisalhamento entre resinas compostas novas e antigas. 360 espécimes de uma resina composta híbrida foram armazenados em água destilada a 37°C durante 14 dias, sendo aleatoriamente divididos em seis grupos. Um tratamento de superfície foi realizado para cada grupo: 1 – nenhum tratamento; 2 – desgaste com ponta diamantada em alta rotação sob refrigeração; 3 – jateamento com partículas de óxido de alumínio 50µm por 10s; 4 – jateamento com bicarbonato de sódio por 15s; 5 – desgaste com disco de carborundum em baixa rotação sob refrigeração; 6 – aplicação de ácido fluorídrico 9,5% por 60s, lavado com água por 2 minutos e secagem com ar. Cada espécime foi lavado com água por 20s e seco com ar por 10s. Cada grupo foi subdividido em três subgrupos (n = 20): 1 – controle, sem a aplicação de adesivo; 2 – aplicação de resina fluida sem carga e; 3 – aplicação de silano, seguida da aplicação de resina fluida sem carga. Uma resina microparticulada foi inserida sobre a resina híbrida envelhecida com o auxílio de uma matriz de Teflon para completar o reparo. Em seguida, os espécimes foram levados a uma máquina universal de ensaios para realização dos testes de cisalhamento (Figura 2.7). Os resultados demonstraram que o uso de uma resina fluida sem carga, sozinha ou com silano, foi o método mais efetivo para aumentar a resistência dos espécimes reparados, independente do pré-tratamento de superfície. A silanização, associada à aplicação de adesivo, aumentou a resistência do reparo em relação ao adesivo isoladamente, mas não significativamente. Os autores

concluíram que a combinação de diferentes tratamentos de superfície e agentes adesivos afetou a resistência adesiva ao cisalhamento de maneira diferente. Os valores mais altos foram obtidos pelo desgaste superficial com disco de carborundum ou jateamento com óxido de alumínio, enquanto os mais baixos foram obtidos pela aplicação de ácido fluorídrico.

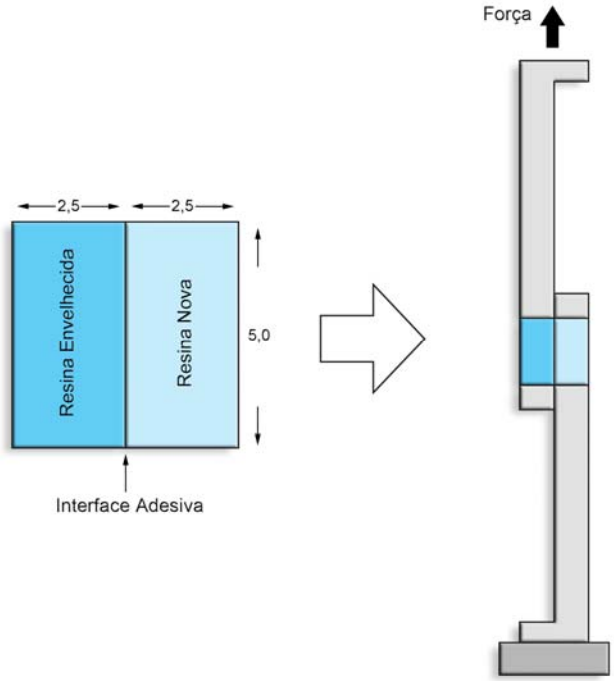


Figura 2.7 – Representação esquemática da técnica de cisalhamento utilizada por BROSH *et al.*[17] (1997).

Duas resinas compostas com diferentes características, uma condensável (*Filtek P60*) e uma híbrida convencional (*Pertac II*) foram avaliadas por DIAS, RITTER, SWIFT Jr.[31] (2003). Eles realizaram diferentes procedimentos de reparo e compararam três adesivos. 30 discos de resina com diâmetro de 8mm e 5mm de altura para cada material, num total de 60

unidades, foram polimerizados e armazenados por sete dias em água destilada deionizada a 37°C. Em seguida, os espécimes foram polidos e armazenados em água a 37°C por mais 24h. Após este período, todos os espécimes foram jateados com *Microetcher II* utilizando partículas de óxido de alumínio de 30µm com sílica silanizada (*CoJet-System*) por 10s, seguido da aplicação de silano (*ESPE-Sil*). Os espécimes de cada resina composta foram divididos em três grupos (n = 10), no qual se aplicou um adesivo diferente para cada um (*EBS-Multi*, *One-Step* e *Prompt L-Pop*). Após a aplicação e polimerização de cada adesivo, a resina *Pertac II* foi inserida e polimerizada utilizando uma matriz de 4,5mm por 10mm. Como controle, a resina *Pertac II* foi inserida sobre discos de *Filtek P60* e *Pertac II* recém polimerizados sem nenhum tratamento de superfície. Todos os espécimes foram novamente armazenados em água 37°C por 24h e, em seguida, foram realizados os testes de cisalhamento. As resistências médias e os respectivos desvios padrão foram: P60/controle = 25,2 ± 3,0; P60/*EBS-Multi* = 18,0 ± 2,3; *P60*/*One-Step* = 16,7 ± 2,3; *P60*/Prompt = 10,5 ± 3,3; *Pertac*/*controle* = 25,5 ± 3,6; *Pertac*/*EBS-Multi* = 18,8 ± 3,0; *Pertac*/*One-Step* = 18,8 ± 2,4; *Pertac*/*Prompt* = 9,7 ± 3,5. Todos os valores de resistência dos espécimes reparados foram menores que os respectivos controles ($p < 0,01$). Os reparos realizados com o adesivo *Prompt L-Pop* apresentaram valores de resistência ao cisalhamento menores que os reparos feitos com *EBS-Multi* e *One-Step* ($p < 0,05$). Segundo os autores, ambos os tipos de resina, condensável e híbrida, apresentam potenciais de reparo

semelhantes, porém, a resistência do reparo pode variar em função do adesivo utilizado.

De forma geral, tem-se observado que os tratamentos que aumentam a rugosidade superficial, seja através da utilização de pontas diamantadas ou através de jateamento com partículas de óxido de alumínio, têm mostrado melhores resultados na resistência de reparos[11,26,43,73].

Segundo a *ADA Council on Scientific Affairs*[2] (2003), um importante fator a ser considerado na utilização de compostos a base de resina é o adequado controle do campo operatório. As resinas compostas não podem ser inseridas adequadamente em cavidades contaminadas com sangue ou saliva. Ainda segundo a *ADA*, a contaminação de uma cavidade resulta em falha na adesão entre o material restaurador e a estrutura dentária e, assim, na subseqüente infiltração nesta interface.

A contaminação da interface resina-resina por saliva foi estudada por EIRIKSSON *et al.*[35], em 2004 através de ensaios de microtração. Os autores avaliaram o efeito da contaminação com a finalidade de determinar qual dos métodos de descontaminação propostos seria o mais adequado. Foram confeccionados 96 cilindros de resina composta *Z250*, *Renew*, *Clearfil APX* e *Pertac II*, os quais foram aleatoriamente divididos em seis grupos. Para cada material, um grupo de espécimes não foi contaminado, servindo como

controle. Para os outros espécimes, a superfície de cada bloco foi tratada com saliva que foi lentamente seca (tratamento 1); seca vigorosamente (tratamento 2); seca lentamente, lavada e seca (tratamento 3); seca lentamente, lavada, seca, seguida da aplicação de adesivo *Single Bond*, *One-Step*, *Clearfil SE Bond*, ou *Prompt L-Pop* (tratamento 4); ou, seca lentamente, mas não lavada, seguida da aplicação dos mesmos sistemas adesivos (tratamento 5). Em seguida aos tratamentos de superfície, incrementos de 2mm de resina composta foram aplicados e fotopolimerizados. Após 24 horas, os espécimes foram preparados para os ensaios de microtração. Os autores concluíram que a contaminação por saliva diminuiu significativamente a resistência adesiva entre as superfícies da resina composta, independentemente do material avaliado. Secar e lavar a saliva não restaurou a resistência adesiva. Não foi observada diferença estatística entre o tratamento 5 e o grupo controle; para todos os outros tratamentos a resistência à microtração foi significantemente menor ($p < 0,05$). Para o tratamento 2, a resistência mecânica foi menor para as resinas *Z250* e *APX* e não para a *Renew* e a *Pertac II*. O tratamento 3 reduziu a resistência adesiva de três resinas (*Z250*, *Renew* e *APX*). A aplicação do respectivo sistema adesivo devolveu a resistência adesiva para a *Z250* e a *Renew*, mas não para a *APX* e a *Pertac II*.

Os mesmos autores[36], também em 2004, estudaram o efeito da contaminação com sangue da interface adesiva resina-resina. Para a fase experimental, os autores utilizaram os mesmos materiais e métodos descritos anteriormente. Eles observaram que a contaminação por sangue

diminuiu significativamente a resistência adesiva para todos os materiais. Lavar o sangue e, em seguida, secar a superfície restabeleceu a resistência para a *Pertac* II, mas não para as resinas *Z250*, *Renew* e *APX*. A aplicação de um sistema adesivo após lavar e secar a superfície aumentou a resistência à microtração para a *Z250*, mas não significativamente. A aplicação do respectivo adesivo aumentou significativamente a resistência adesiva para *Renew* e a *APX*, não sendo observada diferença estatística em relação aos grupos controles. A aplicação de um sistema adesivo não aumentou a resistência adesiva da *Pertac II*.

# Proposição

# 3 PROPOSIÇÃO

O propósito deste trabalho foi:

- Avaliar o efeito da contaminação por saliva humana na resistência adesiva de união de resinas compostas sob esforços de cisalhamento;
- Evidenciar dentre os métodos aplicados, os que possibilitam o melhor tratamento para a superfície contaminada;
- Analisar, através de microscopia eletrônica de varredura, os tipos ou padrões de fratura após ensaios de cisalhamento.

# Material e Métodos

# 4 MATERIAL E MÉTODOS

Toda a fase laboratorial de confecção dos corpos-de-prova utilizados no experimento foi realizada em sala com umidade do ar e temperatura ambiente controladas[53]. Assim, todas as amostras foram confeccionadas sob temperatura de 23°C ± 1 e umidade relativa 50 ± 5%.

Os materiais utilizados no desenvolvimento desta pesquisa estão listados na Tabela 4.1 e demonstrados na Figura 4.1:

Tabela 4.1 – Produto, fabricante e características dos materiais utilizados no desenvolvimento desta pesquisa.

| *PRODUTO* | *FABRICANTE* | *CARACTERÍSTICAS* |
|---|---|---|
| Grandio | VOCO GmbH | Resina composta nano-híbrida |
| Solobond M Single Dose | VOCO GmbH | Sistema adesivo de dois passos |
| Vococid | VOCO GmbH | Ácido fosfórico em gel a 35% |

Figura 4.1 – Materiais utilizados no desenvolvimento desta pesquisa.

Para confecção dos corpos-de-prova foi utilizada uma resina composta nano-híbrida (Grandio – VOCO GmbH). Esta resina, segundo o fabricante, contém cerca de 87% em peso e 71,4% em volume de partículas de carga, com nano-partículas esféricas (dióxido de silício de 20 a 50nm) e partículas de cerâmicas de vidro.

Foram confeccionadas 40 matrizes de resina epóxica (Resapol T208 Redefibra Comércio de Produtos para Fiberglass Ltda, São Paulo – SP), com o auxílio de um molde de silicona industrial (Borracha de silicone – Redefibra Comércio de Produtos para Fiberglass Ltda, São Paulo – SP) (Figura 4.2).

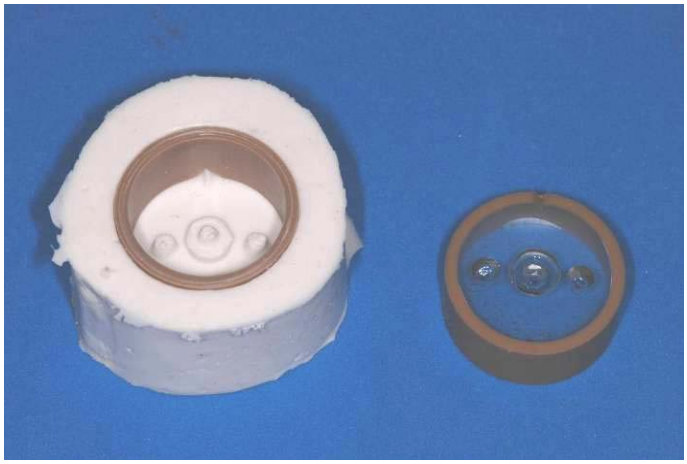

Figura 4.2 – Molde de silicona utilizada para confecção das matrizes de resina epóxica: antes da colocação da resina epóxica no molde, um anel de PVC 3/4 (Tigre S. A. Tubos e Conexões – Joinville – SC) de 12mm de altura e seccionado perpendicularmente ao seu eixo longitudinal era colocado em posição. Este anel tinha por finalidade melhor adaptação da matriz no dispositivo de cisalhamento.

Após sua confecção, as matrizes receberam acabamento em uma lixadeira politriz elétrica com discos de granulometria seqüencial (180, 320, 600, respectivamente), com a finalidade de melhor planificar as superfícies superior e inferior. Essas matrizes possuíam em seu centro uma perfuração cilíndrico-circular de 6,0mm de diâmetro e 2,0mm de profundidade, simulando uma cavidade de classe I. No centro do assoalho dessa cavidade foi confeccionado um orifício de 2,0mm de diâmetro por 2,0mm de profundidade, para estabilizar e/ou ancorar a restauração de resina inserida. Os outros dois orifícios laterais adicionais serviam para abrigar dois pinos metálicos que, por sua vez, guiariam o acoplamento com a matriz de teflon, a fim de facilitar a confecção do segmento experimental do corpo-de-prova (Figura 4.3).

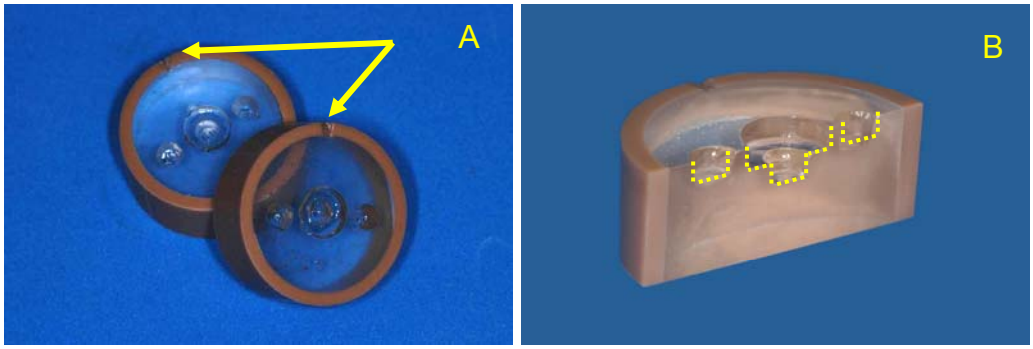


Figura 4.3 A – Matrizes de resina epóxica após acabamento na politriz elétrica. Notar a presença de um pequeno entalhe, para orientar o posicionamento do corpo-de-prova no dispositivo de cisalhamento (setas); B – Secção da matriz, na qual se podem observar os orifícios que a compõem.

A inserção da resina composta Grandio, cor A2, na cavidade da matriz de resina epóxica foi realizada com espátula para resina em incrementos de aproximadamente 1,5mm de espessura. Cada camada foi polimerizada com o aparelho fotopolimerizador Elipar Trilight – ESPE, calibrado a 500mW/cm$^2$ (Figura 4.4), durante 40 segundo cada. Este aparelho possui uma ponta ativa com 8,0mm de diâmetro.

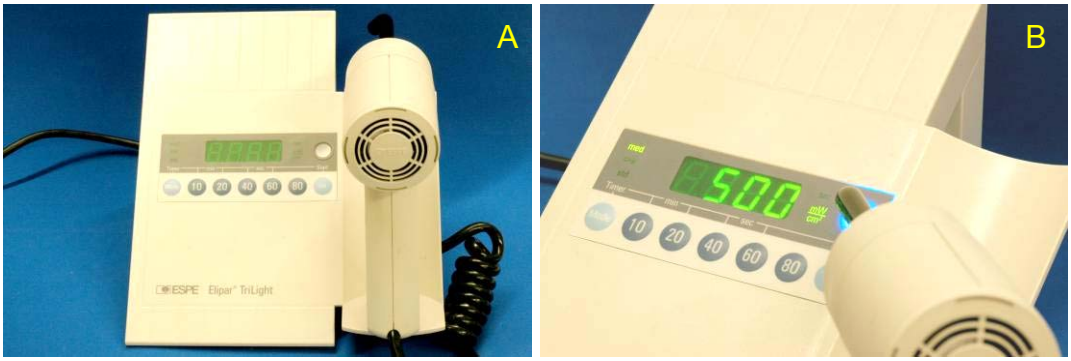


Figura 4.4 – Aparelho fotopolimerizador utilizado (A). Este aparelho possui um radiômetro embutido que serve para medir a densidade de potência (B).

Para a adaptação do último incremento de resina composta foi utilizado um pedaço de tira poliester (TDV Dental Ltda.) com a finalidade de deixar a superfície o mais plana possível (Figura 4.5).

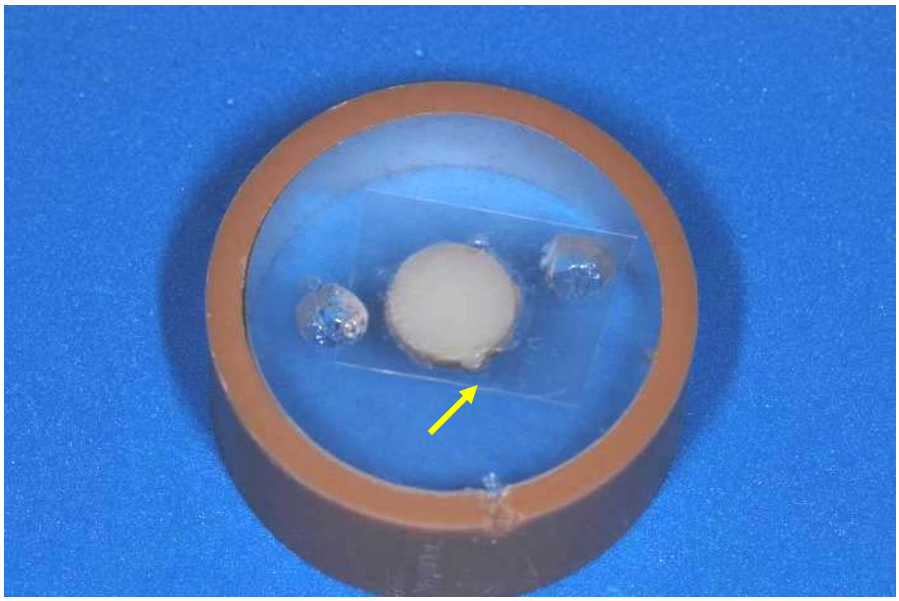

Figura 4.5 – Matriz de resina epóxica após a inserção da resina composta. Uma tira de poliéster é interposta antes da polimerização da última camada de resina e ajuda a deixar a superfície o mais plana possível (seta). Com essa tira em posição é possível encostar a ponta do fotopolimerizador na superfície da mesma.

A contaminação e subseqüentes tratamentos experimentais foram realizados sobre a superfície de resina composta da matriz de resina epóxica. Nesta fase da pesquisa, os grupos foram divididos e os espécimes tratados da seguinte forma:

- grupo 1 – grupo controle – novos incrementos de resina foram inseridos e polimerizados sobre a superfície não tratada da resina composta, já inserida e polimerizada na matriz epóxica;

- grupo 2 – a superfície de resina composta foi contaminada com saliva por 10s e seca com jatos de ar a 10cm de distância por 20s;
- grupo 3 – a superfície de resina composta foi contaminada com saliva por 10s e seca com jatos de ar a 10cm de distância por 20s, seguida do condicionamento com ácido fosfórico em gel, lavagem, secagem e aplicação de sistema adesivo;
- grupo 4 – a superfície de resina composta foi contaminada com saliva por 10s e seca com jatos de ar a 10cm de distância por 20s, asperizada com ponta diamantada #4138 (Kg Sorensen), seguida do condicionamento com ácido fosfórico em gel, lavagem, secagem e aplicação de sistema adesivo.

Após o tratamento de superfície, as matrizes contendo os discos de resina foram levadas a um dispositivo metálico, composto de uma base, um braço e um platô no qual se acoplava uma matriz dividida de teflon (politetrafluoretano), fixada através de um parafuso frontal. A matriz dividida possuía um orifício central com 3,5mm de diâmetro e 3,0mm de altura e dois pinos metálicos com uma única forma de encaixe (Figura 4.6). O orifício central desta matriz de politetrafluoretano (Teflon) foi construído de tal forma que os valores obtidos em Quilograma Força (kgf) após os ensaios mecânicos fossem os mesmos em Mega Pascal (MPa), uma vez que a área de superfície do espécime obtido correspondia ao fator de conversão entre as duas unidades.

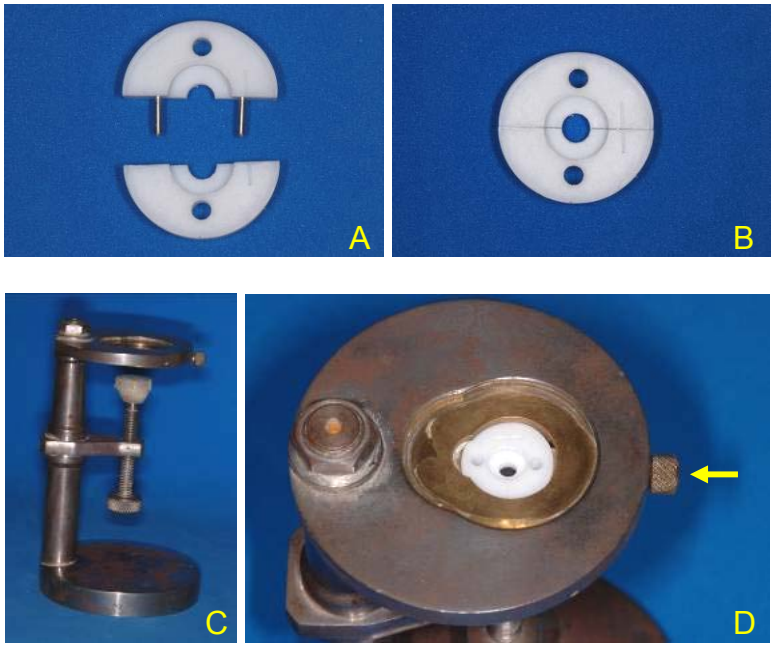


Figura 4.6 – Dispositivos utilizados para confecção do segundo segmento de resina composta, inserido de forma incremental sobre a superfície do primeiro segmento contido na matriz de resina epóxica, após os diferentes tratamentos de superfície: A e B – matriz de teflon dividida em duas partes; C – dispositivo metálico utilizado para posicionar e manter corretamente acopladas as matrizes durante a confecção da parte do corpo-de-prova que sofrerá o esforço de cisalhamento; D – matriz de teflon ajustada ao dispositivo metálico, assentada e fixada através do parafuso frontal (seta) sobre a matriz epóxica que contém o primeiro segmento do corpo-de-prova.

Após o alinhamento da superfície de resina tratada à embocadura da "cavidade" ou perfuração central da matriz de teflon, a parte do corpo-de-prova que será submetida aos esforços de cisalhamento pôde ser inserida. Esta resina foi a mesma da base (Grandio, cor A2) e foi inserida e polimerizada da mesma forma (Figura 4.7) que o primeiro segmento do corpo-de-prova.

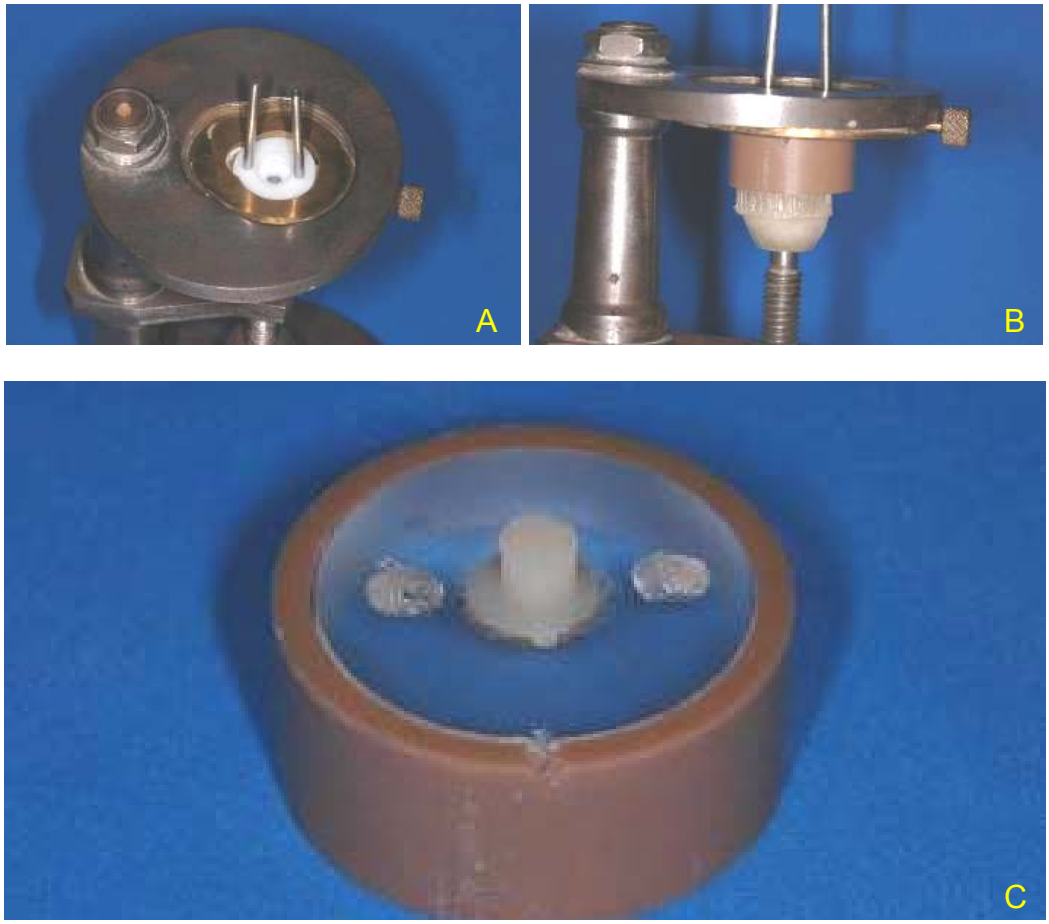


Figura 4.7: A e B – Corpo-de-prova ajustado ao dispositivo metálico; C – confecção do corpo-de-prova concluída.

Após a confecção, os corpos-de-prova foram mantidos imersos em água destilada por 24 horas em estufa a 37°C. Após este período, os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento, através de alça de fio ortodôntico, em uma máquina de ensaios universal Kratos (Kratos Equipamentos Industriais Ltda), à velocidade de 0,5mm/min. Para este teste, os corpos-de-prova foram montados em um dispositivo apropriado e este foi adequadamente fixado à máquina de ensaios (Figura 4.8). Para a realização dos ensaios, utilizou-se um método de tração através de alça feita com fio

ortodôntico passando o mais próximo possível da interface adesiva gerando estresse de cisalhamento.

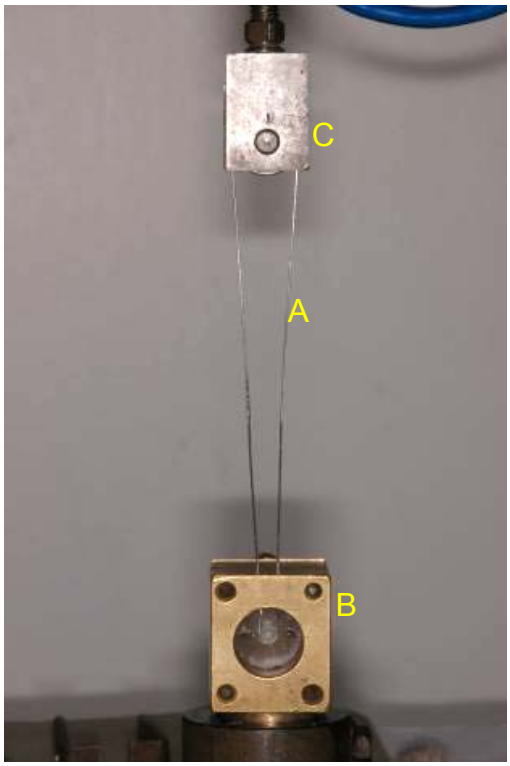


Figura 4.8 – Dispositivo tracionando o corpo-de-prova por meio de uma alça feita com fio ortodôntico (A), induzindo esforços de cisalhamento no segundo segmento do espécime, cujo dispositivo estava preso à plataforma inferior fixa da máquina de ensaio (B); C – dispositivo fixado na plataforma superior móvel da máquina de ensaios, onde era engastada a outra extremidade da alça metálica.

Após os ensaios mecânicos, as partes fraturadas dos corpos-de-prova foram examinadas em microscópio eletrônico de varredura, a fim de verificar se a fratura foi coesiva ou ocorreu na interface adesiva. As avaliações em MEV foram realizadas no NAP-MEPA/ESALQ – USP. A Figura 4.9 ilustra dois corpos-de-prova após o ensaio mecânico e já metalizados para serem analisados em MEV.

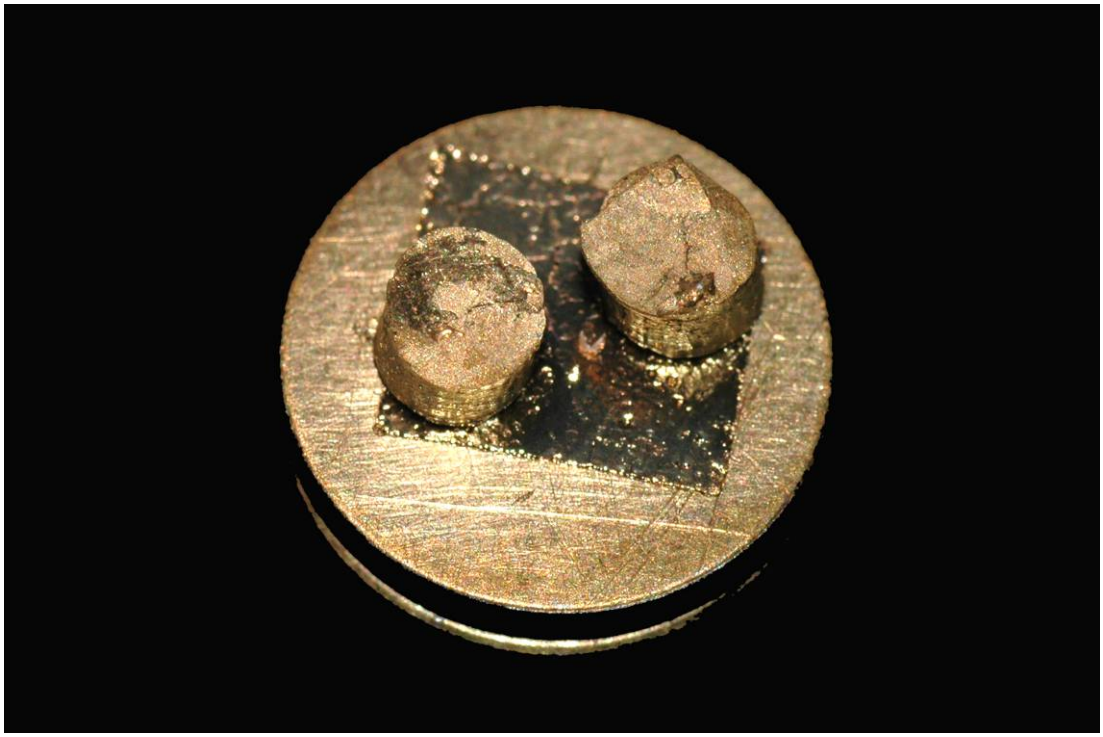

Figura 4.9 – Corpos-de-prova metalizados e prontos para serem analisados em MEV.

*Planejamento estatístico*

Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova) a um critério e teste de comparações múltiplas de Tukey (α=0,05).

# Resultados

# 5 RESULTADOS

As médias e os desvios-padrão dos resultados obtidos para os testes de resistência ao cisalhamento estão demonstrados na tabela 5.1 e na figura 5.1, para os Grupos 1, 2, 3 e 4. Os valores individuais dos dez ensaios de resistência ao cisalhamento em Mega Pascal (MPa) para cada condição experimental, estão apresentados em “Anexos”.

Tabela 5.1 – Média e desvio-padrão (DP) da resistência adesiva sob esforços de cisalhamento, para cada condição experimental (valores em MPa)

| ***Grupo*** | ***Média ± DP*** |
|---|---|
| **1** – Controle | 19,945 ± 3,264 |
| **2** – Contaminação (10s) + Jato de ar (20s) + Resina composta | 9,630 ± 3,933 |
| **3** – Contaminação (10s) + Jato de ar (20s) + Ataque Ácido + Adesivo + Resina composta | 20,325 ± 5,071 |
| **4** – Contaminação (10s) + Jato de ar (20s) + Asperização com Ponta Diamantada + Ataque Ácido + Adesivo + Resina composta | 20,825 ± 2,480 |

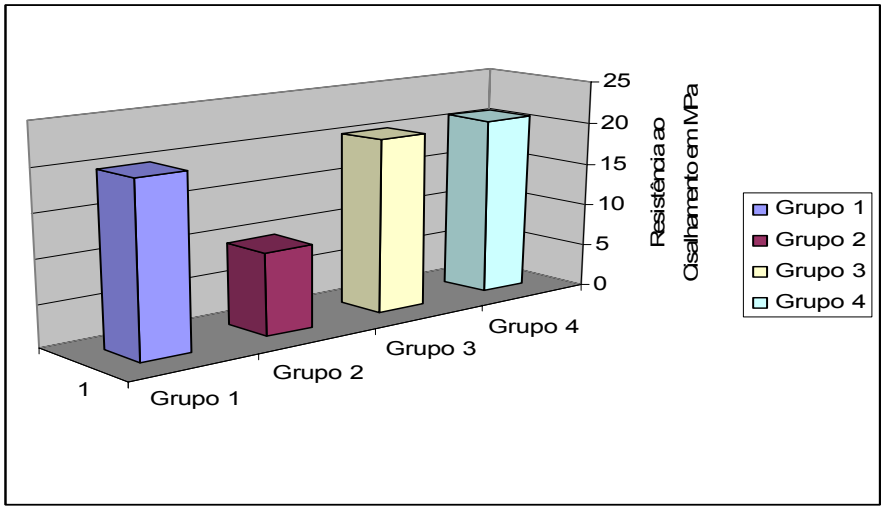


Figura 5.1 – Representação gráfica das médias de resistência ao cisalhamento em MPa.

Para verificar se a diferença dos valores numéricos entre os grupos experimentais era estatisticamente significante, foi aplicada a análise de variância (Anova) a um critério, considerando como variável independente o tratamento de superfície (Tabela 5.2). Pode-se verificar por essa tabela haver diferenças estatisticamente significantes entre os grupos experimentais, o que foi indicado pelo valor de “F” observado ter sido maior que o “F” crítico.

Tabela 5.2 – Resultados da análise de variância a um critério

| ***Fonte de Variação*** | ***Soma dos Quadrados*** | ***Graus de Liberdade*** | ***Quadrado Médio*** | ***“F”*** | ***Probabilidade*** |
|---|---|---|---|---|---|
| Entre Grupos | 868,1977 | 3 | 289,3992 | 19,958 | < 0,0001* |
| Resíduo | 521,9957 | 36 | 14,4998 | | |
| **Total** | 1390,1934 | 39 | | | |

* Diferença estatisticamente significante ($p < 0,05$)

A fim de apontar as condições responsáveis pela significância estatística, realizou-se a comparação individual entre os grupos, aplicando-se o teste de Tukey a um nível de significância de 5% (Tabela 5.3). Pode-se constatar por essa tabela que, quando o valor crítico supera o valor absoluto observado (diferença entre as médias de cada condição), indica a não ocorrência de significância estatística. O contrário indica significância estatística.

Tabela 5.3 – Resultados do teste de Tukey a um nível de significância de 5%

| ***Comparação entre os grupos*** | ***Diferença*** | ***Valor Crítico*** | ***Interpretação*** |
|---|---|---|---|
| 1 x 2 | 10,315 | 4,58810324 | Significante |
| 1 x 3 | -0,380 | 4,58810324 | Não Significante |
| 1 x 4 | -0,880 | 4,58810324 | Não significante |
| 2 x 3 | -10,695 | 4,58810324 | Significante |
| 2 x 4 | -11,195 | 4,58810324 | Significante |
| 3 x 4 | -0,500 | 4,58810324 | Não Significante |

Considerando $p < 0,05$, não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos 3, 4 e controle. A contaminação da superfície da resina com saliva (Grupo 2) diminuiu significativamente a resistência de união sob esforços de cisalhamento após a inserção de novos incrementos de resina ($p < 0,05$). Daí a diferença estatística observada dos valores deste grupo em relação ao dos demais.

As Figuras 5.2 e 5.3 são exemplos de imagens em MEV obtidos dos espécimes do Grupo 1 (controle), no qual não se realizou nenhum tratamento de superfície.

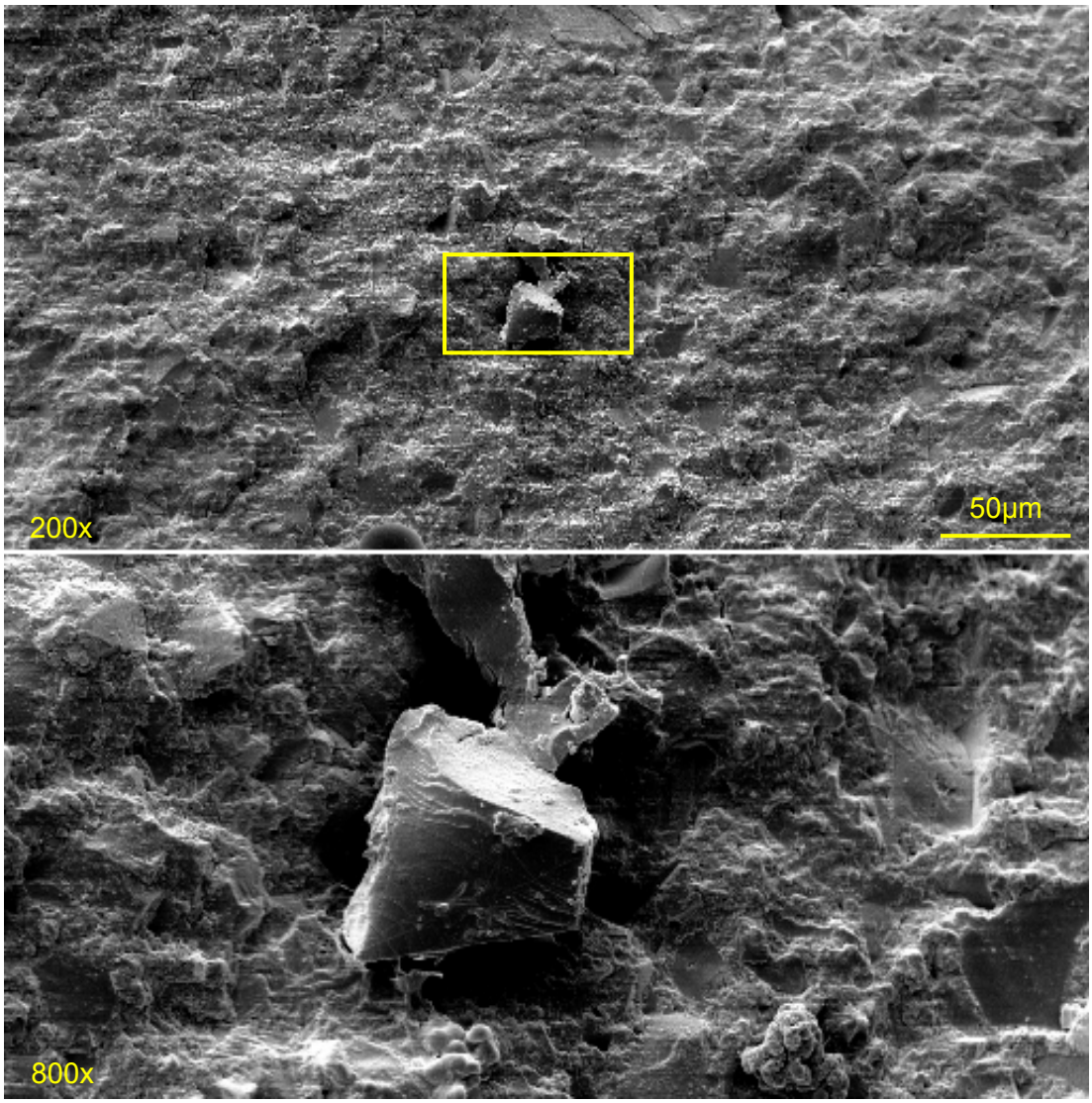


Figura 5.2 – MEV representativa de um espécime do Grupo 1 (controle). Acima: 200x; Abaixo: detalhe de uma partícula de carga de cerca de 25µm com 800x de aumento.

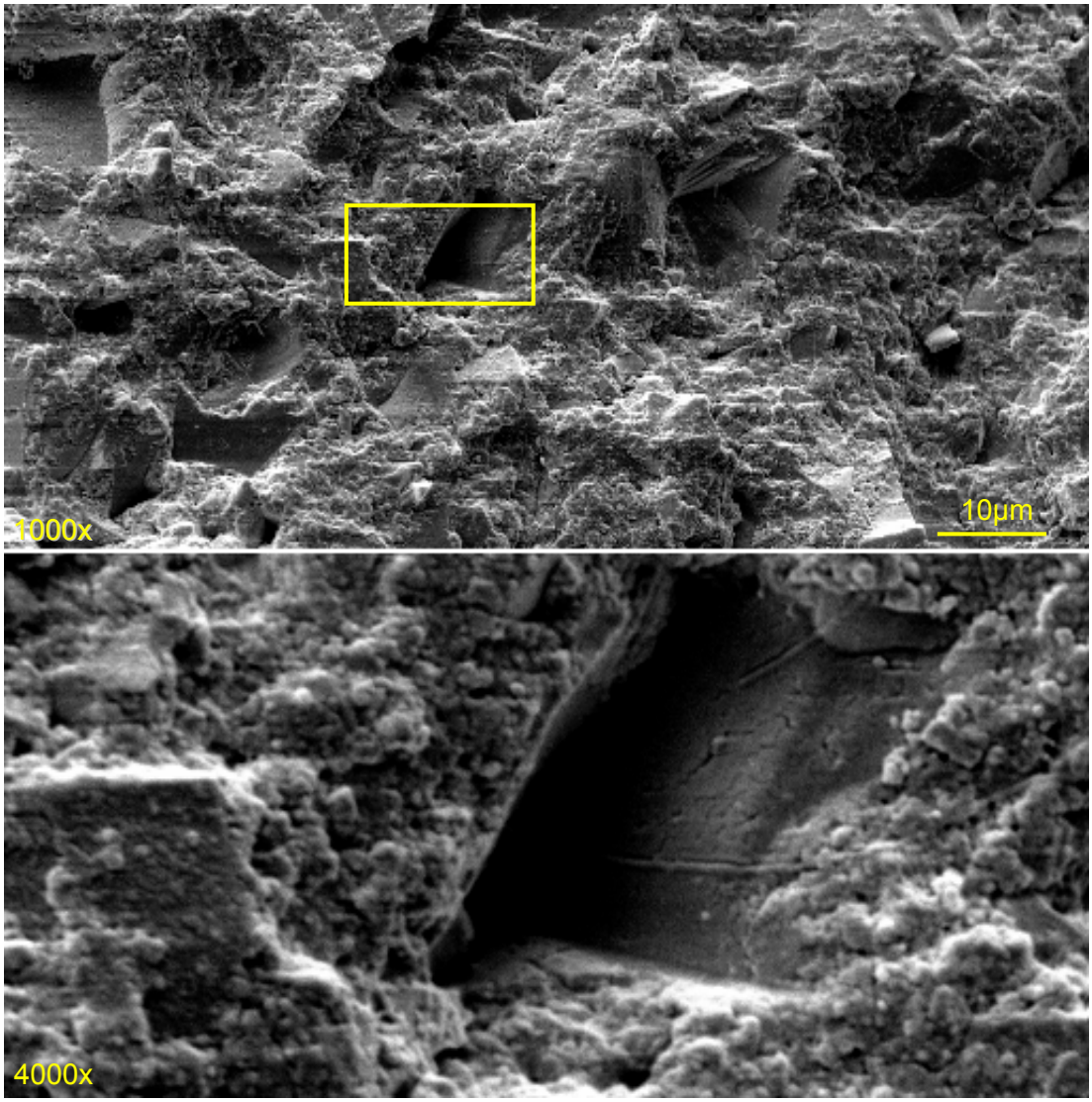


Figura 5.3 – MEV representativa de um espécime do Grupo 1 (controle) observada com 1000x e 4000x de aumento, acima e abaixo, respectivamente, onde se salienta uma depressão que provavelmente abrigava uma partícula de carga.

A análise em MEV dos espécimes do grupo 2 demonstrou a ocorrência de fraturas na interface adesiva em quase todos os corpos-de-prova. Em oito espécimes (80%), superfícies lisas puderam ser observadas, demonstrando que não houve adesão entre os dois incrementos de resina após a contaminação (Figuras 5.4 e 5.5).

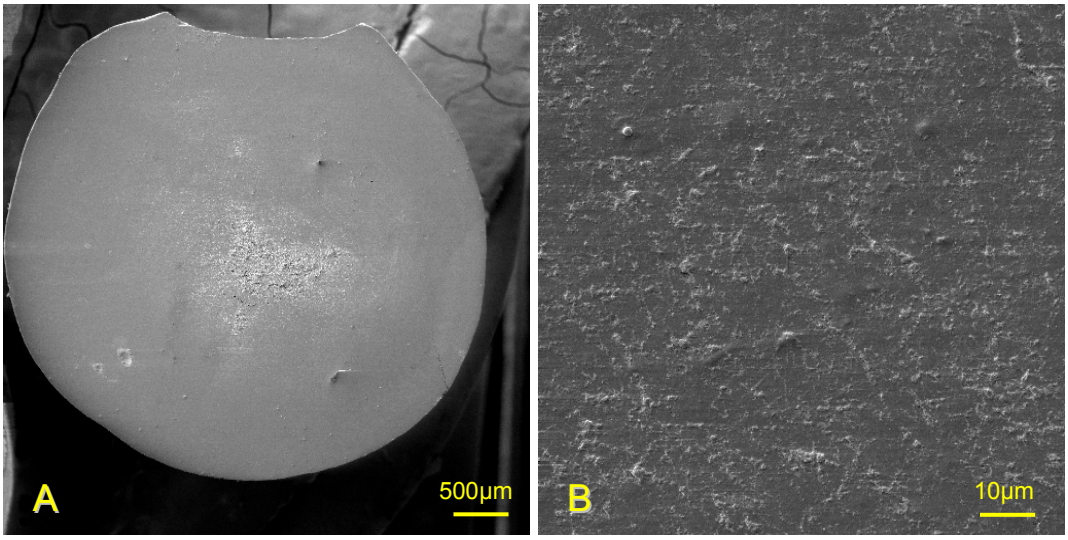


Figura 5.4 – Imagens em MEV de um mesmo corpo-de-prova do grupo 2, onde se pode notar pela superfície lisa a inexistência de adesão: A – 20 vezes de aumento; B – 1000 vezes de aumento.

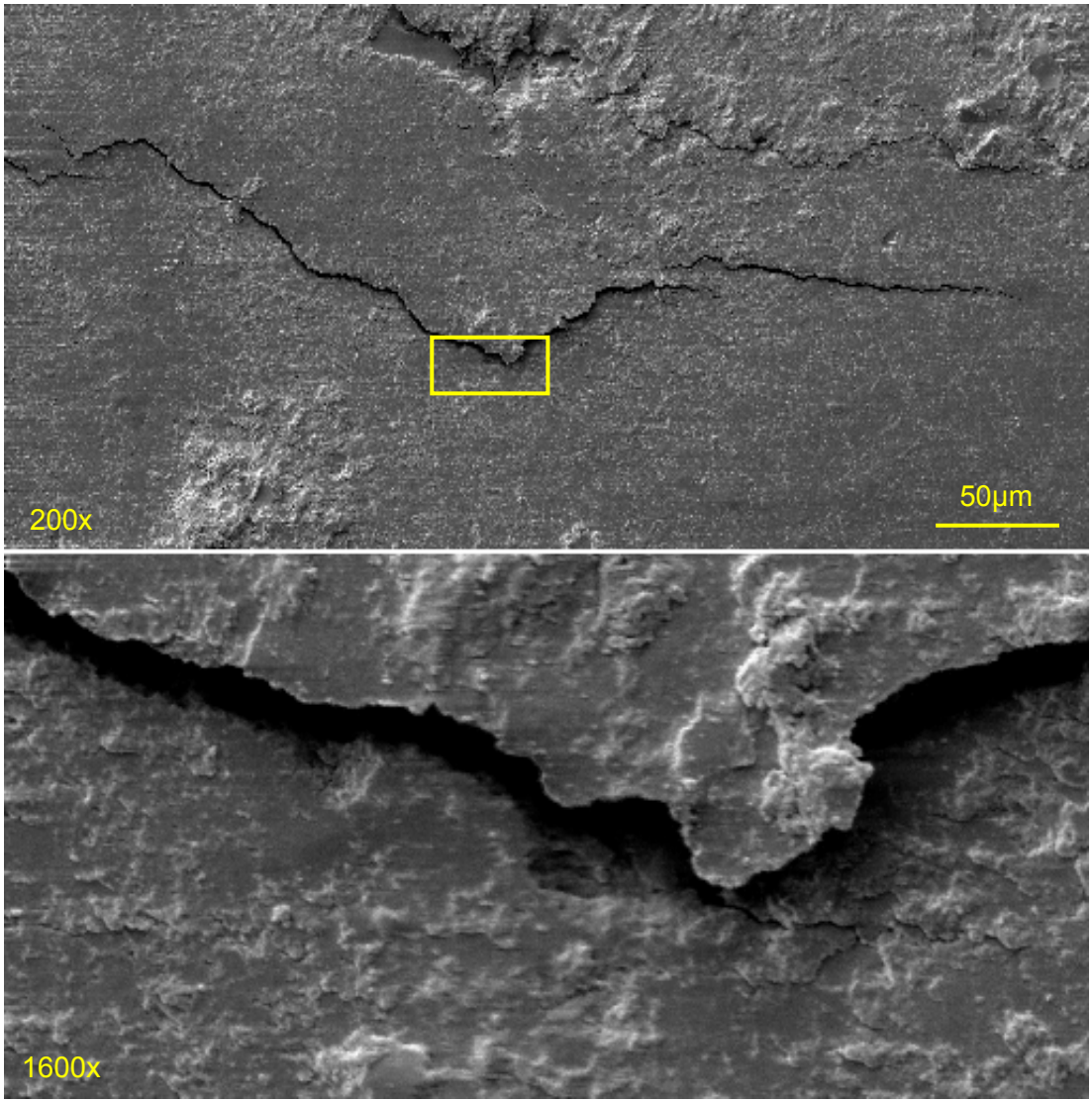


Figura 5.5 – MEV do mesmo espécime da Figura 5.4. Acima, com 200x de aumento, pode-se observar uma superfície plana, demonstrando que ocorreu fratura na interface adesiva. Abaixo, com 1600x, pormenor de uma região do espécime onde provavelmente houve maior resistência adesiva, demonstrada pela trinca e início de fratura coesiva.

Em dois espécimes do Grupo 2 (20%) pode-se observar nas imagens em MEV a ocorrência de fraturas coesivas da resina composta, demonstrando que nestes espécimes provavelmente houve algum tipo de união adesiva entre as duas camadas de resina após a contaminação (Figura 5.6).

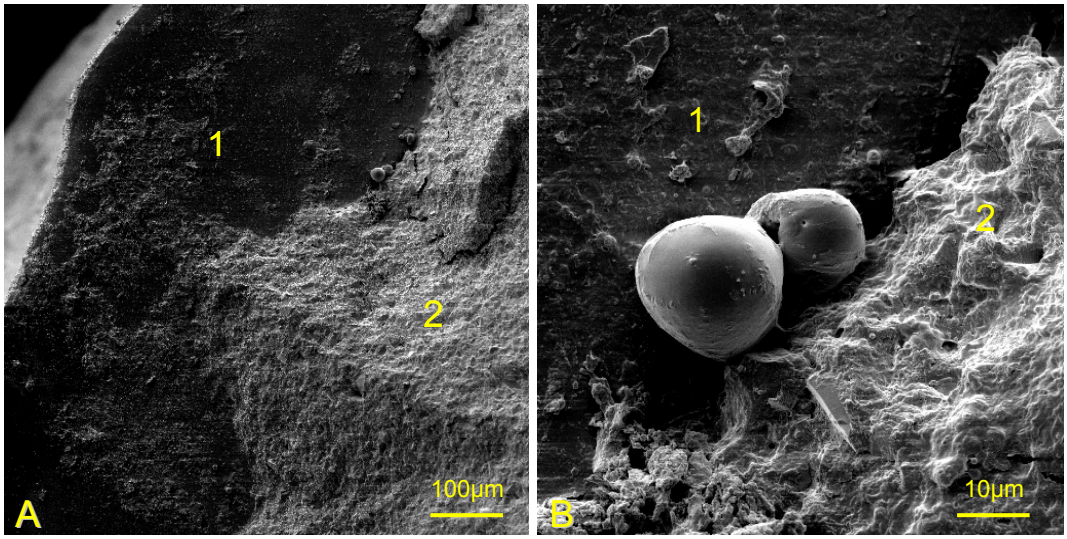


Figura 5.6: A e B – imagem em MEV com 100x e 1000x de aumento, respectivamente, de um espécime do grupo 2, onde pode-se observar a ocorrência de fratura na interface adesiva à esquerda (1) e fratura coesiva da resina inserida na base de resina epóxica à direita (2).

Fraturas coesivas da resina inserida na base de resina epóxica puderam ser observadas em todos os espécimes dos Grupos 3 e 4 (Figuras 5.7 e 5.8). Em cinco espécimes do grupo 3 puderam-se observar pequenas regiões com fratura na interface adesiva, sendo que em nenhum deles essa região foi maior que 1/4 da área aderida, caracterizando uma fratura mista (Figura 5.7-B). Em cincos espécimes do grupo 4, com 20x de aumento, também foi possível observar padrões de fratura na interface semelhantes, porém, em maior aumento, pequenos resquícios da resina inserida na base de resina epóxica puderam ser vistos (Figura 5.8-B).

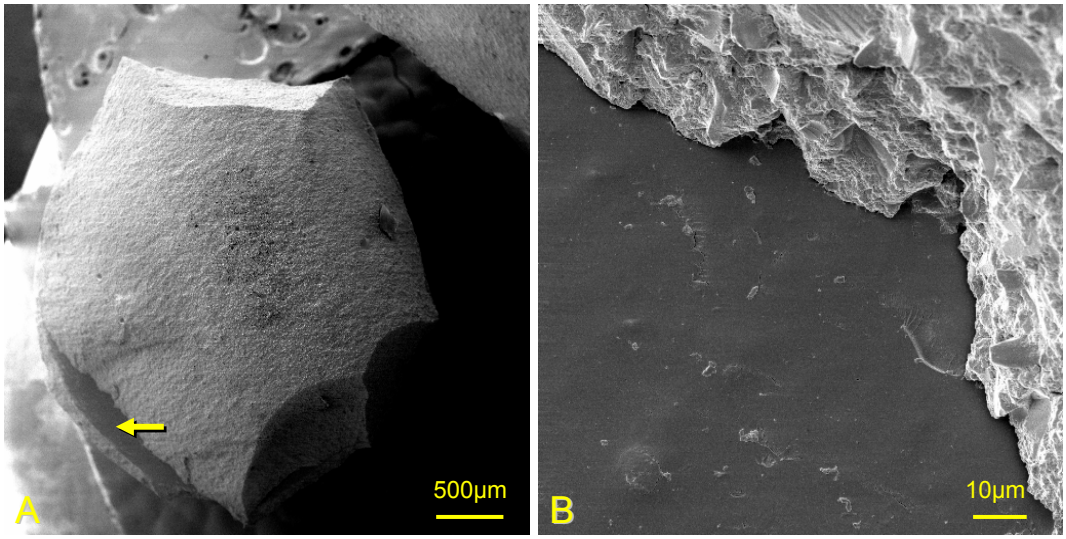


Figura 5.7 – Imagens em MEV demonstrando fratura coesiva da base de um dos segmentos do espécime do Grupo 3: A – 20x de aumento. Notar a região indicada pela seta, na qual houve fratura na interface adesiva; B – MEV com 1000x do mesmo espécime e da região indicada pela seta, na qual se observa a ocorrência de fratura na interface adesiva, demonstrada por uma superfície lisa.

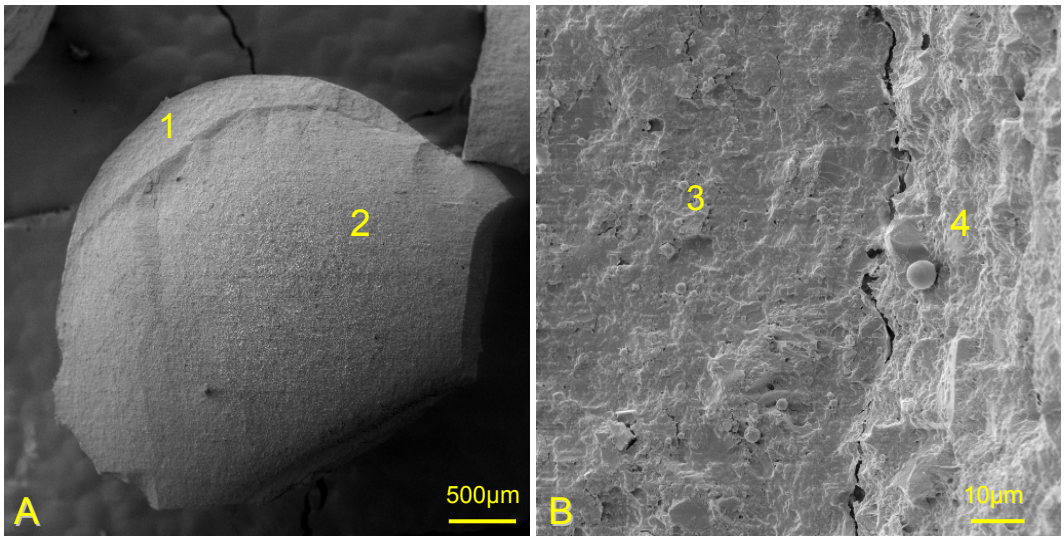


Figura 5.8 – MEV de um espécime do Grupo 4: A – 20x, onde nota-se que houve fratura coesiva da base do espécime (2) e uma região onde aparentemente houve fratura na interface adesiva (1); B – em maior aumento (1000x) observa-se à esquerda (3) que a fratura ocorreu próximo à interface, porém remanescente de resina da base permaneceram aderidos. À direita (4), observa-se a região onde ocorreu fratura coesiva da base da resina.

# Discussão

## 6 DISCUSSÃO

As resinas compostas podem ser atualmente consideradas um dos principais materiais restauradores da atualidade. Devido ao constante aperfeiçoamento deste sistema restaurador, seu uso e indicações tendem a se generalizar tanto para dentes anteriores quanto posteriores.

Paralelamente ao aperfeiçoamento e desenvolvimento de novos sistemas adesivos, as resinas compostas também evoluíram, o que se comprova pelo número de marcas e diferentes produtos acessíveis no mercado. Modificações na matriz orgânica e na tecnologia de fabricação, preparo e inclusão de partículas inorgânicas infinitamente menores também ocorreram na última década. Nos anos recentes, tem havido a incorporação de partículas inorgânicas de tamanho nanométrico à estrutura orgânica das resinas compostas[25,33]. Devido às alterações estruturais de algumas marcas comerciais de resinas compostas, as propriedades mecânicas frente às mais diversas situações podem ser diferentes, quando comparadas às resinas compostas híbridas convencionais.

Freqüentemente, a avaliação desses materiais envolve a utilização de métodos laboratoriais. Esses estudos *in vitro* têm por finalidade simular condições que possam, eventualmente, ser extrapoladas para a realidade clínica, a fim de obter resultados preliminares, rápidos e não menos importantes.

Um teste de resistência adesiva medida por ensaios mecânicos gera uma expectativa de que a resistência, avaliada *in vitro* sob condições definidas e controladas, possa fornecer informações úteis sobre a adesão

entre os materiais. Ao longo dos anos, têm-se utilizado dois métodos de avaliação da resistência adesiva: a resistência ao cisalhamento ou à tração. Entretanto, há uma grande variação dos resultados obtidos com o mesmo sistema restaurador em diferentes laboratórios de pesquisas, muitas vezes utilizando métodos semelhantes de tração ou cisalhamento. Segundo DeHOFF, ANUSAVICE, WANG[29] (1995), os resultados de um teste específico deveriam ser utilizados para comparação entre os efeitos relativos das propriedades e da microestrutura dos materiais e das condições de tratamento que poderiam aumentar ou diminuir a resistência adesiva. Assim, os valores de resistência adesiva encontrados nas mais diversas pesquisas laboratoriais dentro das condições experimentais específicas deveriam ser utilizados como parâmetro para guiar eventuais condutas clínicas.

Alguns autores que avaliam a resistência ao cisalhamento de interfaces adesivas condicionam e aplicam sistemas adesivos em toda a superfície[22,41], enquanto outros restringem o tratamento de superfície apenas à área da adesão através da utilização de fitas adesivas perfuradas[50,51]. Segundo DICKENS, MILOS[32] (2002), a fita adesiva pode ser afetada pelos solventes orgânicos provenientes dos sistemas adesivos, podendo agir como contaminante nos procedimentos adesivos. Por esse motivo, no presente trabalho optou-se por não limitar a área de superfície a ser tratada.

A utilização das resinas compostas pressupõe um campo operatório, limpo, seco e livre de agentes contaminantes. Por isso, a utilização de isolamento absoluto do campo operatório é recomendada[45,65,69]. Tem-se observado a diminuição da resistência adesiva em superfícies de esmalte

que foram condicionadas com ácido fosfórico e posteriormente contaminadas com soluções contendo bactérias[68].

Entretanto, em algumas situações pode haver contaminação de uma das interfaces adesivas antes da finalização da restauração. Essas interfaces podem ocorrer: entre o esmalte e a resina composta, entre a dentina e a resina composta e entre diferentes porções da mesma resina composta. Os agentes contaminantes podem ser desde talco proveniente das luvas até saliva e sangue[35,36,66].

Várias pesquisas constantes na literatura odontológica têm se preocupado com este problema. Diversos trabalhos têm avaliado a contaminação do esmalte[18,38,39,44,49] e da dentina[38,44,48,74,78], entretanto, pouco se sabe sobre a contaminação da interface resina-resina, isto é, da superfície da restauração já fotopolimerizada e que irá receber um novo incremento de resina.

Por se tratar de uma situação mais comumente encontrada na clínica restauradora, a presente investigação avaliou a contaminação com saliva humana da superfície de resina já polimerizada antes da inserção de um novo incremento e sua influência na resistência adesiva sob esforços de cisalhamento. Os espécimes foram confeccionados utilizando a mesma resina composta, antes e após a contaminação. Não houve período de armazenamento dos corpos-de-prova após a contaminação e antes da inserção da porção de resina que seria cisalhada, como nos trabalhos que estudam reparos em resina composta.

A saliva humana fresca, colhida de um doador, tem sido considerada aceitável para ser utilizada em testes de contaminação[48,79]. Uma tendência de diminuição da resistência adesiva entre resinas compostas recém-inseridas e outras envelhecidas e armazenadas em saliva, ou contaminadas por ela, foi relatada por BOYER, CHAN, REINHARDT[15] 1984; CHIBA *et al.*[23] 1989; KAO, PRYOR, JOHNSTON[54] 1988. Nestes, casos, freqüentemente recomenda-se a confecção de retenções mecânicas e cobertura da superfície da resina envelhecida com um agente adesivo, a fim de melhorar o molhamento superficial e favorecer uma possível ligação química[63]. A aplicação de um agente de união também tem se mostrado favorável quando a infiltração marginal entre a resina de reparo e a resina envelhecida é avaliada[20].

A saliva humana é composta por 99,4% de água e 0,6% de sólidos. A parte sólida contém macromoléculas como proteínas, glicoproteínas e amilase, e partículas inorgânicas como cálcio, sódio e cloretos, além de partículas orgânicas como uréia, aminoácidos, ácidos graxos e glicose[55].

No presente trabalho, a contaminação com saliva (Grupo 2), sem que essa superfície recebesse algum tratamento descontaminante diminuiu significativamente a resistência adesiva em cerca de 51%. Os resultados obtidos concordam com os de TRUFFIER-BOUTRY *et al.*[76] (2003) e de EIRIKSSON *et al.*[35] (2004a). TRUFFIER-BOUTRY *et al.*[76] (2003) observaram uma diminuição na resistência ao cisalhamento de cerca de 30% quando a superfície da resina composta era contaminada com água ou saliva. EIRIKSSON *et al.*[35] (2004a), por sua vez, ao avaliarem o efeito da

contaminação por saliva da interface resina-resina na resistência à microtração, comparando diferentes resinas compostas e diferentes sistemas adesivos de um passo ou dois, constataram uma diminuição na resistência adesiva que variou entre 16,4% e 43,4%, na dependência da resina composta avaliada, em relação aos grupos controles.

Essa diminuição da resistência adesiva após contaminação superficial com saliva também foi observada em investigações que avaliaram a adesão em esmalte e em dentina[18,48,60]. Os resultados obtidos por PARK, LEE[60] (2004) demonstram que o efeito da contaminação superficial da dentina com saliva após a aplicação do *Primer* do *Clearfil SE Bond* poderia ser revertido pela reaplicação do *primer*, recuperando a resistência ao cisalhamento a valores semelhantes ao controle, não contaminado. Por outro lado, em uma pesquisa onde se contaminou a superfície dentinária com saliva após o condicionamento com ácido fosfórico a 34% e antes da aplicação do adesivo, não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos contaminados e os controles (van SCHALKWYK *et al.*[78] 2003). Provavelmente, a lavagem com água e a aplicação do adesivo poderiam ter descontaminado a superfície condicionada.

A utilização de sistemas adesivos como método de descontaminação, segundo EIRIKSSON *et al.*[35] (2004a), demonstrou os melhores resultados, o que condiz com os resultados obtidos neste trabalho. Os valores de resistência ao cisalhamento nos grupos 3 e 4, nos quais foram feitos tratamentos com a utilização de sistemas adesivos, foram significativamente maiores que os resultados do grupo 2 (apenas contaminado) e não

apresentaram diferença estatisticamente significante entre si e em relação ao grupo controle. Isso demonstra que, havendo contaminação da superfície da resina composta em uma das etapas de inserção, o método apropriado de descontaminação, dentre os métodos testados, seria a “limpeza” com ácido fosfórico e a aplicação de uma camada de adesivo.

Resultados semelhantes também foram obtidos por LLOYD, DHURU[56] (1985), ao avaliarem a energia de fratura de espécimes de resina contaminados e armazenados em saliva artificial por uma hora. Os autores recomendam a utilização de um agente adesivo após a contaminação com saliva artificial, com a finalidade de aumentar a energia de fratura da área reparada.

Um outro tratamento químico da superfície da resina composta previamente à confecção de reparos é a aplicação de agentes silanizadores[17,31,43,72]. Devido aos resultados controversos observados na literatura, alguns favoráveis à utilização do silano, outros desfavoráveis[5,1743,72], optou-se por não realizar este tipo de tratamento superficial após a contaminação. Da mesma forma, têm-se observado resultados divergentes com relação à aplicação de ácido fluorídrico[5,43].

Os resultados do presente trabalho indicam que o efeito da contaminação por saliva da superfície da resina composta nano-híbrida testada pode ser revertido pela limpeza superficial com ácido fosfórico, seguida da aplicação imediata de um sistema adesivo. Apesar de não ter sido encontrada diferença estatisticamente significante entre os valores de resistência ao cisalhamento entre o grupo controle e os grupos que

empregaram a aplicação de ataque ácido e sistema adesivo (grupos 3 e 4), a análise em MEV demonstrou a ocorrência de fraturas na interface adesiva em algumas regiões dos corpos-de-prova do grupo 3. No grupo 4 observou-se a existência regiões com fraturas muito próximas à interface adesiva, porém com pequenas frações de resina composta da base ainda aderidas à interface, demonstrando um certo grau de fratura coesiva. Da mesma forma que para os reparos em resina composta, a asperização da superfície após a contaminação pode talvez promover melhores resultados em longo prazo.

A partir dos resultados observados e dados encontrados na literatura, pode-se sugerir a aplicação de um sistema adesivo com prévia limpeza com ácido fosfórico quando a superfície de uma restauração inacabada sofreu contaminação por saliva. Nessas circunstâncias, além de avaliar a necessidade de acréscimo de mais material restaurador, deve-se observar a que tipo de estresse essa nova interface adesiva será submetida clinicamente. Em regiões que envolvam maior carga sobre a restauração, retenções mecânicas adicionais também estariam indicadas. No caso da asperização com pontas diamantadas, aumenta-se a área de superfície aderida para receber novos incrementos de resina composta.

Outro fator que pode explicar a recuperação da resistência adesiva entre a superfície descontaminada e nova camada é o grau de conversão de uma resina composta que não é completo. Sabe-se que após a polimerização, até 75 a 77% do constituinte resinoso se converte em polímero[82]. O restante permanece aprisionado no sistema sob a forma de monômeros residuais. Estes compostos são passíveis de novas ligações, o

que permite que incrementos adicionais de resina se liguem ao material recém polimerizado. A contaminação por saliva e posterior secagem com ar comprimido faz com que os componentes salivares sólidos permaneçam na superfície da resina, provavelmente impedindo a ocorrência de ligações entre incrementos.

Finalmente, deve-se enfatizar que os resultados deste estudo não deveriam ser extrapolados para todas as resinas e sistemas adesivos. Apesar das resinas serem genericamente denominadas como híbridas, nanohíbridas, condensáveis etc., cada material possui características individuais e podem ter comportamentos diferentes.

# Conclusões

# 7 CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos durante os ensaios de resistência adesiva sob esforços de cisalhamento, nos resultados da análise estatística, assim como nas análises realizadas em microscopia eletrônica de varredura, conclui-se:

- A contaminação por saliva humana da interface resina-resina diminuiu significativamente a resistência adesiva sob esforços de cisalhamento;
- Não ocorreram diferenças estatísticas entre os grupos controle (sem contaminação), 3 (contaminação + condicionamento ácido + sistema adesivo + resina composta) e 4 (contaminação + asperização com ponta diamantada + condicionamento ácido + sistema adesivo + resina composta);
- A descontaminação com limpeza superficial utilizando ácido fosfórico, seguida da aplicação de um sistema adesivo, demonstrou ser efetiva na recuperação da resistência adesiva, a valores semelhantes à resistência coesiva do material;
- Houve diferença no padrão de fratura entre os grupos. No grupo 2 (contaminação + resina composta) as fraturas ocorreram predominantemente na interface adesiva. Nos demais grupos a fratura foi predominantemente coesiva, sendo que no grupo 3 observou-se fratura do tipo mista em 20% dos corpos de prova.

# Anexos

**ANEXO 1 – Distribuição dos grupos experimentais**

| ***Grupo*** | ***Tratamento de Superfície*** |
|---|---|
| 1 | Controle – nenhum tratamento |
| 2 | Contaminação (10s) + Jato de ar (20s) + Resina composta |
| 3 | Contaminação (10s) + Jato de ar (20s) + Ataque Ácido + Adesivo + Resina composta |
| 4 | Contaminação (10s) + Jato de ar (20s) + Asperização com Ponta Diamantada + Ataque Ácido + Adesivo + Resina composta |

**ANEXO 2 – Valores individuais em MPa de resistência ao cisalhamento, médias e desvios-padrão (DP) para os diferentes grupos experimentais.**

| *Corpo-de-prova* | *Grupo 1* | *Grupo 2* | *Grupo 3* | *Grupo 4* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 16,350 | 6,150 | 25,450 | 18,800 |
| 2 | 18,750 | 6,500 | 22,700 | 19,500 |
| 3 | 17,950 | 9,300 | 18,150 | 21,150 |
| 4 | 18,300 | 9,250 | 27,000 | 19,900 |
| 5 | 18,450 | 12,150 | 25,200 | 23,550 |
| 6 | 19,300 | 9,900 | 15,450 | 20,550 |
| 7 | 25,500 | 14,450 | 21,000 | 16,600 |
| 8 | 24,350 | 2,250 | 21,650 | 22,550 |
| 9 | 23,550 | 11,200 | 12,200 | 25,300 |
| 10 | 16,950 | 15,150 | 14,450 | 20,350 |
| **Média** | 19,945 | 9,630 | 20,325 | 20,825 |
| **DP** | 3,264 | 3,933 | 5,071 | 2,480 |

# Referências Bibliográficas

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1. ADA COUNCIL ON SCIENTIFIC AFFAIRS; ADA COUNCIL ON DENTAL BENEFIT PROGRAMS. Statement on posterior resin-based composites. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.129, n.11, p.1627-8, Nov. 1998.
2. ADA COUNCIL ON SCIENTIFIC AFFAIRS. Direct and indirect restorative materials. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.134, n.4, p.463-72, Apr. 2003.
3. ANUSAVICE, K.J. **Phillips materiais dentários**. 10.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan S.A., 1998.
4. AZARBAL, P.; BOYER, D.B.; CHAN, K.C. The effect of bonding agents on interfacial bond strength of repaired composites. **Dent. Mater.**, v.2, n.4, p.53-5, Jul. 1986.
5. BALLESTER, R.Y. **Influência de diferentes tratamentos da interface de resinas compostas coladas na sua resistência ao dobramento, em função de marcas e tempos de armazenamento**. São Paulo, 1990. 54. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
6. BAYNE, S.C.; TAYLOR, D.F. Dental materials. In: STURDEVANT, C.M. *et al.* **The art and science of operative dentistry**. 3.ed., St. Louis, Mosby, 1995. Cap. 6, p.206-87.
7. BAYNE, S.C.; THOMPSON, J.Y.; TAYLOR, D.F. Dental materials. In: ROBERSON, T.M.; HEYMANN, H.O.; SWIFT Jr, E.J. **Sturdevant's art & science of operative dentistry**. 4.ed., St. Louis, Mosby, 2002. Cap. 4, p.132-234.

8. BLACK, G.V. An investigation of the physical characters of the human teeth in relation to their diseases, and to practical dental operations, together with the physical characters of filling materials. **Dental Cosmos**, v.37, p.353-421, p.469-84, p.553-71, 637-661, 737-57, 1895.
9. BLACK, G.V. Physical properties of filling materials and correlation of forces concerned. In: _____. **A work on operative dentistry** – Volume two, The technical procedures in filling teeth. Chicago, Medico-Dental, 1908a. p. 224-46.
10. BLACK, G.V. Amalgam. In: _____. **A work on operative dentistry** – Volume two, The technical procedures in filling teeth. Chicago, Medico-Dental, 1908b. p.299-329.
11. BOUSCHLICHER, M.R.; REINHARDT, J.W.; VARGAS, M.A. Surface treatment techniques for resin composite repair. **Am. J. Dent.**, v.10, n.6, 279-83, 1997.
12. BOWEN, R.L. Use of epoxy resins in restorative materials. **J. dent. Res.**, v.35, n.3, p.360-9, Jun. 1956.
13. BOWEN, R.L. Properties of a silica-reiforced polymer for dental restorations. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.66, p.57-64, Jan. 1963.
14. BOYD, D.A. The direct self-curing resin restoration. **Dent. Clin. N. Am.**, v.1, p.107-22, Mar. 1957.
15. 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.

16. BOYER, D.B.; CHAN, K.C.; TORNEY, D.L. The strength of multilayer and repaired composite resin. **J. prosth. Dent.**, v.39, n.1, p.63-7, Jan. 1978.
17. BROSH, T. *et al.* Effect 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.
18. CACCIAFESTA, V. *et al.* Effect of water and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with convetional, hydrophilic, and self-etching primers. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v.123, n.6, p.633-40, Jun. 2003.
19. CARDOSO, P.E.C. *et al.* Influence of the substrate and load application method on the shear bond strength of two adhesive systems. **Oper. Dent.**, v.28, n.4, p.388-94, Jul.-Aug. 2003.
20. CHALKLEY, Y.; CHAN, D.C.N. Microleakage between light-cured composites and repairs. **J. prosthet. Dent.**, v.56, n.4, p.441-4, Oct. 1986.
21. CHANG, S.; LIU, L.; ASHER, S.A. Preparation and properties of tailored morphology, monodisperse colloidal silica-cadmium sulfide nanocomposites. **J. Am. Chem. Soc.**, v.116, n.15, p.6739-44, Jul. 1994.
22. CHAPPELL, R.P. *et al.* Shear bond strength and scanning electron microscopic observation of four dentinal adhesives. **Quintessence Int.**, v.21, n.4, p.303-10, Apr. 1990.

23. CHIBA, K.; HOSODA, H.; FUSAYAMA, T. The addition of an adhesive composite resin to the sane material: bond strength and clinical techniques. **J. prosth. Dent.**, v.61, n.6, p.669-75, Jun. 1989.
24. COMBE, E.C.; BURKE, F.J.T.; DOUGLAS, W.H. **Dental biomaterials**. Boston, Kluwer Academic Publishers, 1999.
25. CONDON, J.R.; FERRACANE, J.L. Reduced polymerization stress through non-bonded nanofiller particles. **Biomaterials**, v.23, n.18, p.3807-15, Sep. 2002.
26. CRUMPLER, D.C. *et al.* Bonding to resurfaced posterior composites. **Dent. Mater.**, v.5,n.6, p.417-24, Nov. 1989.
27. DAVIES, B.R. *et al.* Strength of secondary-cured resin composite inlays repairs. **Quintessence Int.**, v.28, n.6, p.415-9, Jun. 1997.
28. DAVIS, N. A nanotechnology composite. **Comp. Contin. Educ. Dent.**, v.24, n.9, p.662, 665-7,69-70, 2003.
29. DeHOFF, P.H.; ANUSAVICE, K.J.; WANG, Z. Three-dimensional finite element analysis of the shear bond test. **Dent. Mater.**, v.11, n.2, p.126-31, Mar. 1995.
30. DENEHY, G.; BOUSCHLICHER, M.; VARGAS, M. Intraoral repair of cosmetic restorations. **Dent. Clin. North Am.**, v.42, n.4, p.719-37, Oct. 1998.
31. DIAS, W.R.L.; RITTER, A.V.; SWIFT Jr., E.J. Repairability of a packable resin-based composite using different adhesives. **Am. J. Dent.**, v.16, n.3, p.181-5, Jun. 2003.

32. DICKENS, S.H.; MILOS, M.F. Relationship of dentin shear bond strengths to different laboratory test designs. **Am. J. Dent.**, v.15, n.3, p.185-92, Jun. 2002.

33. DUKE, E.S. Has dentistry moved into the nanotechnology era? **Comp. Contin. Educ. Dent.**, v.24, n.5, 380-2, May 2003.

34. DUNN, W.J.; SÖRDERHOLM, K.M. Comparison of shear and flexural bond strength tests versus failure modes of dentin bonding systems. **Am. J. Dent.**, v.14, n.5, p.297-303, Oct. 2001.

35. EIRIKSSON. S.O. *et al.* Effects of saliva contamination on resin-resin bond strength. **Dent. Mater.**, v.20, n.1, p.37-44, Jan. 2004a.

36. EIRIKSSON. S.O. *et al.* Effects of blood contamination on resin-resin bond strength. **Dent. Mater.**, v.20, n.2, p.184-90, Feb. 2004b.

37. ELIADES, G.C.; CAPUTO, A.A. The strength of layering technique in visible ligth-cured composites. **J. prosth. Dent.**, v.61, n.1, p.31-8, Jan. 1989.

38. EL-KALLA, I.; GARCIA-GODOY, F. Saliva contamination and bond strength of single-bottle adhesives to enamel and dentin. **Am. J. Dent.**, v.10, n.2, p.83-7, Apr. 1997.

39. FEIGAL, R.J. *et al.* Improved sealant retention with bonding agents: a clinical study of two-bottle and single-bottle systems. **J. Dent. Res.**, v.79, n.11, p.1850-6, Nov. 2000.

40. FERRACANE, J.L.; FERRACANE, L.L.; BRAGA, R.R. Effect of admixed high-density polyethylene (HDPE) spheres on contraction stress and

properties of experimental composites. **J. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater.**, v.66, n.1, p.318-23, Jul. 2003.

41. FINGER, W.J.; IONUE, M.; ASMUSSEN, E. Effect of wettability of adhesive resins on bonding to dentin. **Am. J. Dent.**, v.7, n.1, p.35-8, Feb. 1994.
42. FORSTEN, L.; VALIAHO, M.L. Transverse and bond strength of restorative resins. **Acta Odontol. Scand.**, v. 29, n.5, p.527-37, Nov. 1971.
43. 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. 150p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
44. FRITZ, U.B.; FINGER, W.J.; STEAN, H. Salivary contamination during bonding procedures with a one-bottle adhesive system. **Quint. Int.**, v.29, n.9, p.567-72, Sept. 1998.
45. GARONE NETTO, N. *et al.* **Introdução à dentística restauradora**. São Paulo, Santos, 2003.
46. GERSAPPE, D. Molecular mechanisms of failure in polymer nanocomposites. **Phys. rev. Lett.**, v.89, n.5, p.058301, Jul. 2002.
47. GREGORY, W.A. *et al.* Physical properties and repair bond strength of direct and indirect composite resins. **J. prosth. Dent.**, v.68, n.6, p.406-11, Sept. 1992.

48. HITMI, L.; ATTAL, J.P.; DEGRANGE, M. Influence of the time-point of salivary contamination on dentin shear bond strength of 3 dentin adhesive systems. **Am. J. Dent.**, v.1, n.3, p.219-32, 1999.

49. HITT, J.C.; FEIGAL, R.J. Use of bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. **Pediatr. Dent.**, v.14, n.1, p.41-6, Jan.-Feb. 1992.

50. HOLTAN, J.R. Bond strength of six dentinal adhesives. **J. Dent.**, v.22, n.2, p.92-6, Apr. 1994.

51. HOSOYA, Y; GOTO, G. Resin adhesion to the ground primary enamel: influence of etching times and thermal cycling test. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, v.17, n.1, p.25-31, Fall 1992.

52. IBSEN, R.L.; NEVILLE, K. **Adhesive restorative dentistry**. Philadelphia, Saunders, 1974.

53. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO TR 11405 dental materials** – guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneva, WHO, 1993.

54. KAO, E.C.; PRYOR, H.G.; JOHNSTON, W.M. Strength of composites repaired by laminating with dissimilar composites. **J. prosthet. Dent.**, v.60, n.3, p.328-33, Sept. 1988.

55. LAZZARI, E.P. **Handbook of experimental aspects of oral biochemistry**. Boca Raton, CRC Press, 2000.

56. LLOYD, C.H.; DHURU, V.B. Effect of a commercial bonding agent upon the fracture toughness (K'IC) of repaired heavily filled composite. **Dent. Mat.**, v.1, n.3, p.83-5, Jun. 1985.

57. MONDELLI, J. **Estética e cosmética em clínica integrada restauradora**. São Paulo, Santos, 2003.

58. NEALON, F.H. Acrylic restorations by the operative nonpressure procedure. **J. prosthet. Dent.**, v.2, n.4, p.513-27, Jul. 1952.

59. ØILO, G.; AUSTRHEIM, E.K. In vitro quality testing of dentin adhesives. **Acta Odontol. Scand.**, v.51, n.4, p.263-9, Aug. 1993.

60. PARK, J.W.; LEE, K.C. The influence of salivary contamination on shear bond strength of dentin adhesive systems. **Oper. Dent.**, v.29, n.4, p.437-42, Jul.-Aug. 2004.

61. PASHLEY, D.H. *et al.* The microtensile bond test: a review. **J. Adhes. Dent.**, v.1, n.4, p.299-309, Winter 1999.

62. PHILLIPS, R.W.; SWARTZ, M.L.; NORMAN, R.D. Restorative resins. In: _____. **Materials for the practicing dentist**. St. Louis, Mosby, 1969. Cap. 11, p.172-94.

63. POUNDER, B.; GREGORY, W.A.; POWERS, J.M. Bond strengths of repaired composites resins. **Oper. Dent.**, v.12, n.3, p.127-31, Summer 1987.

64. PUCKEWF, A.D.; HOLDER, R.; O'HARA, J.W. Strength of posterior composite repairs using different composite/bonding agent combinations. **Oper. Dent.**, v.16, n.4, p.136-40, Jul./Aug. 1991.

65. REID, J.S.; CALLIS, P.D.; PATTERSON, C.J.W. **Rubber dam in clinical practice**. London, Quintessence, 1991.

66. ROBERTS, H.W.; BARTOLONI, J. Effect of latex glove contamination on bond strength. **J. Adhes. Dent.**, v.4, n.4, p.205-10, Fall 2002.

67. SAUNDERS, W.P. Effect of fatigue upon the inter-facial bond strength of repaired composite resins. **J. Dent.**, v.18, n.3, p.158-62, June 1990.

68. SCHNEIDER, D.J.; COMBE, E.C.; MARTENS, L.V. The effect of washing water on bonding to etched enamel. **J. Oral Rehabil.**, v.31, n.1, p.85-9, Jan. 2004.

69. SILVA E SOUZA Jr., M.H.; CARVALHO, R.M.; MONDELLI, R.F.L. **Odontologia estética** – Fundamentos e aplicações clínicas. São Paulo, Santos, 2000.

70. SKINNER, E.W.; PHILLIPS, R.W. **A ciência dos materiais odontológicos**. 2.ed. São Paulo, Atheneu, 1962.

71. SÖDERHOLM, K.J. *et al.* Hydrolytic degradation of dental composites. **J. dent. Res.**, v.63, n.10, p.1248-54, Oct. 1985.

72. SWIFT Jr., E.J.; CLOE, B.C.; BOYER, D.B. Effect of a silane coupling agent on composite repair strengths. **Am. J. Dent.**, v.7, n.4, p.200-2, Aug. 1994.

73. SWIFT Jr., E.J.; LeVALLEY, B.D.; BOYER, D.B. Evaluation of new methods for composite repair. **Dent. Mater.**, v.8, n.6, p.362-5, Nov. 1992.

74. TASKONAK, B.; SERTGÖZ, A. Shear bond strengths of saliva contaminated ‘one-bottle’ adhesives. **J. Oral Rehabil.**, v.29, n.6, p.559-64, Jun. 2002.

75. TJAN, A.H.; CHAN, C.A. The polishability of posterior composites. **J. prosthet. Dent.**, v.61, n.2, p.138-46, Feb. 1989.

76. TRUFFIER-BOUTRY, D. *et al.* Interfacial layer characterization in dental composite. **J. Oral Rehabil.**, v.30, n.1, p.74-7, Jan. 2003.

77. VANKERCKHOVEN, H. *et al.* Unreacted methacrylate groups on the surfaces of composite resins. **J dent. Res.**, v.61, n.6, p.791-5, Jun. 1982.

78. van SCHALKWYK, J.H. *et al.* Effect of biological contamination on dentin bond strength of adhesive resins. **S.A.D.J.**, v.58, n.4, p.143-7, May, 2003.

79. VASSILAKOS, N.; ANERBRANT, T.; GLANTZ, P.O. Adsorption of whole saliva onto hydrophilic and hydrophobic solid surfaces: influence of concentration, ionic strength and pH. **Scand. J. Dent. Res.**, v.100, n.6, p.346-53, Dec 1992.

80. VENHOVEN, B.A.M. *et al.* Influence of filler parameters on the mechanical coherence of dental restorative resin composites. **Biomaterials**, v.17, n.7, p.735-40, Apr. 1996.

81. WILLEMS, G. *et al.* A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. **Dent. Mater.**, v.8, n.5, p.310-9, Sep. 1992.

82. YOSHIDA, K.; GREENER, E.H. Effect of photoinitiator on degree of conversion of unfilled ligth-cured resin. **J. Dent.**, v.22, n.5, p.296-299, Oct. 1994.

# Abstract

## EFFECT OF DIFFERENT SURFACE TREATMENTS IN SHEAR BOND STRENGTH OF COMPOSITE RESIN CONTAMINATED BY SALIVA

Shear bond strength between the contaminated composite resin surface and a new increment of the same material was analysed. Forty specimens of a nanohybrid composite, were divided into four groups. Each group received a surface treatment. In one of the groups, there was no surface contamination (Group 1 – control). The new increment of composite resin was inserted by placing a Teflon matrix (3.5mm height, 3mm diameter) over the already polymerized composite surface. For the other groups, the polymerized composite surface was contaminated with saliva and dried with air. Surface treatments were performed in the following way: Group 2 – new increment was inserted and polymerized directly on the contaminated surface; Group 3 – contaminated surface was treated with 35% phosphoric acid etching and adhesive was applied prior to the insertion of the new increment; Group 4 – diamond bur roughening, 35% phosphoric acid etching, adhesive application and insertion of the new composite increment. Specimens were stored in water at 37$^{o}$C for 24h. After this period, specimens were mounted in a universal testing machine for the shear bond strength tests. Results were submitted to one way anova and Tukey test multiple comparison. No significant differences were detected between Groups 3, 4 and control ($p < 0.05$). Saliva contamination of resin surface (Group 2) significantly reduced shear bond strength ($p < 0.05$). SEM analysis in Group 2 demonstrated fractures at the interface in 80% of the specimens. Cohesive fractures in first increment of resin composite was observed in all specimens in Groups 3 and 4. Decontamination of resin surface with phosphoric acid followed by adhesive application, was an effective method to improve shear strength, reaching similar numbers to the cohesive resistance of the material.

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

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