

**EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE
SOBRE A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE REPAROS
EM RESINAS COMPOSTAS DE USO INDIRETO**

EVELISE MACHADO DE SOUZA

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia – Área de Concentração Dentística.

(Edição Revisada)

**Bauru – SP
2002**

**EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE
SOBRE A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE REPAROS
EM RESINAS COMPOSTAS DE USO INDIRETO**

EVELISE MACHADO DE SOUZA

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia – Área de Concentração Dentística.

(Edição Revisada)

Orientador: **Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone.**

**Bauru – SP
2002**

EVELISE MACHADO DE SOUZA

27 de março de 1969 Curitiba – PR	Nascimento
Filiação	Emerson Machado de Souza Cecy Rodrigues Machado de Souza
1986 – 1990	Curso de Odontologia – Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
1992	Professora Auxiliar da Disciplina de Dentística Operatória da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Paraná.
1992 – 1993	Curso de Especialização em Dentística na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
1993 – 1994	Professora substituta da Disciplina de Dentística Restauradora II na Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
1995 – 1997	Curso de Pós-Graduação em Dentística nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.
1998	Obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de Dentística.
1998 - 2002	Curso de Pós-Graduação em Dentística nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.
1999	Professora das Disciplinas de Dentística Operatória, Dentística I e Dentística II na Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
1999	Professora do Curso de Especialização em Dentística Restauradora da Associação Brasileira de Odontologia, seção Paraná.

*A **Deus** por ter me iluminado e guiado meus passos nesta caminhada e me inspirado durante a execução deste trabalho;*

*Ao meu pai, **Emerson**, exemplo de integridade, paciência, sensatez e perseverança, e por ter me apoiado durante todo o curso;*

*A minha mãe, **Cecy**, companheira de todas as horas e minha força nos momentos de desânimo e fraqueza, por sua inesgotável dedicação e amor;*

*Aos meus irmãos **Evandro e Elisiane**, pelo carinho, amor e amizade que sempre demonstraram por mim.*

Agradeço muito e dedico a vocês este trabalho.

*Ao **Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone**, por sua orientação segura, pela amizade e incentivo constantes, pelos ensinamentos transmitidos durante todos estes anos de Pós-graduação, e, principalmente, pela confiança em mim depositada durante a confecção deste trabalho.*

*A **Profa. Dra. Maria Fidela de Lima Navarro**, pela inesgotável confiança, apoio e carinho em todos os meus momentos em Bauru. Exemplo de mulher, professora e pesquisadora para todos que tiverem o privilégio de conviver e aprender com ela.*

*Ao **Prof. Dr. John M. Powers**, por ter me recebido com tanto carinho e me orientado na execução do projeto, nos experimentos e na análise dos resultados deste estudo.*

Meu agradecimento sincero e profunda admiração.

À Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, na pessoa da Diretora Profa. Dra. Maria Fidela de Lima Navarro, pelas condições oferecidas para a execução deste trabalho;

À University of Texas, Houston Health Science Center, na pessoa do Prof. Dr. John Powers, Chefe do Departamento de Biomaterials, pela aceitação deste projeto de pesquisa e por ter fornecido todo o material e equipamento necessário para a execução dos experimentos;

Ao Presidente da Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, Prof. Dr. José Carlos Pereira;

À Universidade Federal do Paraná, Pontifícia Universidade Católica do Paraná e a todos os meus colegas, por permitirem a realização do meu curso de Doutorado;

Meus Agradecimentos.

Aos Professores do Departamento de Dentística, Doutores José Mondelli, Áqira Ishikiriama, Maria Fidela de Lima Navarro, Carlos Eduardo Francischone, José Carlos Pereira, João Lúcio Coradazzi, Eduardo Batista Franco, Mário Honorato da Silva e Souza Júnior, Ricardo Marins de Carvalho e Rafael Francisco Lia Mondelli, os quais representam para mim verdadeiros exemplos de mestres e pesquisadores, pela sua dedicação, generosidade e compreensão, e pela oportunidade que me deram de aprender a importância e o verdadeiro sentido de ser professor e pesquisador.

Meus sinceros agradecimentos.

*Ao **Prof. Dr. Sérgio Vieira**, por quem tenho muita amizade e admiração, pelo incentivo constante desde a minha graduação até os dias de hoje, pela confiança em meu trabalho e oportunidades profissionais a mim oferecidas;*

*Ao **Prof. Dr. José Mondelli**, a quem sempre vou admirar e expressar meu profundo respeito, pela sua inesgotável perseverança e dedicação ao ensino e, principalmente, pela sua generosidade e grande coração;*

*Ao **Prof. Dr. Mário Honorato Silva e Souza Jr.**, exemplo de profissionalismo e dedicação ao ensino, pela confiança e disponibilidade em todos os momentos;*

*Ao **Prof. Dr. José Carlos Pereira**, pelo apoio, compreensão e pelo voto de confiança que me concedeu na aprovação do Doutorado.*

Meu agradecimento especial.

Agradeço ainda:

Aos meus colegas do Curso de Doutorado em Dentística: Carlos Augusto de Oliveira Fernandes, Lúcia Helena de Sousa Gonzaga, Régia Zanatta, Raquel Sano Suga Terada, Alaíde Hermínia Aguiar e Oswaldo Benoni da C. Nunes, pela amizade, colaboração e agradável convívio;

Ao José Roberto Brejão, pela ajuda na apresentação da aula de qualificação e na formatação deste trabalho;

A Valéria, do Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru, pelas orientações e correções bibliográficas;

Aos Profs. Lauris e Sergio Ignácio, pela presteza e eficiência na análise estatística e interpretação dos resultados deste trabalho;

A Elisabeth, Eloísa e Ângela, pelo carinho, amizade e ajuda que sempre me concederam durante todo o curso;

Aos demais funcionários do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Bauru, pela atenção e colaboração durante todo o curso de Doutorado;

À Giane da Secretaria de Pós-Graduação, pelo carinho, atenção e presteza com que sempre me atendeu.

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA	10
3 – PROPOSIÇÃO	96
4 – MATERIAL E MÉTODOS	98
4.1 – Descrições dos materiais e equipamentos	99
4.2 – Obtenção dos espécimes para reparo	103
4.3 – Tratamento das superfícies para reparo	106
4.4 – Obtenção dos espécimes reparados	108
4.5 – Teste de resistência à tração	112
4.6 – Análise estatística dos resultados	113
4.7 – Determinação dos locais de fratura.....	114
5 – RESULTADOS	115
6 – DISCUSSÃO	121
7 – CONCLUSÕES	144
ANEXOS	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	157
ABSTRACT	173

RESUMO

RESUMO

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a resistência à tração de reparos em resinas compostas de uso indireto, empregando diferentes tratamentos de superfície e diferentes resinas compostas diretas para o reparo. Sessenta espécimes em forma de cone foram confeccionados com cada uma das resinas laboratoriais Targis (Ivoclar North America Inc.) e belleGlass HP (Kerr Corp.). A fotopolimerização imediata e a pós-polimerização dos espécimes foram realizadas com os seus respectivos equipamentos e seguindo as recomendações dos fabricantes. Após a inclusão dos espécimes em resina epóxica, os mesmos foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas e polidos com lixas abrasivas. Vinte espécimes de cada material foram submetidos a um dos seguintes tratamentos: jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm durante 10 segundos, condicionamento com ácido fluorídrico a 8% durante 15 segundos, e o mesmo tratamento, seguido de imersão durante 5 minutos em uma solução de hidróxido de sódio, visando à completa neutralização do ácido na superfície. Em seguida, os espécimes foram tratados com seus respectivos agentes silanizadores e agentes de união, seguindo as recomendações dos fabricantes para procedimentos de reparo e/ou cimentação adesiva. Os reparos foram então realizados com resinas compostas de uso direto com diferentes viscosidades. Metade dos espécimes de Targis previamente tratados recebeu reparos com a resina composta Tetric Ceram e os demais, com a resina composta Tetric Flow. Os espécimes construídos em belleGlass HP foram reparados com as resinas compostas diretas Herculite XRV e Revolution. Previamente ao teste de resistência à tração, todas as amostras foram armazenadas em água destilada e mantidas a 37°C durante 24 horas. Os resultados dos espécimes de Targis não revelaram diferenças significantes entre os grupos,

independente do tipo de tratamento superficial e da viscosidade da resina de reparo. Já os espécimes de belleGlass HP apresentaram diferenças com relação aos tratamentos empregados. O jateamento com partículas de óxido de alumínio resultou em resistência adesiva superior à encontrada em espécimes tratados com ácido fluorídrico, seguido ou não de neutralização. Quanto à viscosidade das resinas de reparo nos espécimes de belleGlass HP, não houve diferença significativa entre os grupos. Os tipos de fraturas mais encontrados foram do tipo adesivas, principalmente nos grupos tratados com ácido fluorídrico, em espécimes de ambos os materiais. Baseado nos resultados obtidos neste estudo, sugere-se que a resina composta de uso indireto Targis pode ser mais facilmente condicionada por ácido fluorídrico e proporcionar uma resistência adesiva de reparo semelhante ao jateamento abrasivo. Porém, com a resina composta belleGlass HP, o método mais indicado e seguro para o reparo é a obtenção de embricamento micromecânico com o jateamento de partículas de óxido de alumínio.

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

Os materiais resinosos foram introduzidos na Odontologia na década de 50 com o surgimento das resinas acrílicas. O conceito na época consistia na geração de finos grãos de polímeros que pudessem ser amolecidos por monômeros de mesma composição, permitindo a produção de um material plástico, indicado para as diversas aplicações odontológicas⁶¹. Desde a sua introdução, as resinas acrílicas continuam a exercer um papel importante na Odontologia Restauradora, sendo utilizadas para a fabricação de dentes artificiais para dentaduras, restaurações provisórias e facetas estéticas para coroas e pontes.

A verdadeira expansão da aplicação dos materiais resinosos aconteceu com a introdução do bisfenol A e o glidicil metacrilato, o Bis-GMA, sistema idealizado por Bowen no começo dos anos 60¹¹. Devido às melhores propriedades mecânicas e contração de polimerização reduzida, este novo polímero passou a ser indicado para restaurações estéticas em dentes anteriores e posteriores, incrustações do tipo *inlay* e *onlay*, selantes de cicatrículas e fissuras e até mesmo em dentes para próteses totais⁶¹. Apesar de serem menos resistentes do que as porcelanas, as resinas compostas apresentavam maior resistência ao desgaste do que as resinas acrílicas.

Mesmo após 40 anos, a resina formulada por Bowen permanece sendo utilizada até os dias de hoje. O aperfeiçoamento das propriedades mecânicas e estéticas dos materiais resinosos tem sido baseado em mudanças nas partículas de carga, nos sistemas de adesão ao esmalte e à dentina e também no método de polimerização.

Em meados de 1980, novos conceitos de tratamentos restauradores foram seguidos pelo desenvolvimento de novos materiais resinosos ou o aperfeiçoamento daqueles já existentes. Devido a esta evolução, novos compósitos restauradores para restaurações indiretas vêm sendo constantemente lançados no mercado odontológico.

A técnica restauradora indireta para *inlays* e *onlays* foi introduzida na Europa no início dos anos 80. Os pioneiros foram Mormann na Alemanha e Touati e Pissis¹⁰³, na França. As resinas compostas laboratoriais de primeira geração apresentavam certas vantagens, como: facilidade de fabricação, resultados estéticos imediatos, adequada adaptação marginal, redução da contração de polimerização, eficiência na determinação de contatos proximais e cimentação adesiva ao invés da convencional. Mas, devido a limitações em suas propriedades mecânicas, apresentavam graves desvantagens, como: resistência coesiva incapaz de resistir a fortes estresses oclusais, fraturas de cristas marginais, cúspides e áreas de ístmo, desgaste oclusal excessivo e instabilidade de cor. Além disso, as primeiras restaurações indiretas falhavam devido à falta de agentes silanizadores, cimentos resinosos e pela falta de conhecimento a respeito dos tratamentos para o preparo prévio da superfície interna das restaurações. Deste modo, o índice de sucesso dessas restaurações foi considerado como insatisfatório na época.

Tentativas posteriores foram feitas no sentido de aprimorar as propriedades mecânicas e aumentar a aceitação das primeiras resinas laboratoriais através da polimerização com laser de argônio e também utilizando a pós-polimerização com calor e pressão¹⁰³.

Durante este período, a cerâmica passou a ser considerada o material de eleição para restaurações estéticas indiretas, devido às excelentes propriedades de estética e de estabilidade de cor, habilidade de ser condicionada por soluções ácidas, o que aumentava a eficiência da cimentação adesiva, e ainda devido a sua biocompatibilidade. A evolução das cerâmicas feldspáticas sobre refratário levou, no final dos anos 80, à introdução das cerâmicas fundidas e reforçadas com leucita, utilizando a já bem conhecida técnica da cera perdida. O desenvolvimento da técnica utilizada para as cerâmicas foi um resultado do aperfeiçoamento dos revestimentos refratários e da formulação de materiais cerâmicos mais avançados, como por exemplo, IPS Empress (Ivoclar, Wiliams) e In Ceram (Vivadent).

No início dos anos 90, as restaurações *inlays* e *onlays* em cerâmica apresentavam propriedades mecânicas superiores e eram consideradas a última palavra em restaurações estéticas indiretas. Contudo, a adaptação marginal ainda era um problema a ser solucionado, principalmente nas restaurações confeccionadas pelo sistema computadorizado. A falta de resiliência do material cerâmico levava a um desgaste excessivo ⁷⁴ e até ao aparecimento de lesões de abfração e erosão nos dentes naturais antagonistas ¹⁰³. Outros problemas surgiram como a dificuldade de polimento intra-oral, alta friabilidade ⁷⁴, técnica altamente sensível e cara, possibilidade de trincas e fraturas ¹⁰⁴ e reparo intra-oral difícil ¹⁰³. Todos estes aspectos levaram a uma limitação da técnica para casos seleccionados ⁷⁰.

As limitações dos materiais cerâmicos, os problemas clínicos decorrentes da contração de polimerização e a dificuldade de estabelecer contatos proximais e oclusais adequados com resinas compostas diretas, levaram ao desenvolvimento de

novos materiais estéticos destinados ao uso indireto ⁷⁰. Assim, em 1987, surgiu no mercado o sistema Concept (Ivoclar North America Inc.). Este compósito era composto de 76% de carga por peso em uma matriz resinosa a base de uretana dimetacrilato (UDMA), polimerizado a 121°C de temperatura e 85 psi de pressão atmosférica ^{10,16}.

Na década de 90, outros sistemas de resinas compostas laboratoriais foram introduzidos no mercado, dentre eles o sistema Targis (Ivoclar North America), Sculpture (Jeneric/Pentron), Artglass (Heraeus Kulzer), belleGlass HP (Kerr) e outros. Os fabricantes comercializaram estes materiais acompanhados de fibras de reforço para reduzir a deformação e a possibilidade de fraturas em coroas e pontes fixas em dentes posteriores e anteriores ¹.

No presente estudo, estes materiais serão referidos como resinas compostas de uso indireto ou resinas compostas laboratoriais. Apesar da insistência dos fabricantes em divulgar estes materiais como híbridos de resinas compostas e cerâmica, os mesmos são essencialmente compostos por uma matriz resinosa com diferentes partículas de carga, o que os caracteriza como resinas compostas ⁶⁷. Os termos encontrados na literatura e na divulgação feita pelos fabricantes, dentre eles: cerômeros, polívidros ou polímeros de vidro, podem confundir o clínico e dar a falsa impressão de que estes sistemas não são verdadeiramente resinas compostas. Apesar do grande avanço em termos de composição, estrutura e sistemas de polimerização com relação às primeiras resinas de uso indireto, as resinas compostas laboratoriais atuais apresentam grandes distinções, quando comparadas às cerâmicas dentais.

Os compósitos indiretos de primeira geração eram compostos de micropartículas, enquanto os de segunda geração apresentam estrutura química diferente, são microhíbridos e contêm partículas minerais com diâmetro de 0,04 a 1 μm . A forma, o tamanho e a distribuição das partículas variam dependendo do tipo de material. Em uma resina de uso indireto atual, o conteúdo inorgânico de partículas é o dobro do conteúdo de matriz orgânica. Enquanto que nas resinas de primeira geração, a proporção era exatamente o inverso. O aumento da quantidade de partículas parece exercer um efeito significativo sobre as propriedades mecânicas, assim como a redução da quantidade de matriz orgânica, que tende a minimizar a contração de polimerização e o desgaste do material ⁷⁰.

A maioria dos sistemas de compósitos indiretos atualmente está disponível acompanhado de sofisticados equipamentos de pós-polimerização. Combinações de métodos como luz em alta intensidade, calor, pressão, vácuo e atmosfera de nitrogênio têm sido utilizadas para aumentar o índice de conversão das resinas compostas laboratoriais ^{27,39}. Compósitos altamente polimerizados têm demonstrado uma melhora significativa em várias das suas propriedades mecânicas, dentre as quais estão a resistência ao desgaste e à degradação das margens⁴¹, dureza e resistência flexural ^{111,112}. De acordo com alguns estudos ^{41,55}, o grau de conversão das resinas compostas laboratoriais pode determinar a durabilidade clínica das restaurações indiretas em termos de resistência ao desgaste.

Contudo, mesmo com o considerável aprimoramento das propriedades mecânicas e físicas dos materiais estéticos indiretos, não se pode deixar de salientar que os mesmos são resinas compostas e, como tal, estão sujeitos a fraturas, manchamentos e outras falhas.

Felizmente, devido às propriedades desses materiais, a presença de falhas em uma restauração em resina composta não requer necessariamente a remoção de toda a restauração ou mesmo a preparação de retenções mecânicas adicionais, como no caso do amálgama⁸⁹. A remoção completa de uma restauração defeituosa em resina acarreta inevitavelmente na remoção de estruturas dentárias adjacentes. Além disso, uma quantidade maior de esmalte deverá ser biselada e condicionada para promover uma adesão satisfatória⁹¹. Portanto, a substituição total resulta fatalmente em preparos cavitários maiores e perda de substância dentária adicional⁸⁹.

Por esta razão, o reparo de uma restauração pré-existente deve ser sempre preferido à substituição, desde que a restauração a ser reparada esteja clinicamente satisfatória. Contudo, deve-se considerar que o reparo de restaurações em resina composta pode levar a um enfraquecimento da restauração. Os resultados encontrados na literatura mostram uma variação de 25 a 80% do valor da resistência coesiva dos respectivos materiais, utilizando espécimes-controle não reparados^{4,13,23,78,79,89,108}.

Sabe-se que as restaurações realizadas com resinas compostas de uso indireto apresentam uma superfície altamente polimerizada devido ao alto grau de conversão obtido com a pós-polimerização. A quantidade de grupamentos metacrilato livres na superfície é significativamente menor, quando comparada com a mesma superfície após a fotopolimerização. Estudos têm demonstrado que uma vez que a resina composta tenha sido contaminada, polida, envelhecida ou processada em laboratório, a resistência adesiva de uma outra resina a esta superfície é significativamente reduzida^{13,23,29,33,46,88,95}. Portanto, em uma situação em que esteja

indicado o reparo de uma restauração em resina composta de uso indireto é desejável a obtenção de uma adesão confiável e duradoura entre a resina direta recém polimerizada e o compósito original.

Visando o reparo de resinas compostas, os mais variados tratamentos de superfície têm sido empregados na tentativa de criar superfícies mais rugosas, possibilitando o embricamento mecânico do material adicionado ao substrato. O abrasionamento da superfície a ser reparada parece ser fundamental para a efetividade dos reparos, principalmente quando a composição do material é desconhecida¹⁵. O embricamento mecânico proporcionado por uma superfície rugosa aumenta a área de superfície, resultando em índices de resistência mais próximos à resistência coesiva do material^{23,29,90,96,108}.

Dentre os meios mecânicos já utilizados para tratar a superfície de uma resina composta a ser reparada estão o abrasionamento com lixas^{58,59}, pontas diamantadas^{15,59}, pedras de carborundum¹⁵, jateamento com bicarbonato de sódio¹⁵, jateamento com partículas de óxido de alumínio^{15,46,58,59,95,96,108} e, mais recentemente, deposição de partículas de sílica^{9,10,31,84,85}.

O condicionamento com ácido fluorídrico é um tratamento químico que afeta morfológicamente a estrutura superficial dos compósitos e por isso tem sido utilizado previamente ao reparo de resinas compostas diretas e indiretas^{15,95,96}. Porém, sua efetividade parece ser altamente dependente da composição da resina composta onde é aplicado. Segundo alguns estudos^{31,95}, o ácido fluorídrico apresentaria um bom efeito nas superfícies de resinas híbridas e porcelanas, mas pouca ação nas resinas com partículas menores.

Além do embricamento mecânico através do aumento da rugosidade superficial, outro possível mecanismo envolvido nos procedimentos de reparo em resinas compostas é o de formação de ligações químicas entre a resina adicionada e a superfície a ser reparada. Para tanto, diversos agentes de união e sistemas adesivos têm sido testados quanto a sua efetividade e estabilidade de adesão, uma vez que possuem menor viscosidade e, portanto, maior poder de penetração nas rugosidades produzidas na superfície.

Vários estudos têm demonstrado que o emprego de agentes de união nos reparos aumenta significativamente a sua resistência adesiva^{23,72,79,88,89,90,108}. Nos primeiros estudos, o agente de união mais utilizado era composto de monômeros resinosos à base de Bis-GMA e desprovidos de carga. O emprego dos adesivos já foi avaliado isoladamente e também associado a agentes silanizadores^{4,10,15,88,90,95,96,97}, os quais teriam a finalidade de substituir a cobertura de silano removida da superfície das partículas inorgânicas pelos procedimentos de desgaste e polimento^{90,91}. Atualmente, os silanos têm demonstrado maior eficiência nos reparos em resinas compostas, uma vez que têm a capacidade de promover ligações entre as porções orgânica e inorgânica dos compósitos^{12,17}.

Devido ao crescente interesse e utilização das resinas compostas de uso indireto pelo clínico geral e também frente à escassez da literatura científica a respeito da efetividade de reparos realizados nestes materiais, o presente estudo tem por finalidade tentar esclarecer os mecanismos envolvidos e estabelecer um protocolo para o reparo em resinas compostas laboratoriais.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2 – REVISÃO DE LITERATURA

As resinas compostas ou “compósitos” surgiram na década de 60, quando RAY LEE BOWEN desenvolveu um material resultante da combinação entre a resina epóxica e a resina de metacrilato, unindo suas respectivas propriedades de baixa alteração dimensional e rápida velocidade de polimerização. Este material passou a ser denominado “Resina de Bowen” ou Bis-GMA, por ser o produto da reação química entre bisfenol A e glicidil metacrilato.

Buscando o aprimoramento das propriedades físicas das resinas compostas, em 1962, BOWEN¹¹ desenvolveu um método de incorporação de partículas inorgânicas à matriz de polímero orgânico baseado na cobertura da partícula de sílica com um agente anfótero vinil silano. Este procedimento promoveu uma adesão entre a fase orgânica e inorgânica dos compósitos, resultando em redução da contração de polimerização e coeficiente de expansão térmica. A resistência à compressão, módulo de elasticidade e resistência à denteação aumentaram, quando comparadas às resinas sem reforço de carga. O material resultante da experiência de Bowen apresentou também baixas solubilidade e desintegração em água e maior resistência à tração que o cimento de silicato. O mesmo material, sem o tratamento superficial da carga com vinil silano, revelou propriedades inferiores depois de equivalente período de imersão em água.

FORSTEN; VÄLIAHO⁴³, em 1971, realizaram um estudo comparativo avaliando a resistência transversa de alguns materiais restauradores como cimento de silicato, resina acrílica e sete resinas compostas. Outro objetivo foi determinar a resistência de reparos em resina acrílica e resina composta, utilizando para isto

espécimes envelhecidos em água durante 6 a 12 semanas. As amostras foram abrasionadas e acopladas a uma matriz metálica para serem reparadas. A resistência transversa da resina composta mais resistente correspondeu a cinco vezes a resistência do cimento de silicato e duas vezes a da resina acrílica. Os resultados demonstraram que os reparos realizados em resina acrílica foram menos resistentes que os espécimes homogêneos do mesmo material. Enquanto os de resina composta apresentaram a metade ou menos da resistência coesiva dos compósitos. Concluindo o estudo, os autores recomendaram a confecção de algumas retenções mecânicas para a substituição de porções de restaurações que estejam sujeitas a esforços mastigatórios.

CAUSTON¹⁹, em 1975, avaliou a resistência ao cisalhamento de reparos realizados com quatro diferentes resinas compostas. Os materiais apresentavam diferentes viscosidades e características de polimerização. A importância de fatores como o conteúdo de água na resina envelhecida e o efeito da idade sobre a resistência adesiva dos reparos também foram analisados. Os resultados foram significativamente diferentes para cada material testado, assim como para resinas maturadas em água e a seco. Dos espécimes armazenados em água, somente uma das resinas compostas testadas demonstrou aumento da resistência após um período de 1 a 8 semanas, o que foi atribuído à baixa adsorção de água do material, comparado com os outros compósitos utilizados no estudo, e à contínua polimerização da resina durante o período de 2 meses. As resinas menos viscosas forneceram valores maiores de resistência, quando comparadas às mais viscosas. Os resultados indicaram que as ligações formadas entre uma resina maturada e recém aplicada foram duráveis em meio aquoso e adequadas clinicamente, desde

que fossem evitadas camadas muito finas de material, e que a superfície fosse limpa e seca antes da aplicação do novo compósito.

BOWEN; REED¹², em 1976, publicaram um estudo onde partículas reforçadas de vidro foram tratadas para buscar uma melhoria das propriedades das resinas compostas. O objetivo foi determinar quais das composições já conhecidas seria capaz de formar duas fases contínuas interligadas com dimensões tão pequenas que não permitissem a visualização de dispersão de luz. As partículas experimentais foram preparadas a partir do tratamento térmico de algumas composições vítreas, seguido de trituração e condicionamento com ácido clorídrico a 3N (10,4%) e ácido fosfórico a 3N (9,3%). Através de microscópio óptico foram observadas zonas porosas se desenvolvendo internamente nas partículas de vidro após o condicionamento. Os autores concluíram que é possível desenvolver partículas vítreas em duas fases distintas e interligadas. Cada uma das fases foi dissolvida com o emprego de soluções ácidas fortes, resultando em uma zona porosa na superfície. Segundo os autores, esta superfície resultante, composta de um certo conteúdo de sílica, poderia receber um tratamento químico com um promotor de adesão silano e, conseqüentemente, aumentar a adesão entre as partículas de carga e a matriz resinosa pela interpenetração das fases orgânica e inorgânica da resina composta.

CARNEIRO et al.¹⁸, em 1977, realizaram um trabalho em laboratório para verificar comparativamente a influência de reparos em amostras de resina composta, com e sem a aplicação de selante ou líquido catalizador, sobre as respectivas resistências à tração. O controle foi representado por espécimes não reparados. Para cada um dos dois materiais testados foram confeccionadas 120 amostras sem

reparo, as quais foram armazenadas em água ou a seco durante 1 e 24 horas, e amostras com reparo, com e sem aplicação de selante ou catalizador, nas mesmas condições de armazenamento. Decorridos os períodos de armazenamento, os espécimes foram submetidos ao teste resistência à tração em um aparelho especialmente desenvolvido para o estudo. Com base nos resultados, os autores concluíram que a resistência à tração dos espécimes reparados foi menor que a dos não reparados. Quando um agente de união ou catalizador foi utilizado a resistência foi maior, comparada aos espécimes reparados sem aplicação prévia desses materiais, para ambas as resinas compostas. Os reparos testados após o período de armazenamento de 24 horas foram mais resistentes que os armazenados durante 1 hora.

Devido à dificuldade de adaptação na parede cervical em cavidades de Classe II, foi sugerido que as resinas compostas fossem aplicadas em dois incrementos, um proximal e outro oclusal, originando uma restauração “com emenda”. Visando verificar a efetividade desta técnica, CONSANI; STOLF; RUHNKE²⁶, em 1977, mediram a resistência à tração de emendas em resinas compostas, assim como o aspecto fotomicrográfico e auto-radiográfico das zonas emendadas. Para tanto, foram confeccionados espécimes inteiros para cada resina composta quimicamente ativada empregada no estudo. Os espécimes emendados foram obtidos preenchendo somente metade da matriz e, após 15 minutos, reparados com outra porção de material. Cada grupo foi sub-dividido de acordo com o tempo de armazenamento em água destilada a 37°C, ou seja, 15 minutos, 1 hora e 24 horas. A análise dos valores obtidos demonstrou que a resistência à tração, tanto dos espécimes inteiros quanto dos emendados, aumentou proporcionalmente ao tempo de armazenamento. Entretanto, a resistência dos espécimes sem emenda foi significativamente maior que a apresentada pelos espécimes com emenda. Apesar

de menos resistentes, os espécimes emendados não apresentaram sinais de penetração do marcador na interface, segundo o teste auto-radiográfico. Do mesmo modo, as fotomicrografias das zonas de reparo não evidenciaram nenhum vestígio de solução de continuidade na interface. Os autores sugeriram que houve uma união química entre os incrementos de resina composta, porém, em uma condição diversa da normal, comprometendo o fator físico de resistência à tração.

BOYER; CHAN; TORNEY¹⁴, em 1978, desenvolveram um trabalho laboratorial visando determinar a resistência à tração de amostras de resina confeccionadas incrementalmente. O estudo também teve como objetivos determinar o efeito do preparo da superfície e investigar métodos que levassem ao aperfeiçoamento da adesão às superfícies de resina composta. Amostras completas foram usadas como controles e testadas após 24 horas. As amostras experimentais para reparo foram polimerizadas contra uma matriz plástica ou expostas ao ar. A segunda porção de compósito foi adicionada após os vários períodos de tempo. Os resultados foram analisados e demonstraram que a resistência dos espécimes polimerizados contra a matriz plástica foi semelhante à resistência coesiva do material, quando reparados após períodos de 7 e 30 minutos. Nos espécimes polimerizados expostos ao ar, quando a adição foi feita após 30 minutos ou 24 horas, os valores de resistência foram inferiores ao controle. Quando um agente de união foi aplicado às superfícies desgastadas com brocas, houve um aumento considerável na resistência dos reparos. Os autores concluíram que superfícies de resina composta polimerizadas expostas ao ar ou em contato com uma matriz plástica foram excelentes substratos para adesão de nova resina. Mas, nos casos de reparos, a aplicação de uma fina camada de agente de união pode proporcionar maior resistência adesiva interfacial.

RUYTER; SVENDSEN⁸⁶, em 1978, determinaram a quantidade de grupos metacrilato não reagidos remanescentes em resinas compostas polimerizadas, através de espectroscopia de reflexão interna múltipla. As medidas foram realizadas antes e depois da polimerização, repetidas vezes a 37°C, durante 24 horas. A quantidade encontrada de grupamentos metacrilato remanescentes para as seis resinas utilizadas variou de 25% a 48% depois de 24 horas, o que demonstrou uma diferença no grau de conversão entre os materiais depois da polimerização. Segundo os autores estas diferenças poderiam estar relacionadas às diferentes formulações químicas dos compósitos testados.

LLOYD; BAIGRIE; JEFFREY⁶⁴, em 1980, buscaram determinar a resistência à tração de reparos entre diferentes compósitos maturados e recém-polimerizados, além da influência de certas variáveis sobre esta resistência. Cinco resinas com diferentes características químicas foram selecionadas para o estudo. Os espécimes foram divididos em grupos controle (sem reparo) e de reparo, sendo este imediato, após contaminação salivar, após armazenamento em água durante 7 dias (com e sem abrasionamento da superfície). A análise dos resultados demonstrou que não houve diferença entre a resistência coesiva e a resistência adesiva dos reparos realizados imediatamente após a polimerização dos compósitos. Os reparos realizados em espécimes envelhecidos em água e nos contaminados com saliva apresentaram valores de resistência significativamente menores que os reparos imediatos. Não houve diferença na resistência dos reparos realizados em compósitos maturados abrasionados ou não.

Em 1981, BAUSCH; de LANGE; DAVIDSON⁶, investigaram a microdureza e a resistência à tração diametral de diversas resinas compostas, quando

submetidas a diferentes temperaturas em diferentes estágios de polimerização. Amostras de resinas compostas quimicamente ativadas foram fabricadas e expostas a temperaturas de 23°C, 37°C e 60°C, ou uma combinação destas, desde o início da mistura das pastas até o final da polimerização. Em um dos grupos, os espécimes foram ainda pós-polimerizados com um aparelho de luz infra-vermelha, onde a temperatura excedia os 100°C em poucos segundos. Após um tempo de armazenamento, os espécimes foram testados em uma máquina de testes de tração e em um microdurômetro. Espécimes adicionais foram polimerizados durante 4 dias sob três diferentes temperaturas e imersos em acetona durante 8 horas para a determinação da perda de peso e análise da superfície. Foi demonstrado que temperaturas acima de 60°C podem melhorar consideravelmente as propriedades de resistência à tração diametral e dureza dos compósitos testados. Foi comprovado também que a estabilidade química e a integridade de superfície dos materiais submetidos a temperaturas acima de 70°C foi aumentada. Estas observações confirmaram a ocorrência de ligações cruzadas, provavelmente devido à ativação térmica dos peróxidos remanescentes. A análise térmica do compósito Concise revelou uma reação endotérmica entre 60°C e 70°C, que pode ter sido responsável pela iniciação das ligações cruzadas adicionais. Os autores concluíram que uma melhora significativa nas propriedades mecânicas dos compósitos pode ser obtida com a aplicação de calor nas fases iniciais do processo de polimerização química.

VANKERKHOVEN et al.¹⁰⁹, em 1982, avaliaram a influência de alguns fatores manipulativos sobre a concentração de grupamentos metacrilatos na superfície de resinas compostas através de espectroscopia de reflexão interna

múltipla por infravermelho. O estudo tinha também o objetivo de investigar uma possível correlação entre os resultados de testes mecânicos e o grau de insaturação química dos materiais. Como parte da investigação química, a porcentagem de duplas ligações foi medida 30 minutos, 5 e 24 horas após o início da polimerização. Para a análise da influência da temperatura, os espécimes de 3 diferentes resinas foram armazenados a 37°C durante 15 dias e 55°C durante 21 dias, medindo-se a quantidade de duplas ligações antes e depois desses períodos. A interferência do polimento da superfície também foi investigada com relação à quantidade de duplas ligações, por meio de teste de resistência flexural. Os resultados indicaram que a quantidade de duplas ligações atingiram constância muito rapidamente. A temperatura produziu uma ligeira queda na porcentagem de duplas ligações para todos os materiais após 2 semanas a 37°C, enquanto o aumento da temperatura para 55°C não exerceu nenhuma mudança significativa. Após o polimento, houve uma diminuição significativa na quantidade de radicais livres, representada por reduções de 1/3 a 3/4 na resistência dos reparos, quando comparados aos espécimes inteiros. Os autores sugeriram que quanto maior a quantidade de monômeros Bis-GMA, maior a quantidade de duplas ligações remanescentes. Concluíram que as superfícies de resina formadas contra uma matriz plástica produzem uma adesão interfacial correspondente à metade da resistência coesiva do material.

Em 1982, INOUE; HAYASHI⁵⁰ realizaram um estudo onde buscou-se desenvolver um método para medir a quantidade de monômero residual de várias resinas compostas e determinar a porcentagem de monômero liberado com o armazenamento em água. Espécimes esféricos foram confeccionados com cada material e pesados após a polimerização. Em seguida, as amostras foram

armazenadas em água a 37°C durante 3, 7 e 13 dias e pesados novamente. Com o auxílio de um cromatógrafo, três determinações foram executadas para cada solução. Monômeros residuais Bis-GMA foram encontrados em todos os compósitos testados. A porcentagem de monômeros residuais medida logo após à polimerização variou de 0,4% a 1,21% do peso original das resinas compostas polimerizadas. Quando os materiais foram imersos em água durante 13 dias, a quantidade de monômero residual dissolvido foi reduzida a aproximadamente 1/10 da quantidade de monômeros detectada imediatamente depois da polimerização.

MURREY et al.⁷³, no mesmo ano, realizaram uma investigação visando determinar a influência do desgaste superficial de restaurações antigas antes da adição de novo compósito sobre a resistência adesiva dos reparos. Os espécimes de resina foram “maturados” em saliva artificial a 37°C durante 60 dias. Os desgastes foram feitos com broca esférica ou ponta diamantada sobre a superfície a ser reparada. Um sistema adesivo foi aplicado em somente metade dos espécimes e os reparos realizados com a mesma resina. De posse dos resultados, os autores concluíram que quando nenhum tratamento de superfície foi empregado, os valores de resistência adesiva foram inferiores aos do grupo controle e dos grupos com algum tratamento físico. Deste modo, foi sugerido que os reparos em resinas compostas envelhecidas fossem precedidos de um desgaste superficial visando aumentar a resistência de união.

CHAN; BOYER²², em 1983, examinaram a resistência de união entre várias resinas, incluindo convencionais, microparticuladas e híbridas. Os espécimes foram fabricados com moldes divididos de teflon e preparados para reparo seccionando-os ao meio com broca de fissura. Em seguida, as amostras retornaram

aos moldes e receberam as resinas de reparo. Após períodos de armazenamento de 15, 30 e 60 minutos, 24 horas ou 7 dias em água a 37°C, os espécimes foram testados quanto à resistência à tração. Os resultados demonstraram que os reparos com resinas convencionais produziram valores correspondentes a 67,6% da resistência coesiva do material, enquanto que para as resinas de micropartículas os valores foram de 76,4%. O tempo influenciou os resultados para a resina convencional, pois os espécimes foram mais resistentes em 7 dias, quando comparados com os de 15 ou 30 minutos e 1 hora. Uma das resinas compostas se comportou melhor que os outros materiais, o que foi justificado pela sua alta concentração de monômeros monofuncionais, os quais possuem menor viscosidade e, portanto, exercem maior penetração na superfície do substrato. As resinas de micropartículas se mostraram bons adesivos para as resinas convencionais, quando as matrizes resinosas eram de mesmo tipo, e também resultou em boa adesão em reparos com o mesmo material. Porém, uma resina de micropartículas a base de UDMA não foi capaz de produzir adequada adesão com as resinas de Bis-GMA.

Em 1983, MEEKER, HIRSCH; KAIM⁶⁹ avaliaram vários métodos de reparos em falhas localizadas na margem de restaurações em resina composta com o emprego de corante para detectar a infiltração pós-reparo. Cem cavidades de Classe V foram preparadas em dentes humanos extraídos, dividindo-os em três grupos. Os espécimes foram submetidos ao condicionamento ácido, com e sem aplicação de agente adesivo, ou nenhum tratamento. Cada amostra foi termociclada 100 vezes em banhos de 10°C e 40°C, e imersas em fucsina básica a 0,5% durante 96 horas. Após o seccionamento dos espécimes, a avaliação da penetração do corante foi realizada por meio de escores. A comparação entre os três grupos revelou menores índices de infiltração marginal no grupo de condicionamento ácido

e adesivo, enquanto que os maiores índices foram atribuídos ao grupo sem tratamento. Porém, não houve diferenças significantes entre os três grupos. Este estudo demonstrou que uma resina composta pode ser adicionada a outra para reparar defeitos sem a necessidade de condicionamento com ácido e reaplicação de um agente de união, desde que não haja contaminação.

Em 1984, MIRANDA et al.⁷¹ desenvolveram um trabalho *in vitro* visando medir a resistência flexural de combinações entre uma resina composta convencional e uma de micropartículas, além de determinar os efeitos do preparo da superfície sobre a resistência dos reparos. Espécimes cilíndricos foram confeccionados e armazenados durante uma semana em água. Dez espécimes inteiros foram igualmente fabricados e armazenados (controle). Os espécimes tiveram suas extremidades polidas com lixa 220 e foram divididos em três grupos de tratamento: ácido fosfórico a 37% por 1 minuto, o mesmo tratamento e aplicação de uma resina fluida e os espécimes restantes não receberam nenhum tratamento adicional. Os reparos foram realizados com combinações entre as resinas testadas. Todos os espécimes foram armazenados em água durante uma semana antes de serem submetidos ao teste de resistência flexural. A resistência dos espécimes reparados foi significativamente menor que a resistência coesiva dos materiais, resultando em resistência adesiva que variou de 32% a 66% para a resina convencional e 48% a 78% para a de micropartículas. De um modo geral, reparos realizados nos espécimes de resina convencional foram mais resistentes que os realizados em resina de micropartículas. O tratamento que resultou em maior resistência interfacial foi o polimento, seguido de ácido fosfórico e agente de união, independente do tipo de resina envolvida no reparo.

FORSTEN⁴², em 1984, apresentou um estudo objetivando testar a adesão de uma resina composta fotoativada adicionada à uma resina já polimerizada. Espécimes de forma retangular resultaram da inserção de material em um molde especialmente desenvolvido para o experimento. Um grupo controle foi constituído de espécimes inteiros de resina. O terço médio do molde foi preenchido com uma barra plástica e o espaço resultante recebeu a inserção de resina e sua polimerização. Após a remoção do espaçador, o mesmo material foi condensado e devidamente polimerizado. Para os espécimes testados com contaminação, o espaço entre as barras polimerizadas foi preenchido com água destilada durante 1 minuto, antes da aplicação do compósito. Todas as amostras foram armazenadas em água a 22°C durante 24 horas e submetidas a teste de resistência transversa de três pontos. Os resultados demonstraram não haver diferenças significantes na resistência entre os espécimes inteiros e os incrementais. A contaminação com água não reduziu a resistência transversa das amostras de modo considerável. Comparativamente, as resinas de macropartículas demonstraram um melhor desempenho geral que as resinas de micropartículas.

BOYER; CHAN; REINHARDT¹³, em 1984, avaliaram a resistência de união na interface entre camadas de compósitos fotopolimerizáveis em função do tempo decorrido após a polimerização da camada inicial. Isto incluiu adições de novos incrementos a resinas com 2 a 20 minutos de idade, e adições a materiais com 24 horas e 7 dias de polimerização, simulando reparos em restaurações de resina composta. Foram testadas resinas densamente carregadas (75 a 77% de carga) e de micropartículas (37 a 66% de carga), sendo três ativadas quimicamente e oito ativadas fisicamente. Espécimes inteiros de resina foram confeccionados, armazenados em água a 37°C durante 24 horas e submetidos a teste de resistência

transversa. Os meio-espécimes foram reparados em diferentes tempos experimentais e igualmente submetidos a teste de resistência transversa na interface. As superfícies foram mantidas intactas ou submetidas à ação de um disco abrasivo e, ainda à aplicação de agente de união ou não. Os resultados demonstraram que a resistência transversa foi superior às médias de resistência adesiva interfacial em qualquer tempo experimental. Houve um aumento significativo na dureza durante os primeiros dez minutos, seguido de um aumento gradual de dureza até 24 horas. Quanto aos reparos, a resistência adesiva das resinas de micropartículas foi maior com o uso de agente de união, obtendo valores semelhantes ao de resistência coesiva dos materiais. Os reparos em resinas envelhecidas por 7 dias apresentaram resistência significativamente menor que a força coesiva em todos os grupos experimentais.

Em 1985, LLOYD; DHURU⁶⁵ mediram a energia de fratura (*fracture toughness*) na interface de espécimes de resina composta de macropartículas reparados imediatamente ou após 1 hora de armazenamento em saliva artificial. A adição de material foi realizada diretamente sobre a superfície ou precedida da aplicação de uma camada de agente de união. Quando comparada aos valores de resistência coesiva do material, a energia de fratura dos espécimes reparados foi significativamente menor. Nas amostras contaminadas antes do reparo houve uma redução significativa 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 a dos reparos executados sobre superfícies sem contaminação.

No mesmo ano, PODSHADLEY; GULLET; BINKLEY⁷⁷ conduziram uma investigação visando determinar a resistência adesiva entre uma resina composta imediatamente adicionada e uma superfície de resina previamente fotopolimerizada. As condições experimentais foram elaboradas de modo a simular a técnica de inserção incremental de compósitos fotopolimerizáveis. Dez espécimes inteiros e dez meio-espécimes foram confeccionados com resinas de partículas pequenas, micropartículas e híbridas. Todas as amostras foram armazenadas em água a 37°C durante 24 horas antes de serem submetidas ao teste de resistência à tração. Os resultados indicaram que apenas as amostras adicionadas de resinas de partículas pequenas se mostraram menos resistentes que suas respectivas amostras inteiras. Contrariamente, os espécimes confeccionados com uma das resinas de micropartículas resultaram em resistência maior que os espécimes inteiros deste material. Não houve diferença na resistência entre amostras inteiras e adicionadas nos outros compósitos testados. Os autores concluíram que a técnica de inserção incremental pode ser executada com sucesso.

Em 1985, DHURU; LLOYD³³ mediram a resistência interfacial de reparos em resina composta por meio de teste de energia de fratura (*fracture toughness*). Foram feitas amostras controle, as quais foram fraturadas depois de 24 horas, sendo as mesmas aproveitadas para a execução dos espécimes reparados. As superfícies a serem reparadas foram submetidas ou não à contaminação com saliva artificial e reparadas com o mesmo material ou outro. Foram observadas reduções significantes na resistência entre todos os grupos de reparos e os seus respectivos grupos controle. O efeito da contaminação salivar foi altamente significativo, diminuindo a resistência dos reparos em todos os casos. Os reparos realizados com material diferente do original resultaram em valores de resistência inferiores aos

reparos com mesmo compósito. Quando os resultados foram transformados em porcentagens relativas aos grupos controle, os índices variaram de 45% a 88% da resistência coesiva dos materiais testados. Segundo os autores, reparos efetivos podem ser realizados em resinas compostas maturadas. Apesar da energia de fratura ter sido significativamente menor que a força coesiva dos materiais, os valores obtidos foram considerados altos.

A liberação de componentes das partículas inorgânicas de quatro diferentes compósitos armazenados em água foi investigada por SÖDERHOLM et al.⁹², em 1985. As concentrações de silício, estrôncio e bário dissolvidas na água foram determinadas por meio de espectrofotometria de absorção atômica. Amostras adicionais não armazenadas e amostras armazenadas durante 180 dias foram preparadas para observações em microscópio eletrônico de varredura e espectrofotômetro. Os resultados confirmaram achados de estudos anteriores onde a dissolução de íons silício de diferentes compósitos foi altamente dependente da composição inorgânica dos materiais. Com relação à superfície total de cada resina composta, aquelas que continham partículas de quartzo e sílica pirolítica liberaram menor quantidade de silício, quando comparadas às compostas de vidros de estrôncio e/ou bário. Existiu uma correlação entre dissolução de íons e formação de trincas em todos os materiais, exceto na resina de micropartículas. O aparecimento das trincas foi atribuído à formação de pressão osmótica em espaços vazios no interior do compósito, provenientes da degradação hidrolítica. Pôde-se concluir que a resina de micropartículas foi a mais estável sob armazenamento em água, com relação à formação de trincas.

AZARBAL; BOYER; CHAN⁴, em 1986, realizaram um estudo utilizando vários agentes de união e resinas compostas sob as mesmas condições experimentais para reparo. Foram testados também solventes, como clorofórmio e acetona, além de um primer silano. Um grupo controle consistiu de espécimes inteiros, através do qual foi medida a resistência coesiva de cada material. Outro grupo foi composto de espécimes reparados sem tratamento de superfície prévio. Os outros seis grupos foram tratados com agentes de união ou solventes. Trinta minutos após a remoção do molde, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37⁰C durante 7 dias. Após a confecção dos reparos, os espécimes foram novamente armazenados em água destilada a 37⁰C durante 24 horas e submetidos a teste de resistência flexural de três pontos. De um modo geral, a resistência dos reparos foi menor que a resistência coesiva dos espécimes não reparados. O agente de união à dentina forneceu os maiores valores de resistência aos reparos, com todos os materiais utilizados. Já o agente silanizador não foi efetivo na promoção de adesão entre os compósitos neste estudo. Dentre as resinas, as de micropartículas produziram os valores mais altos de resistência nos reparos, quando comparadas às de macropartículas. Este fato foi relacionado ao grande conteúdo de matriz resinosa das resinas de micropartículas.

ELI et al.³⁵, em 1986, avaliaram a resistência final de resinas compostas polimerizadas em incrementos. Quatro diferentes compósitos fotopolimerizáveis foram empregados no estudo. Espécimes de cada material foram confeccionados e divididos em grupos de espécimes inteiros e em dois incrementos, com e sem a interposição de agente de união. Testes de resistência à tração foram realizados em todas as amostras. Os resultados demonstraram que o uso de agente de união aumentou, de um modo geral, a prevalência de fraturas fora da área adesiva. A

resina sem carga empregada como adesivo entre as camadas polimerizadas de compósito promoveu uma redução de 6 vezes na incidência de fraturas na interface adesiva. Os autores indicam a aplicação de agente de união entre incrementos de resina composta para melhorar a qualidade final de restaurações profundas, ou quando houver necessidade de reparo de defeitos em restaurações já polidas.

No mesmo ano, CHALKLEY; CHAN²¹ investigaram, por meio de teste de microinfiltração, a capacidade de adesão de diferentes resinas compostas a um compósito envelhecido por 1 semana. O estudo incluiu a determinação da viabilidade de reparos realizados com materiais diferentes do compósito original. Os tratamentos realizados nos espécimes iniciais foram a contaminação com saliva durante 1 segundo e condicionamento ácido, seguido ou não da aplicação de agente de união. Realizado o teste de penetração de corante, a análise dos resultados demonstrou que a contaminação salivar aumentou significativamente a infiltração na interface resina/resina. O tratamento com ácido fosfórico seguido de adesivo revelou os menores índices de penetração de corante, assim como reparos entre resinas de mesma composição resultaram em melhor adaptação, quando comparados com reparos entre materiais diferentes.

Um estudo realizado por KULA et al.⁵⁷, em 1986, determinou, por meio de inspeção visual e microscopia eletrônica de varredura, a degradação de superfície provocada por um gel de flúor fosfato acidulado a 1,23% em resinas compostas com diferentes tipos de partículas. Para tanto, foram confeccionados discos com diferentes resinas compostas, auto e fotopolimerizáveis, polidos depois de 24 horas. Duas amostras de cada resina foram imersas no gel de flúor durante 4 minutos, por 5 vezes. O mesmo procedimento foi realizado para os controles, porém com imersão

em água. Os espécimes foram observados em microscópio eletrônico de varredura e de luz polarizada. Os espécimes com maiores alterações visuais demonstraram extensa degradação das partículas expostas ao flúor. O padrão de condicionamento variou de acordo com o tamanho e tipo de partícula, ou seja, partículas menores degradaram mais facilmente. Foram observadas porosidades nas resinas com partículas de sílica de 0,04µm, enquanto nas resinas com partículas maiores foram notadas perda parcial e degradação superficial moderada. No presente estudo, os compósitos com partículas de vidro de boroaluminossilicato de bário foram os mais suscetíveis à degradação pelo gel de flúor fosfato acidulado a 1,23%.

Buscando determinar diferenças na resistência flexural de espécimes de resina composta com e sem reparo, SÖDERHOLM⁹⁰, em 1986, realizou um estudo onde empregou, entre outros tratamentos, uma solução de tolueno-silano antes da adição da resina de reparo. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C durante 3 e 6 meses antes de serem submetidas aos testes de resistência flexural de quatro pontos. Os resultados demonstraram que todos os espécimes reparados foram menos resistentes que os não reparados. O grupo de amostras tratadas com silano apresentou resistência superior aos demais grupos, além de ter sido o menos afetado pela exposição à água, de modo a não exibir diferenças significantes com relação ao grupo controle, mesmo após 6 meses de armazenamento. As observações ao microscópio eletrônico de varredura indicaram a presença de trincas na matriz resinosa e partículas de carga totalmente expostas nos espécimes onde foi utilizado o silano. Ao contrário, as superfícies tratadas com água e com ácido fosfórico se apresentaram cobertas por uma película orgânica proveniente dos processos de desgaste para obtenção dos espécimes, o que justificou os baixos resultados de resistência encontrados nesses dois grupos. A alta

resistência adesiva dos reparos promovidos com silano foi explicada pela sua capacidade de remoção da camada orgânica depositada na superfície, combinada com o tratamento químico do próprio silano sobre as partículas de carga expostas.

ELIADES; VOUGIOUKLAKIS; CAPUTO³⁸, em 1987, determinaram o grau de insaturação em algumas resinas compostas comerciais em relação à distância e ao tempo de polimerização. Adicionalmente, mediram a dureza dos materiais em diversas profundidades de polimerização e ainda, a eficiência de polimerização de cada sistema quando submetidos a altas temperaturas. O grau de polimerização das resinas compostas foi medido através de espectroscopia de infravermelho após fotopolimerização de 20, 40 e 60 segundos. As amostras de 6mm de espessura de cada um dos tempos de polimerização foram usadas para medir a dureza Knoop. A qualidade de pós-polimerização de cada material foi investigada através de calorimetria diferencial, com temperaturas variando de 37°C a 180°C. Os resultados demonstraram que a conversão dos materiais se elevou significativamente à medida que o tempo de polimerização aumentou, principalmente nas porções mais profundas. Contudo, houve diferenças marcantes no grau de polimerização entre os materiais para cada profundidade testada. As resinas de micropartículas apresentaram menor profundidade de polimerização e maior quantidade de ligações não convertidas em função da distância e tempo de polimerização. A profundidade de polimerização e a dureza foram superiores nas resinas compostas com maior conteúdo de carga. A dureza e a profundidade de polimerização aumentaram com o tempo de polimerização. As propriedades térmicas das partículas inorgânicas afetaram o grau de polimerização dos materiais testados. Uma grande redução no grau de polimerização nos espécimes submetidos ao calor foi observada após o

armazenamento em água a 37°C durante 24 horas, o que foi atribuído ao efeito da degradação dos radicais livres.

CHIN; TYAS; GOLDMAN²⁴, em 1987, testaram a resistência adesiva na interface de espécimes feitos com resinas compostas usadas incrementalmente, onde a primeira camada foi polimerizada em contato com ar ou com uma matriz, usando compósitos híbridos e de partículas pequenas, foto ou quimicamente ativados. Foram preparados bastões de resina composta adequados para o teste de resistência transversa de três pontos. Após a devida polimerização, os espécimes inteiros e os reparados foram armazenados em água a 37°C durante 23 horas, antes de serem submetidos ao teste de resistência. Os resultados obtidos mostraram que os reparos realizados com o mesmo material foram mais resistentes que os reparos com materiais diferentes. De um modo geral, as amostras polimerizadas expostas ao ar forneceram valores de resistência maiores que as polimerizadas contra uma matriz metálica polida. Este fato foi atribuído à formação de uma camada superficial não polimerizada que seria responsável por uma maior adesão do incremento subsequente. Dentre todas as combinações testadas, a melhor união foi obtida quando compósitos apresentavam sistemas similares de polimerização. Os autores afirmaram que a resistência adesiva entre incrementos depende da natureza da superfície da resina original, assim como da combinação dos materiais utilizados.

WENDT¹¹¹, em 1987, realizou um estudo laboratorial para avaliar a resistência à tração diametral, resistência à compressão, módulo de elasticidade e resiliência, e ainda a estabilidade dimensional de três resinas compostas com e sem a utilização de calor como método de polimerização secundária. Setenta espécimes foram confeccionados para a determinação da resistência à tração diametral,

resistência à compressão e estabilidade dimensional. Inlays MOD foram confeccionadas para os testes de discrepância marginal. Para o cálculo do módulo de elasticidade e resiliência foram utilizados os valores de resistência à compressão. Para cada propriedade, espécimes controle somente fotopolimerizados foram confeccionados. Sessenta espécimes de cada material foram fotopolimerizados e submetidos a temperaturas variando de 60°C a 200°C durante 10 minutos. Em seguida, foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas e, então, submetidos aos testes. Os resultados demonstraram um aumento nos valores de tração diametral com o aumento da temperatura, para todas as resinas testadas. Houve um aumento não significativo da resistência à compressão dos espécimes tratados com calor, quando comparados aos controles para todos os materiais. Com o aumento da temperatura não houve aumento significativo da resistência à compressão. Com relação ao módulo de elasticidade e resiliência, os três materiais não apresentaram diferenças significantes após o tratamento térmico. Os resultados de discrepância marginal para os espécimes tratados com calor demonstraram uma diminuição gradual com o aumento da temperatura, mas não significativa. Portanto, segundo os resultados obtidos neste estudo, o calor aumentou a resistência à tração diametral, mas não interferiu na resistência à compressão das resinas testadas. A contração dos materiais depois da aplicação do calor variou e foi atribuída a diferenças na matriz e no tamanho e volume das partículas de carga.

Na segunda parte do estudo, WENDT ¹¹², testou os efeitos do calor usado como uma polimerização secundária sobre o desgaste, a dureza e a estabilidade de cor de três resinas compostas. Setenta espécimes de cada material foram confeccionados e submetidos somente à fotopolimerização ou seguida de

temperaturas que variaram de 60°C a 200°C. O teste de desgaste foi realizado em uma máquina de abrasão com 2.000, 5.000 e 10.000 ciclos. Para a avaliação da estabilidade de cor, os espécimes foram armazenados em água a 37°C durante 24 horas e a alteração de cor comparada com uma porção não imersa do mesmo espécime. Houve um aumento significativo do desgaste no grupo submetido ao calor de 60°C para todos os materiais. Para temperaturas de 100°C e mais, o desgaste se mostrou menor nas três resinas testadas. Foi constatado um aumento na dureza de todos os compósitos submetidos a 60°C e 100°C, seguida de uma nivelção dos valores para temperaturas acima de 125°C. As alterações de cor observadas em todos os espécimes foram consideradas quase imperceptíveis. Os autores concluíram que a resistência ao desgaste, a dureza e a estabilidade de cor foram aumentadas com a polimerização secundária. A temperatura de 125°C parece ser a ideal, indicando possíveis interações entre a matriz e as partículas de carga, o que acarretaria uma melhora das propriedades físicas das resinas testadas.

Ainda em 1987, COOK; JOHANNSON²⁷, avaliaram o grau de polimerização de quatro resinas compostas fotopolimerizáveis, utilizando diferentes temperaturas. Testaram também a influência da polimerização sobre a resistência flexural, resistência diametral, energia de fratura e a extensão da trinca resultante das fraturas. Os espécimes destinados aos testes mecânicos foram fotopolimerizados a 23°C, pós-polimerizados a 5°C, 23°C, 60°C e 100°C durante 24 horas, esfriados lentamente e armazenados a 5°C em ar. Os espécimes fraturados após os testes de energia de fratura foram utilizados para a avaliação do grau de polimerização em espectrofotômetro de infra-vermelho. O grau de polimerização de todos os materiais testados aumentou com a temperatura, assim como a energia de

fratura, a resistência flexural e a resistência diametral. Os cálculos das extensões de trincas realizados no estudo variaram de acordo com o tipo de espécime utilizado. Os espécimes fraturados nos testes de resistência diametral apresentaram valores maiores do que os fraturados nos testes de resistência flexural.

Com o objetivo de ressaltar uma questão clínica a respeito de reparos realizados em resinas desconhecidas pelo operador, POUNDER; GREGORY; POWERS⁷⁸, em 1987, examinaram a resistência adesiva de reparos em resinas compostas com diferentes composições e tamanho de partículas, usando diferentes agentes adesivos. Foram utilizadas uma resina de macropartículas e uma de micropartículas, ambas quimicamente ativadas, e uma resina de micropartículas fotoativada. Quarenta e cinco amostras de cada material foram confeccionadas e, duas horas depois da polimerização, o processo de reparo foi iniciado em cinco espécimes de cada uma das três resinas, usando cada um dos três sistemas adesivos. As extremidades dos espécimes foram polidas com lixa 600 e limpas com ácido fosfórico a 37%, antes da aplicação do agente de união e resina de reparo. Em seguida, as amostras foram armazenadas em água a 37°C durante 24 horas e submetidas a testes de resistência à tração. A análise estatística dos resultados obtidos revelaram que nenhuma combinação de resina original, resina de reparo e agente adesivo foi capaz de aumentar a resistência adesiva de modo significativo. Os valores de reparo não foram superiores à resistência à tração diametral dos compósitos de macro e micropartículas. Concluiu-se que compósitos de mesma composição e o uso de sistemas adesivos compatíveis não asseguram a obtenção de resistência adesiva adequada em reparos de resinas compostas.

TJAN; GLANCY¹⁰², em 1988, avaliaram a resistência adesiva entre camadas de resinas compostas similares e diferentes, usando um teste de resistência à tração direta. Testes de tração diametral também foram executados para comparação entre espécimes inteiros e em incrementos. Foram feitas combinações de materiais de diferentes marcas ou ainda entre resinas convencionais e híbridas com outras de micropartículas. A resistência interfacial dos espécimes experimentais foi geralmente superior à resistência coesiva dos materiais, variando entre 22% a 32%, dependendo dos compósitos. As resinas de micropartículas a base de uretano dimetacrilato não se mostraram compatíveis com as resinas a base de Bis-GMA, resultando em baixos índices de resistência adesiva. Foi concluído que a execução de restaurações em incrementos produz resistência de união aceitável clinicamente, apresentando valores superiores ou equivalentes à resistência coesiva dos materiais.

Em 1988, ELI et al.³⁶ avaliaram a resistência adesiva de duas resinas compostas para dentes posteriores reparadas com materiais iguais ou diferentes. As amostras iniciais foram armazenadas em saliva humana durante 48 horas. Após a lavagem, as superfícies foram tratadas com aplicação de um agente de união ou abrasionamento com disco diamantado, com e sem a interposição de agente de união antes do reparo. Uma comparação entre os grupos controle (espécimes inteiros) e os de reparo demonstraram uma superioridade daqueles, independente da combinação entre materiais ou tratamento de superfície empregados. Não foram encontradas diferenças entre os reparos realizados com resinas compostas iguais ou combinações, porém, quanto aos tratamentos de superfície, no grupo onde os espécimes foram abrasionados e sem aplicação de agente de união houve uma redução significativa de resistência adesiva, quando comparado aos demais grupos.

O armazenamento dos espécimes em saliva durante 48 horas não afetou a resistência dos reparos. Os autores ressaltaram que o abrasionamento da superfície de compósitos a serem reparados não é recomendável. Contudo, o adequado molhamento da interface com a aplicação de um agente adesivo foi considerado essencial.

KAO; PRYOR; JOHNSTON⁵⁴, em 1988, executaram um trabalho medindo a resistência adesiva entre compósitos de composições químicas semelhantes e diferentes, determinando a influência de agentes adesivos e do armazenamento em água sobre a resistência dos reparos. Dentre os espécimes de cada material, metade foi exposta ao ar durante 10 minutos e os demais foram armazenados em água durante 24 horas. Antes da adição da resina de reparo, metade dos espécimes de cada grupo de armazenamento foi submetida à aplicação de agente adesivo. Após os reparos, todos os espécimes foram armazenados em água a 37°C durante 7 dias, antes dos testes de resistência transversa. Os resultados demonstraram que a resistência dos reparos foi afetada significativamente pelo emprego dos agentes adesivos e pelo método de armazenamento. A resistência transversa do grupo exposto ao ar variou de 22% a 47% da resistência do grupo controle, aumentando para 40% a 90%, quando o agente de união foi empregado. Para o grupo de armazenamento em água, os valores de resistência variaram de 11% a 37% com relação ao controle, tendo aumentado para 35% a 84% com o uso de agente adesivo. Segundo os autores, o emprego de um agente de união assegurou um aumento da resistência quando o substrato resinoso foi contaminado com água.

ARIETA², em 1989, verificou a influência do tipo de material e do fator idade sobre a resistência de união de reparos em resinas compostas. Espécimes em

forma de halteres foram confeccionados a partir de uma matriz metálica dividida. Amostras inteiras foram consideradas como controle, em tempos de 1 hora e 1 semana. Já as amostras reparadas, foram obtidas a partir de amostras inteiras armazenadas (1 hora e 1 semana) e seccionadas ao meio. As superfícies a serem reparadas foram tratadas com ácido fosfórico a 37% e agente de união antes do reparo com o mesmo ou outro material. Os resultados dos testes de tração demonstraram que, para as três resinas compostas utilizadas como remanescentes, os espécimes resultaram em valores razoáveis de resistência, quando comparados aos espécimes inteiros. O fator idade influenciou diferentemente para cada combinação, sendo os espécimes de 1 semana, de um modo geral, mais resistentes que os de 1 hora de armazenamento.

Também em 1989, ELIADES; CAPUTO³⁷ desenvolveram um estudo para avaliar a resistência ao cisalhamento entre incrementos de resina composta na presença da camada inibida pelo oxigênio e o efeito de vários tratamentos interfaciais sobre essa resistência. Diferentes compósitos foram utilizados para a confecção das amostras. O primeiro incremento recebeu os seguintes tratamentos: (1)nenhum tratamento, (2)agente de união polimerizado durante 10 segundos, (3)agente de união não polimerizado, (4)desgaste da superfície com ponta diamantada e (5)lavagem da superfície com acetona. Após a inclusão do segundo incremento de resina, todos os espécimes foram armazenados em solução salina a 37°C durante 24 horas e submetidos aos testes de resistência ao cisalhamento. As superfícies fraturadas foram observadas em estereomicroscópio para determinação dos modos de fratura. Três espécimes adicionais para cada grupo foram preparados para a avaliação da topografia interfacial. De acordo com os resultados, a resistência das amostras com dois incrementos foi consideravelmente inferior à resistência das

amostras controle. A presença da camada inibida por oxigênio reduziu substancialmente a resistência adesiva entre incrementos, criando uma descontinuidade na interface provocada por diferença na contração e ineficiência de polimerização. Dentre os tratamentos testados, o emprego de acetona acarretou em remoção da camada de inibição, com conseqüente aumento significativo na resistência e melhor topografia interfacial dos reparos.

Em 1989, CHIBA; HOSODA; FUSAYAMA²³, avaliaram a resistência de união em adições de resina composta utilizando diferentes tratamentos superficiais, como o uso de matriz de celulósica, polimerização da resina exposta ao ar e desgaste da superfície com broca. Os espécimes foram testados imediatamente após contaminação com saliva artificial durante 30 segundos, 7 dias e 3 meses. Antes da adição, os espécimes foram tratados com: (1) ácido fosfórico em gel a 40%, (2) aplicação de agente de união, (3) lavagem com escova em forma de cone ou (4) desgaste com broca carbide. O teste de tração foi efetuado após armazenamento das amostras em água a 37°C durante 24 horas. Os autores concluíram que a contaminação momentânea foi removida efetivamente pelo ácido fosfórico, ao passo que a contaminação a longo prazo somente foi removida com a redução da superfície com broca. A aplicação de um agente adesivo sobre as superfícies contaminadas durante 30 segundos e desgastadas com broca aumentou a resistência à tração, provavelmente devido à ligação química com as partículas de sílica expostas pelo desgaste. As superfícies desgastadas com broca, submetidas ao condicionamento ácido e aplicação de agente de união, resultaram em um aumento significativo na resistência adesiva dos reparos.

As restaurações em resina composta em dentes posteriores frequentemente apresentam falhas como: desgaste oclusal, alterações de cor e manchamentos com o tempo. Devido a estes problemas, CRUMPLER et al.²⁹, em 1989, realizaram um estudo objetivando identificar tratamentos adequados para o reparo de superfícies desgastadas de resinas auto e fotopolimerizáveis. Para tanto foi empregada uma avaliação sequencial dos efeitos de várias técnicas mecânicas de tratamento de superfície, agentes químicos de condicionamento e adesivos sobre a resistência ao cisalhamento de resinas compostas reparadas. Os espécimes foram envelhecidos durante 7 dias em saliva artificial a 37°C e tiveram suas superfícies abrasionadas com brocas ou pontas diamantadas, tratadas com diferentes condicionadores químicos e submetidas à ação de vários agentes de união. Após a polimerização da resina de reparo, os espécimes foram novamente armazenados em saliva artificial durante 7 dias e testados quanto à resistência ao cisalhamento. Os valores médios de resistência dos grupos testados variaram de 77% a 102% da resistência coesiva de cada material. A técnica de preparo mecânico da superfície responsável pelo aumento da resistência foi o abrasionamento com ponta diamantada. Quanto ao condicionamento químico, as aplicações de metilmetacrilato, água destilada e ácido fosfórico demonstraram os maiores valores de resistência. Entre os vários agentes de união testados, inclusive um silano, um adesivo dentinário resultou em valores superiores estatisticamente aos demais. As análises de correlação revelaram que a melhor combinação testada foi o uso de ponta diamantada, limpeza da superfície com água destilada e aplicação de agente adesivo dentinário.

Um estudo comparativo realizado por SAUNDERS⁸⁸, em 1990, analisou os efeitos da fadiga provocada por força de impacto sobre a resistência transversa

de reparos em resinas compostas para dentes posteriores. Espécimes retangulares de cada material foram confeccionados e armazenados em água destilada a 23°C durante 3 semanas. As superfícies a serem reparadas foram então polidas e tratadas com um agente silano, um adesivo dual ou mantidas sem tratamento adicional. Os reparos foram executados com o mesmo material do substrato. As amostras foram termocicladas e testadas sequencialmente sob uma força cíclica de impacto. Um número de 5000 ciclos foi determinado e todos os espécimes foram testados imersos em água a temperatura ambiente. A análise estatística dos limites médios de fadiga para cada condição demonstrou que a resistência às forças de impacto nos espécimes reparados foi menor que a dos espécimes não reparados (29% a 95%). A aplicação de um agente de união dual resultou em reparos mais resistentes, enquanto o emprego de silano não foi capaz de aumentar a resistência à fadiga dos reparos em nenhum dos grupos testados.

GREGORY; POUNDER; BAKUS⁴⁵, em 1990, realizaram um estudo utilizando espectroscopia de reflexão interna múltipla para determinação da presença de duplas ligações, além de um teste flexural de três pontos para avaliar a resistência necessária para fraturar espécimes reparados. Três resinas híbridas fotopolimerizáveis e seus respectivos sistemas adesivos foram empregados. Espécimes inteiros e reparados foram confeccionados com o mesmo material ou resinas diferentes. Os resultados demonstraram a evidência de duplas ligações de carbono na superfície polimerizada de resinas com matriz de Bis-GMA, dimetacrilato de uretano e com mistura dos dois componentes. Com relação à resistência flexural dos reparos, nenhum dos espécimes reparados demonstrou maior resistência que os espécimes inteiros. Os reparos realizados com resinas de matrizes iguais não foram capazes de produzir resistência maior que aqueles realizados com resinas de

matrizes diferentes. Apesar de diferenças significantes nos valores de resistência entre várias combinações, não houve incompatibilidade entre os reparos. A disponibilidade de duplas ligações de carbono na resina polimerizada para reagir com a resina de reparo permitiu a adesão entre ambas as superfícies. Quanto à localização das fraturas, elas ocorreram principalmente na interface adesiva (74%) ou próximo a esta área, e foram atribuídas à inclusão de bolhas de ar ou desadaptações próximas à interface.

Baseados em estudo anterior, SÖDERHOLM; ROBERTS ⁹¹, em 1991, buscaram determinar a influência de agentes adesivos e de diferentes condições, como a idade do compósito e o armazenamento em água, sobre a resistência de reparos. Barras retangulares de resina composta foram confeccionadas e armazenadas a seco a 37°C durante 24 horas e 60 dias. Todas as amostras foram tratadas com ácido fosfórico durante 60 segundos e receberam a aplicação de primer e agente de união, somente o agente de união ou ainda, tolueno-silano, primer e agente de união. Outros espécimes não receberam nenhum tratamento, além do condicionamento ácido. Todas as amostras, incluindo um grupo com espécimes não reparados, foram armazenadas por mais 24 horas a 37°C e divididas em dois subgrupos, os quais foram armazenados em água destilada a 37°C durante 3 e 12 meses. A resistência dos espécimes foi medida por teste flexural de 4 pontos. Os espécimes não reparados não apresentaram diferenças na resistência após armazenamento por 3 ou 12 meses em água, além de terem sido mais resistentes que todos os espécimes reparados. Estes não apresentaram diferenças com relação ao tempo de armazenamento em seco antes do reparo (1 e 60 dias). Porém, todos os espécimes, incluindo os controles, sofreram uma redução na resistência após um longo período em água. Os grupos onde foram utilizados somente adesivo, primer e

adesivo, ou tolueno, primer e adesivo apresentaram resistências semelhantes entre si. Após ambos os períodos de 90 e 360 dias em água, a resistência dos espécimes reparados variou de 25% a 50% da resistência coesiva dos espécimes controle. Os autores concluíram que a retenção mecânica é o principal mecanismo envolvido nos reparos em resinas compostas.

Diante da necessidade de se conhecer a efetividade de reparos feitos com diferentes materiais, MITSAKI-MATSOU et al.⁷², em 1991, mediram a resistência à tração de resinas auto e fotoativadas reparadas com o mesmo ou outro compósito. A resistência foi avaliada em função da idade do substrato ou do tratamento de superfície empregado. Trezentos e dez espécimes foram confeccionados e armazenados em água destilada a 37°C durante 48 horas, 7 dias e 1 ano. Em 30 amostras do grupo de armazenamento de 1 ano um agente adesivo foi utilizado antes do reparo, enquanto o restante dos espécimes, em todos os períodos de armazenamento, foram somente abrasionados com lixas de granulação 240 a 600. Todas as amostras foram mantidas em temperatura ambiente durante 30 minutos, antes do teste de resistência à tração. Cinco espécimes inteiros de cada resina foram também testados como controles. Os valores de resistência dos reparos variaram de 40% a 59% em 48 horas, quando comparados à resistência dos espécimes inteiros. Em um período de 7 dias, os índices variaram de 18% a 52% e em 1 ano de armazenamento, 11% a 57%. A aplicação do agente adesivo nos espécimes envelhecidos durante 1 ano aumentou significativamente a resistência dos reparos em todos, com exceção de um grupo. Os resultados deste estudo demonstraram que o abrasionamento da superfície de resina reduziu a resistência dos reparos, devido à exposição das partículas inorgânicas. Contudo, a adição de

uma resina sem carga de baixa viscosidade reforçou significativamente os reparos em resina composta.

PUCKETT; HOLDER; O'HARA ⁷⁹, em 1991, avaliaram a resistência de reparos realizados em resinas compostas envelhecidas, utilizando combinações diferentes de compósitos e sistemas adesivos. O objetivo primordial foi chamar a atenção para as consequências clínicas de reparos em resinas posteriores com um material diferente do original. Três resinas compostas fotopolimerizáveis para dentes posteriores e seus respectivos sistemas adesivos foram investigados. As condições testadas foram o reparo com o mesmo material, com ou sem seu respectivo agente adesivo, e reparo com os outros materiais e seus respectivos agentes adesivos. Os espécimes foram fabricados e imersos em solução de Ringer a 37°C durante 24 horas. Após o envelhecimento, dez espécimes de cada material foram usados como controle, para determinação da resistência de cada compósito. Os demais espécimes foram preparados com lixa de granulação 240, para receberem os tratamentos antes de serem reparados. A resistência dos reparos variou de 20% a 60% da resistência diametral das resinas compostas. Todos os espécimes onde um sistema adesivo foi utilizado apresentaram resistência significativamente maior, quando comparados aos espécimes sem adesivos. A inspeção microscópica das fraturas demonstrou que todas as fraturas ocorreram na interface adesiva. Os maiores valores de resistência foram obtidos quando uma resina a base de Bis-GMA, associada a um adesivo dentinário, foi utilizada como material de reparo para substratos a base de Bis-GMA e UDMA. Todos os reparos realizados sobre resinas de UDMA resultaram em resistência aceitável clinicamente, contrariamente aos reparos em resinas de Bis-GMA sem sistema adesivo.

Em 1991, HOLDER et al.⁴⁷ compararam a resistência à tração diametral de reparos em resina composta para dentes posteriores, utilizando sistemas adesivos de primeira, segunda e terceira gerações. Os espécimes de resina foram preparados, envelhecidos em solução de Ringer durante 7 dias, desgastados com lixa de granulação 240 e, finalmente, reparados com um dos sistemas adesivos e a mesma resina composta. As amostras foram armazenadas durante 7 dias antes de serem testadas em máquina de ensaios universal. Os resultados indicaram que os reparos executados com o sistema adesivo de terceira geração foram os menos resistentes, enquanto o de segunda geração resultou nos maiores valores de resistência. Contudo, a análise estatística dos dados não demonstrou diferenças significantes entre os grupos experimentais. Os autores sugeriram que a incorporação de monômeros hidrofílicos, visando o aumento da adesão à dentina, poderia ser responsável pela redução da capacidade de molhamento e de adesão do agente de união de terceira geração às superfícies abrasionadas de resina composta em procedimentos de reparo.

Para analisar o efeito da termociclagem sobre a resistência de reparos, ARITA et al.³, em 1991, realizaram um estudo onde espécimes de duas resinas híbridas e uma de micropartículas foram confeccionados e armazenados em saliva artificial durante 7 dias. Espécimes controle foram obtidos utilizando cada um dos compósitos. Decorrido este período, as amostras foram lavadas com água destilada ou polidas com lixa de granulação 400, tratadas com ácido fosfórico e agente adesivo. Os reparos foram realizados com as mesmas resinas compostas e combinações entre os materiais. Após armazenamento em saliva artificial durante 2 dias, os espécimes foram termociclados (0, 10³, 10⁴ ciclos a 5°C e 50°C) e submetidos ao teste de resistência transversa. Os resultados demonstraram que os

espécimes controle de resinas híbridas foram mais resistentes que os espécimes de resina de micropartículas. Apesar dos espécimes reparados apresentarem resistência inferior aos espécimes controle (23% a 51%), houve diferença significativa entre os seus valores, quando comparados com os espécimes somente lavados com água. A termociclagem provocou redução na resistência transversa tanto dos espécimes não reparados, como de reparos de resinas híbridas e de micropartículas entre si. Portanto, foi sugerido que os reparos com diferentes materiais sejam precedidos de polimento, tratamento com ácido e agente adesivo para aumentar a resistência adesiva na interface.

Em 1992, FERRACANE; MARKER⁴⁰ utilizaram resinas compostas experimentais para determinar os efeitos do tipo e tamanho das partículas de carga, assim como a temperatura da polimerização secundária, sobre a energia de fratura (*fracture toughness*) de compósitos armazenados por até 1 ano em etanol e água. As resinas compostas de partículas de quartzo e vidro de bário revelaram uma redução significativa na resistência após 1 ano em etanol, idêntica à redução resultante de 2 meses em água. Este fato foi atribuído principalmente ao amolecimento da matriz resinosa, mas as trincas encontradas na interface carga/matriz, reveladas pela observação em microscópio eletrônico de varredura, também podem ter contribuído. O armazenamento em água durante 1 ano exerceu pouca influência sobre a energia de fratura dos compósitos polimerizados sob temperatura bucal, mas um aumento significativo foi relatado para os compósitos submetidos à polimerização secundária a altas temperaturas.

SWIFT JÚNIOR et al.⁹⁷ desenvolveram um estudo, em 1992, onde vários métodos de tratamento da superfície para reparos de resinas compostas indiretas

foram avaliados. Os tratamentos testados incluíram jateamento com partículas de óxido de alumínio, condicionamento com ácido fluorídrico a 9,6%, silanização e combinações destas técnicas. A resistência ao cisalhamento foi medida após os respectivos tratamentos e aplicação de um sistema de cimentação adesiva dual. Metade dos espécimes foram armazenados em água e o restante termociclado por 500 ciclos. O jateamento com óxido de alumínio promoveu a maior e mais consistente resistência adesiva, com ou sem a associação com silano. O tratamento com ácido fluorídrico reduziu significativamente a resistência dos espécimes, mesmo quando precedido de abrasionamento com óxido de alumínio e seguido de silanização. Os menores valores de resistência foram obtidos com o condicionamento com ácido fluorídrico, onde a maior parte das falhas foram adesivas entre o cimento dual e a resina indireta. Os autores concluíram que a silanização pode aumentar a adesão de resinas indiretas abrasionadas com jatos de óxido de alumínio. O uso de ácido fluorídrico foi desaconselhado, uma vez que reduz consideravelmente a resistência adesiva nos casos de reparos em resinas compostas indiretas.

Um estudo realizado por GREGORY et al.⁴⁶, em 1992, buscou determinar o grau de conversão das resinas compostas e comparar sete propriedades físicas e a resistência dos reparos entre duas resinas de uso direto e três de uso indireto. Os espécimes foram confeccionados em uma matriz e armazenados em água a 37°C durante 24 horas. Após este período, as superfícies foram abrasionadas com um disco de óxido de alumínio e tratadas com ácido fosfórico a 37% durante 60 segundos. Um agente de união foi então aplicado, e os espécimes reparados com resina composta Herculite XR. A resistência dos espécimes foi avaliada por meio de um teste flexural de três pontos. A localização das fraturas foi determinada com a

observação em microscópio com aumento de 13 vezes. A análise dos resultados não detectou diferenças entre os grupos de reparo. Com relação ao tipo de fratura, não ocorreram fraturas do tipo coesiva, e sim, adesivas na interface e mistas. O estudo demonstrou que as ligações nos reparos foram limitadas à adesão química. As resinas de uso indireto, com maior resistência flexural, apresentaram um maior índice de conversão, o que se refletiu em baixa resistência adesiva dos reparos com estes compósitos.

Ainda em 1992, FERRACANE; CONDON³⁹ avaliaram a energia de fratura (*fracture toughness*), o módulo de elasticidade, a microdureza e o grau de conversão de seis resinas compostas submetidas à pós-polimerização com calor durante 10 minutos e três horas, imediatamente após a fotopolimerização. Quatro resinas experimentais e ainda Herculite (Kerr Corp.) e Heliomolar (Vivadent) foram utilizadas no estudo. Depois da fotopolimerização convencional de 40 segundos, os espécimes foram submetidos a diferentes tratamentos: armazenamento em água a 37°C durante 24 horas, calor de 120°C durante 10 minutos e armazenamento em água por 24 horas, calor de 120°C durante 3 horas e armazenamento em água por 24 horas e armazenamento em água por 7 dias, seguido de calor a 120°C por 3 horas. Os resultados demonstraram um aumento médio de 25% na energia de fratura e no módulo de elasticidade para todas as resinas e condições testadas. A microdureza foi 30% superior nas resinas Herculite e duas das experimentais quando submetidas ao calor após o armazenamento prolongado. O grau de conversão medido na superfície dos espécimes foi maior após a pós-polimerização imediata com calor. Para os espécimes submetidos ao calor após 7 dias, o grau de conversão no interior da amostra foi maior, quando comparado aos valores medidos na superfície das

mesmas. Não houve diferença significativa entre os resultados obtidos com o emprego do calor durante 10 minutos ou 3 horas nas propriedades mecânicas e no grau de conversão de todos os materiais avaliados. O exame de fractografia indicou um padrão semelhante para os grupos de pós-polimerização com calor, onde as superfícies se apresentaram mais regulares e lisas, quando comparadas às dos espécimes fotopolimerizados. O aumento dos valores das propriedades, associado ao exame das fraturas, indicou um aumento na dureza da matriz resinosa e possivelmente um aumento da adesão carga/matriz nas resinas de micropartículas. Os autores relataram que as mudanças nas propriedades podem ser resultantes de um aumento no grau de conversão dos compósitos.

SWIFT JÚNIOR; LE VALLEY; BOYER ⁹⁶, em 1992, avaliaram a efetividade de alguns tratamentos de superfície sobre a resistência adesiva de reparos em resina composta. Cinco compósitos foram utilizados para testar o efeito de diferentes composições e tamanhos de partículas. Espécimes inteiros foram utilizados como controle. Dez amostras de cada grupo receberam diferentes tratamentos de superfície, como jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm, o mesmo tratamento seguido de condicionamento com ácido hidrofúorídrico a 9,6% ou gel de flúor fosfato acidulado a 1,23%. Em seguida, procedeu-se a aplicação de um agente de união e reparo com o mesmo material. Depois de um período de armazenamento em água de 24 horas, os espécimes foram submetidos ao teste de resistência flexural de 3 pontos. As observações em microscópio eletrônico demonstraram um aumento substancial da rugosidade superficial com a utilização de jato de óxido de alumínio, enquanto o efeito do ácido hidrofúorídrico e flúor fosfato acidulado foram menos óbvios. Portanto, o abrasionamento da superfície de resina com jato de óxido de alumínio propiciou uma superfície

mecanicamente retentiva para a realização de reparos. Os resultados deste estudo indicaram que o condicionamento com ácido hidrófluorídrico não aumentou de modo significativo a resistência de reparos, na verdade, afetou adversamente o reparo em alguns compósitos. O gel de flúor fosfato acidulado aplicado durante 10 minutos reduziu a resistência dos reparos. Os autores sugeriram que, em casos onde a composição das resinas que requerem reparo for desconhecida, deve ser evitado o uso rotineiro de géis condicionadores ácidos.

TURNER; MEIERS¹⁰⁸, em 1993, investigaram a resistência ao cisalhamento de uma resina composta de uso indireto reparada com uma resina direta fotopolimerizável, usando diferentes sistemas adesivos e preparos de superfície. Noventa espécimes inteiros foram preparados e cortados ao meio com ponta diamantada. Em seguida, os mesmos foram termociclados por 5.000 ciclos (5°C e 55°C) e contaminados com solução de tabaco durante 7 dias. Foram utilizadas amostras controle para determinação da resistência coesiva do material. As superfícies foram, então, abrasionadas com lixa 500 ou jateadas com partículas de óxido de alumínio durante 3 segundos e limpas com ácido fosfórico a 37%. Três diferentes sistemas adesivos, um agente de união ou nenhum agente intermediário foram utilizados para o reparo com uma resina de micropartículas. Os espécimes reparados foram ainda termociclados por 5.000 ciclos antes de serem submetidos ao teste de resistência. O jateamento com óxido de alumínio produziu resistência superior ao polimento com lixas abrasivas, para todos os sistemas adesivos empregados. O sistema All-Bond demonstrou os maiores valores de resistência adesiva nos grupos tratados com jateamento e lixas abrasivas. As observações microscópicas demonstraram que o jateamento com óxido de alumínio acarretou em superfícies mais rugosas que as tratadas com lixas. As fraturas ocorreram

predominantemente ao longo da interface substrato/reparo, ou seja, fraturas adesivas. Neste estudo, a retenção mecânica, ao invés da ligação química, foi capaz de promover uma força adesiva efetiva nos reparos de uma resina composta indireta reparada com uma resina direta de micropartículas.

Em 1993, BURTSCHER¹⁷ investigou o tempo de vida média dos radicais livres e a influência da temperatura, tipo, quantidade e tratamento de superfície das partículas em resinas compostas fotopolimerizáveis comerciais e experimentais. Os espécimes construídos com a resina composta indireta comercial (EOS Light-cured Inlay Material, Vivadent) foram submetidos a sete diferentes temperaturas: -23°C, 6°C, 23°C, 37°C, 50°C, 70°C e 93°C, enquanto espécimes com as resinas experimentais foram armazenados somente a 37°C. Depois do tempo de armazenamento, os espécimes foram armazenados em nitrogênio líquido até a leitura dos radicais livres por meio de um espectrofotômetro. Os resultados demonstraram que há uma relação logarítmica entre a média de vida dos radicais e a temperatura. Para a resina indireta comercial testada, o maior tempo de vida dos radicais foi encontrado a -23°C e o menor, a 93°C. O tipo e a quantidade de partículas mostraram interferir na estabilidade dos radicais. Dentre as resinas de micropartículas, as compostas por vidro apresentaram maior tempo de vida dos radicais, seguidas pelas compostas de fluoreto de itérbio e sílica. O tratamento da superfície das partículas exerceu um papel importante no estudo, uma vez que as resinas com partículas silanizadas apresentaram radicais com um tempo de vida maior, quando comparadas com as não silanizadas. Os autores apontam que a estabilidade dos radicais livres determina a adesão de uma resina à outra, como na cimentação de uma inlay utilizando um cimento resinoso.

TATE; DeSCHEPPER; POWERS ⁹⁹, em 1993, avaliaram *in vitro* a resistência à tração entre três cimentos resinosos e uma resina composta híbrida (Herculite XRV, Kerr) polimerizada somente com luz e com luz seguida de pós-polimerização durante 10 minutos sob 79°C. As superfícies dos espécimes preparados foram tratados com ácido fosfórico a 37% e com ácido fluorídrico a 9,5%, ambos durante 30 segundos. Em seguida, as superfícies foram tratadas com diferentes agentes de união: um monômero acrílico, um monômero dimetacrilato e um agente silano. Três diferentes cimentos resinosos de polimerização dual foram aderidos sobre as superfícies dos espécimes. Após o armazenamento em água a 37°C durante menos de 24 horas, foram realizados os testes de resistência à tração. Os resultados demonstraram que o tratamento de superfície exerceu um efeito significativo sobre a resistência à tração. Os maiores valores de resistência foram obtidos com o tratamento com ácido fosfórico, cimento a base de Bis-GMA (Porcelite Dual Cure, Kerr), a resina de base somente fotopolimerizada, e um monômero acrílico como agente de união (Special Bond II, Ivoclar/Vivadent). De um modo geral, os espécimes fotopolimerizados resultaram em resistência adesiva maior do que os pós-polimerizados. Foram encontradas mais falhas adesivas nos espécimes tratados com ácido fluorídrico do que com ácido fosfórico. Este padrão foi observado em ambos os tipos de polimerização do compósito Herculite XRV, quando tratado com ácido fluorídrico.

No mesmo ano, DeSCHEPPER; TATE; POWERS ³², testaram a resistência à tração de três cimentos resinosos a duas resinas compostas de micropartículas, uma fotopolimerizável e uma processada em laboratório. Dois tipos de tratamentos de superfície e três diferentes agentes de união foram empregados.

Os espécimes de Concept (Ivoclar) foram fabricados e polimerizados a 120°C, sob pressão e umidade, e o armazenamento foi realizado a seco durante menos de uma semana. Os espécimes confeccionados com o sistema EOS (Ivoclar) foram somente fotopolimerizados durante 60 segundos em cada face e submetidos à adesão no mesmo dia. As superfícies de todos os espécimes foram jateadas com partículas de óxido de alumínio de 50µm durante 5 segundos. As superfícies dos espécimes preparados foram tratados com ácido fosfórico a 37% e com ácido fluorídrico a 9,5%, ambos durante 30 segundos. Em seguida, as superfícies foram tratadas com diferentes agentes de união: um monômero acrílico, um monômero dimetacrilato e um agente silano. Três diferentes cimentos resinosos de polimerização dual foram aderidos sobre as superfícies dos espécimes. Após o armazenamento em água a 37°C durante 18 a 24 horas, foram realizados os testes de resistência à tração. De acordo com a análise estatística, o tipo de resina composta produziu o maior efeito sobre a resistência adesiva, seguida do agente de união, cimento resinoso e tratamento de superfície. Para os espécimes de resina composta laboratorial, foram registradas 86% de falhas adesivas, enquanto que a maioria das falhas na resina fotopolimerizável foram mistas.

Com o objetivo de avaliar a efetividade de um agente silanizador para o reparo de resinas compostas, SWIFT JÚNIOR; CLOE; BOYER ⁹⁵, em 1994, publicaram um estudo onde barras de resina híbrida foram confeccionados para determinar a resistência da resina intacta. Após um período de 120 dias de armazenamento em água, os espécimes experimentais foram submetidos a tratamentos como jato de óxido de alumínio, ácido hidrófluorídrico a 9,6% ou uma associação de ambos. Em seguida, metade dos espécimes tratados de cada grupo

recebeu a aplicação de silano e todos receberam uma camada de adesivo antes da condensação da resina de reparo. Antes de serem submetidos ao teste de resistência transversa, as amostras foram armazenadas em água durante 7 dias. O jateamento com óxido de alumínio forneceu uma resistência correspondente a 62% da resistência coesiva da resina, enquanto sua associação ao ácido hidrófluorídrico atingiu valores correspondentes a 41%. As resistências de todos os reparos foram significativamente menores que a resistência coesiva do material, mas não diferentes entre si. A silanização aumentou a resistência dos reparos submetidos ao jateamento associado ao ácido hidrófluorídrico, mas reduziu a resistência dos espécimes somente jateados. Os autores concluíram que a sorção de água pelo compósito pode ter contribuído para a relativa baixa força coesiva e de reparo observadas neste estudo.

Em 1994, LATTI; BARKMEIER⁶⁰ avaliaram a resistência ao cisalhamento de um cimento resinoso a uma resina laboratorial polimerizada, utilizando diversos tratamentos de superfície. Os espécimes foram construídos com uma resina para *inlay* (Triad Inlay Composite, Dentsply) e pós-polimerizados com luz visível durante 7 minutos. Espécimes controle não receberam tratamento e os demais foram submetidos a um dos seguintes tratamentos: aplicação de ácido fluorídrico a 20% durante 60 segundos, bifluoreto de amônia durante 60 segundos, aplicação de um adesivo resinoso polimerizado durante 10 segundos, jateamento com óxido de alumínio ou jateamento seguido de adesivo resinoso. Cilindros de um cimento resinoso dual foram cimentados sobre as superfícies tratadas e as interfaces testadas quanto à resistência ao cisalhamento. Microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para a observação das superfícies das resinas compostas antes e depois dos tratamentos. De acordo com os resultados, não houve diferença entre os

grupos sem tratamento, com bifluoreto de amônia e ácido fluorídrico. O jateamento das superfícies resultou em resistência adesiva significativamente maior do que os grupos anteriores, mas semelhante ao tratamento somente com adesivo. A observação das fraturas revelou 100% de fraturas coesivas para o grupo tratado com jateamento e adesivo, 50% de fraturas adesivas para o tratado somente com jateamento e 100% adesivas para os demais grupos. Durante a microscopia eletrônica foi observado que o ácido fluorídrico e o fluoreto de amônia promoveram a remoção das partículas de vidro, criando micro-cavidades na superfície. A abrasão com óxido de alumínio promoveu uma superfície mais irregular, tipicamente retentiva. Os autores concluem que o melhor tratamento prévio à cimentação adesiva de uma resina composta híbrida indireta é o jateamento com óxido de alumínio associado a um adesivo resinoso.

REINHARDT; BOYER; STEPHENS⁸², em 1994, desenvolveram um estudo onde diversas propriedades mecânicas de cinco resinas compostas laboratoriais foram comparadas entre si e ainda, avaliaram as alterações provocadas pelo emprego de uma polimerização secundária. Dez espécimes de cada material foram fabricados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Para cada material foi utilizado o tipo de polimerização secundária recomendado. Concept (Ivoclar) foi somente submetido a calor e pressão. A unidade de polimerização do sistema Brilliant (Coltene) consistia de calor e luz, enquanto a do sistema CR-Inlay (J. Morita) empregava somente calor. Para o material Visio-Gem (ESPE), foram utilizados luz e vácuo e para o sistema Herculite XRV Lab (Kerr), calor em água fervente. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C durante 24 horas e submetidos aos testes de resistência flexural. O módulo de elasticidade foi obtido a partir dos valores de resistência. Os testes de dureza Knoop foram realizados em

metade dos espécimes. Para determinar a influência da polimerização secundária, espécimes somente fotopolimerizados foram obtidos com todos os materiais, exceto Concept. Os resultados mostraram uma superioridade do material CR-Inlay em todas as propriedades testadas. Herculite XRV lab e Brilliant apresentaram valores de dureza e módulo de elasticidade semelhantes. O material com os valores mais baixos de dureza e módulo de elasticidade foi o Visio-Gem. De um modo geral, a polimerização secundária aumentou em 11% a resistência flexural de todos os materiais testados. Após a pós-polimerização, o sistema CR-Inlay apresentou os melhores resultados em todas as propriedades, quando comparado aos demais produtos.

MATSUMURA; HISAMATSU; ATSUTA⁶⁸, em 1995, avaliaram o efeito de agentes adesivos e um primer silano sobre a adesão entre camadas de uma resina composta de micropartículas. Três sistemas adesivos com diferentes composições foram utilizados (UDMA, MMA-UDMA e TEGDMA). Os espécimes de resina foram confeccionados, polidos com lixa 600 e abrasionados com disco de carborundum. Metade dos espécimes foram tratados com silano e todos receberam a aplicação de um dos sistemas adesivos antes do reparo. As amostras completas foram imersas em água a 37°C ou armazenadas a seco durante 24 horas, 3 e 6 meses e 1 ano. Os testes de resistência ao cisalhamento foram realizados e as superfícies fraturadas observadas em microscópio óptico. Os resultados demonstraram que a resistência aumentou significativamente com o uso de silano e dos três agentes adesivos. Os espécimes tratados com silano e armazenados em água foram mais resistentes que os armazenados a seco. De um modo geral, a resistência dos grupos tratados com silano aumentou com o tempo. Quanto aos modos de fratura, todos os grupos não tratados com silano apresentaram fraturas adesivas, enquanto os grupos com silano

apresentaram falhas adesivas com propagação de trincas e coesivas em ambas as superfícies. Os maiores valores de resistência foram atribuídos à combinação silano e adesivo à base de TEGDMA, com falhas coesivas na maior parte dos espécimes. Os autores recomendaram o uso da combinação silano/adesivo quando uma resina composta for adicionada à superfície desgastada de um compósito previamente polimerizado.

Em 1996, KUPIEC; BARKMEIER⁵⁸ avaliaram a resistência de reparos em resina composta indireta de polimerização secundária, usando vários tratamentos de superfície. No grupo controle, os espécimes de resina tiveram a camada inibida pelo oxigênio mantida. Os demais grupos foram polidos com lixa de granulação 600 e tratados com ponta diamantada ou jato com partículas de óxido de alumínio de 50 µm. Em metade dos espécimes de cada grupo foi aplicada uma camada de adesivo antes do reparo com a mesma resina indireta. Após 24 horas de armazenamento em água, as amostras foram submetidas aos testes de resistência ao cisalhamento. Os resultados não demonstraram diferenças significantes na resistência ao cisalhamento entre os reparos onde a camada inibida por oxigênio foi mantida, tratados com ponta diamantada e com jato de óxido de alumínio. Os autores concluíram que o tratamento da superfície de uma resina composta polimerizada afeta significativamente a resistência adesiva dos reparos, ao passo que o uso de uma resina sem carga não exerce influência significativa.

Em 1996, TOUATI¹⁰³ publicou uma revisão apresentando o desenvolvimento histórico dos materiais restauradores estéticos desde 1882 até as atuais resinas compostas laboratoriais de segunda geração, indicando as características a serem consideradas durante a avaliação dos materiais disponíveis

para restaurações indiretas posteriores. As resinas compostas laboratoriais de primeira geração eram microparticuladas e apresentavam propriedades mecânicas limitadas. A resistência flexural variava de 60 a 80 MPa e o módulo de elasticidade de 2.000 a 3.500 MPa. A porcentagem de carga por volume não ultrapassava 50%, com partículas de 0,04 µm. Por outro lado, as cerâmicas se apresentavam como um material altamente resistente, estético e biocompatível, porém não resiliente. Durante a mastigação, os dentes naturais eram submetidos a inúmeros esforços, o que acarretava o aparecimento de lesões de abfração e erosão. Em meados de 1995, surgiram as chamadas resinas compostas laboratoriais de segunda geração, ou ainda chamadas polímeros cerâmicos, polímeros cerâmicos ou cerômeros. Enquanto as resinas de primeira geração eram compostas principalmente de material resinoso, os sistemas de segunda geração são compostos por partículas minerais (cerâmicas), o que contribui no aprimoramento das propriedades físicas das restaurações. A resistência flexural destes materiais podem variar de 120 a 160 MPa, com um módulo de elasticidade de 8.500 a 12.000 MPa. O aspecto mais importante é que apesar da alta porcentagem de carga por volume e peso, as resinas indiretas de segunda geração apresentam resiliência para absorver impactos mastigatórios, o que as tornam indicadas para próteses suportadas por implantes, assim como outras restaurações indiretas complexas.

PARK; LEE ⁷⁶ realizaram um estudo para determinar as alterações no índice de conversão de resinas compostas utilizando variadas espessuras e duas técnicas de polimerização. Vinte espécimes foram preparados com resina composta Brilliant (Coltène), sendo dez submetidos à polimerização adicional com calor. Os espécimes foram então seccionados em quatro partes e divididos em grupos de acordo com a distância da fonte de luz empregada. Cada corte foi analisado através

de um espectrofotômetro de luz infra-vermelha de Fourier para determinar o grau de conversão. Os resultados demonstraram que a conversão foi reduzida à medida que a distância da fonte de luz aumentou. Porém, os espécimes polimerizados com luz e calor apresentaram um índice de conversão significativamente mais elevado do que aqueles submetidos somente à luz.

VON BEETZEN et al.¹¹⁰, em 1996, examinaram alguns fatores que poderiam influenciar a resistência ao cisalhamento de três diferentes resinas compostas utilizadas de modo incremental. Duas resinas híbridas e uma de micropartículas foram empregadas para a confecção dos espécimes inteiros e em dois incrementos, a partir de uma matriz metálica dividida. O primeiro incremento foi polimerizado sob diferentes condições: exposto ao ar, sob uma lâmina de vidro, ou ainda dentro de câmaras de oxigênio ou de nitrogênio. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas, antes da realização dos testes de resistência ao cisalhamento. Não foram encontradas diferenças na resistência entre os espécimes polimerizados expostos ao ar e sob lâmina de vidro. Porém, as amostras de dois materiais apresentaram resistência significativamente maior quando polimerizadas em câmara de nitrogênio do que em câmara de oxigênio. Os resultados demonstraram que a resistência adesiva entre os incrementos de resinas compostas foi influenciada pelas propriedades superficiais dos compósitos depois de serem polimerizados sob diferentes condições. As propriedades químicas e físicas inerentes de cada material também exerceram influência na efetividade de adesão entre os incrementos. Os autores sugeriram que as condições ideais para adesão entre camadas de compósitos permanece desconhecida e pode variar para diferentes materiais.

Em 1996, IMAMURA et al.⁴⁹, publicaram um estudo avaliando a efetividade de vários tratamentos de superfície utilizados para o aumento da resistência adesiva de cimentos resinosos a resinas compostas processadas em laboratório. Espécimes fabricados com os compósitos microparticulado Concept (Ivoclar) e micro-híbrido Herculite XRV (Kerr) foram submetidos à polimerização secundária com calor (250°F) e pressão (85 psi) durante 10 minutos. Em seguida, receberam combinações de vários tratamentos: ácido fosfórico a 35%, ácido fluorídrico a 9,6%, jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm, deposição de partículas de cerâmica (Rocatec, ESPE), silano, agente de união a base de metacrilato e sistema adesivo multi-uso. Os espécimes tratados foram cimentados aos seus respectivos pares, utilizando cimentos resinosos do mesmo fabricante dos compósitos originais. Após 7 dias de imersão em água a 37°C, as amostras foram termocicladas 1000 vezes em banhos de 5°C e 55°C e testadas quanto à resistência ao cisalhamento. Tanto os espécimes de Concept quanto os de Herculite tratados com jateamento com partículas de óxido de alumínio e deposição de partículas de cerâmica foram significativamente mais resistentes do que os tratados somente com ácido fosfórico (controle). As amostras de Herculite condicionadas com ácido fluorídrico e combinações deste com jateamento e sistemas adesivos apresentaram uma redução na resistência adesiva. As comparações entre espécimes do mesmo material demonstraram que o principal fator responsável pelo aumento da resistência ao cisalhamento entre as resinas testadas e os cimentos resinosos foi o aumento da rugosidade de superfície, obtida com o jateamento de partículas de óxido de alumínio e deposição de partículas cerâmicas.

No mesmo ano, PARK⁷⁵ utilizou as resinas Brilliant (Coltène), Charisma (Kulzer), CR Inlay (J. Morita) e Z 100 (3M Dental Products.) para comparar as alterações no grau de conversão depois da polimerização adicional com calor. Vinte amostras foram confeccionadas para cada material em um disco de teflon com 4mm de altura e fotopolimerizadas durante 60 segundos. Metade dos espécimes de cada grupo foi submetida a uma polimerização adicional com calor em forno como recomendado pelo fabricante. Depois da polimerização, os discos foram seccionados em quatro partes, de acordo com a distância da fonte de luz. Cada disco foi então desgastado a uma espessura de 50 a 70 µm e analisados em espectrofotômetro infra-vermelho de Fourier para determinação do grau de conversão. Nos espécimes polimerizados somente com luz, o grau de conversão foi reduzido à medida que a distância da fonte luminosa aumentava, especialmente quando a mais de 2 mm. Para os espécimes polimerizados com calor foi atribuído um aumento significativo no grau de conversão, variando de acordo com o material. O aumento na conversão, a uma distância de 1 mm da luz, foi de 4% para a resina Brilliant, 15% para Charisma, 7% para CR Inlay e 18% para Z 100. O calor aumentou o grau de conversão nas porções mais externas dos espécimes.

BROSH et al.¹⁵, em 1997, propuseram-se a avaliar o efeito da combinação de vários tratamentos de superfície e agentes adesivos sobre a resistência adesiva de reparos feitos em uma resina envelhecida. Espécimes cilíndricos foram confeccionados com uma resina híbrida, armazenados em água a 37°C durante 14 dias e, então, divididos em 6 grupos, nos quais as superfícies receberam os seguintes tratamentos: ponta diamantada, jateamento com óxido de alumínio, jato de bicarbonato de sódio, pedra verde de carborundum e ácido hidrófluorídrico a 9,5%, além do controle sem tratamento algum. Após estes

tratamentos, cada grupo foi sub-dividido em 3 grupos e submetidos à aplicação de um agente de união a base de Bis-GMA ou do mesmo agente associado a um silano, além de um grupo controle sem nenhum sistema adesivo. Em seguida, os espécimes foram reparados com resina de micropartículas e armazenados durante 14 dias. Após este período, foi realizada uma termociclagem de 300 ciclos, com temperaturas de 5°C e 55°C, e testes de cisalhamento. O uso de agente de união, isoladamente ou combinado com silano, se mostrou o procedimento mais efetivo para aumentar a resistência adesiva ao cisalhamento de espécimes reparados em resina, independente do tratamento de superfície realizado. A silanização com agente de união aumentou de modo não significativa a resistência dos reparos, quando comparados a somente agente de união. Os maiores valores de resistência foram produzidos pelo abrasionamento da superfície com pedra de carborundum e jatos de óxido de alumínio, enquanto os menores foram produzidos pelo condicionamento com ácido hidrófluorídrico. Os autores puderam concluir que diferentes combinações de tratamentos de superfície e sistemas adesivos afetam diferentemente a resistência dos reparos em resina composta.

Em 1997, NASH; RADZ⁷⁴ descreveram a utilização do sistema de resina composta indireta belleGlass HP para a substituição de restaurações em amálgama com fraturas e cárie secundária. Salientaram a importância de um adequado preparo para o sucesso clínico de restaurações indiretas em resina composta. Segundo eles, o preparo deve ter, no mínimo, 1,5mm de profundidade, com margens definidas em 90°, ângulos internos arredondados e ausência de retenções. Os autores relataram uma adaptação marginal excepcional e desgaste mínimo, sem efeito abrasivo na dentição antagonista. Esteticamente, as qualidades de opalescência do material resultaram em restaurações posteriores altamente naturais. Devido à presença de

partículas vítreas na matriz resinosa, foi realizada a silanização da superfície interna das restaurações para criar uma melhor retenção.

Com o objetivo de determinar o ciclo de polimerização ideal utilizando luz e calor, RAZAK; HARRISON⁸⁰ realizaram testes de resistência flexural transversa, módulo de elasticidade e microdureza em espécimes confeccionados com uma resina indireta para *inlays* (Prisma AP.H – De Trey/Dentsply). O grupo controle foi polimerizado com luz e os experimentais com luz seguida de imersão em água quente, variando tempo e temperatura. A pós-polimerização utilizando água fervente a 100°C aumentou significativamente as propriedades mecânicas testadas, quando comparado à fotopolimerização somente. Não houve diferença significativa na resistência transversa entre os espécimes polimerizados a 100°C utilizando diferentes tempos entre 1 e 15 minutos. O módulo de elasticidade aumentou mais de duas vezes nessa temperatura, comparado aos espécimes polimerizados a 50°C. O calor também provocou um aumento significativo da microdureza, principalmente quando a temperatura foi de 100°C, independente do tempo. O ciclo de polimerização de 100°C durante 5 minutos, como recomendado pelo fabricante, foi considerado apropriado para a resina testada.

Em 1997, JACOBSEN; DARR⁵² realizaram um estudo visando caracterizar a conversão de resinas compostas indiretas, comparando o módulo de elasticidade flexural de três materiais, usando somente luz ou luz e calor, além de um outro material, que foi polimerizado com pressão e calor. Os espécimes foram confeccionados, armazenados em água destilada a 37°C e testados após 24h, 7 dias, 28 dias e 3 meses. O módulo de elasticidade estático foi determinado através

de um teste de resistência flexural de três pontos. O módulo dinâmico foi obtido com a realização de uma análise dinâmica termo-mecânica, onde determinadas frequência e tensão foram aplicadas sobre os espécimes, enquanto a temperatura ambiente aumentava de 22°C para 160°C. Os resultados demonstraram que o calor associado à pressão resultou em uma boa conversão do material Isosit. Porém, o uso de um forno de polimerização tanto primária quanto secundária, não aumentou significativamente o módulo de elasticidade dos materiais testados.

No mesmo ano, RAZAK; HARRISON⁸¹ desenvolveram um método para avaliar a estabilidade dimensional de uma resina composta para *inlays*. Um preparo MOD padronizado em aço inoxidável foi fabricado com seis indentações circulares na parede pulpar da cavidade e quatro em cada parede gengival, para agirem como pontos de referência na medida da contração de polimerização do material. As restaurações foram feitas com a resina Prisma AP.H, com diferentes quantidades de carga (50%, 65% e 79% por peso). Três tipos de polimerização foram usados para cada grupo: somente luz, luz e calor a 100°C durante 5 minutos, e luz e calor a 100°C durante 5 minutos, seguido de armazenamento em água durante 7 dias. Os resultados demonstraram uma relação inversa entre a quantidade de carga e a contração de polimerização. A fotopolimerização somente e a seguida de calor foram responsáveis por um aumento na contração de polimerização, enquanto que o armazenamento em água provocou uma expansão do compósito. Portanto, uma maior estabilidade dimensional para *inlays* em resina composta pode ser obtida com a fotopolimerização, seguida de calor e imersão em água durante 7 dias.

Em 1997, LI⁶³ mediu a resistência ao cisalhamento de um incremento polimerizado a outro incremento recém polimerizado do mesmo compósito utilizando

vários tratamentos de superfície. Seis diferentes resinas compostas foram empregadas no estudo. Os espécimes correspondentes ao primeiro incremento foram polimerizados sobre uma lâmina de vidro e, em seguida, tratados com um dos seguintes processos: (1) aplicação de acetona durante 2 minutos, (2) polimento com lixa 400 e (3) polimento e tratamento com silano durante 60 segundos. Um grupo controle não recebeu nenhum dos tratamentos citados. Um segundo incremento com o mesmo material foi adicionado aos espécimes tratados e fotopolimerizado. As amostras foram imersas em água deionizada a 37°C durante 24 horas antes dos testes de cisalhamento. A remoção da superfície, com polimento ou acetona, produziu uma redução na resistência adesiva dos espécimes. O tratamento com silano foi capaz de recuperar parte dessa redução, correspondendo a 50% ou menos da resistência original apresentada pelo grupo controle. Portanto, foi sugerido que a camada inibida pelo oxigênio parece agir como um adesivo que une os dois incrementos de resina quimicamente. O polimento mecânico ou lavagem com acetona removeram esta camada, reduzindo a resistência adesiva interfacial. O tratamento com agente silanizador foi recomendado nos casos onde o substrato é constituído de uma superfície polida.

LEINFELDER ⁶¹, em 1997, publicou um artigo descrevendo as características dos novos sistemas de resinas compostas indiretas, os quais apresentaram melhorias substanciais quando comparados aos sistemas anteriores. O autor relatou que o aumento da resistência ao desgaste e do módulo de elasticidade dos compósitos atuais se deve aos processos de pós-polimerização utilizando calor sob pressão, principalmente. Segundo o autor, dos compósitos indiretos atualmente disponíveis no mercado, somente Artglass e belleGlass HP podem ser caracterizados por uma incomum resistência ao desgaste e propriedades

clínicas superiores, incluindo estética e adaptação marginal. O sistema Artglass contém de quatro a seis grupos funcionais, ao contrário dos grupamentos bifuncionais da maioria dos materiais resinosos. Esta configuração promove uma maior quantidade de duplas ligações, aumentando a resistência ao desgaste e outras propriedades físicas e mecânicas da matriz resinosa. O sistema belleGlass HP é polimerizado sob pressão (80 psi) em alta temperatura (135°C) e na presença de nitrogênio. A temperatura elevada aumenta o grau de polimerização, enquanto a pressão reduz a volatilização dos monômeros. O nitrogênio é responsável pela produção de um ambiente livre de oxigênio, o que resulta em um maior grau de conversão. Um estudo clínico sobre o sistema belleGlass HP realizado pelo autor na Universidade do Alabama revelou um índice de desgaste generalizado de 6,3µm em cinco anos. Este índice foi considerado significativamente inferior aos de outros compósitos testados. Porém, o autor concluiu que os sistemas descritos no estudo são relativamente recentes e necessitam de resultados clínicos adicionais para serem usados como substitutos das porcelanas.

Em 1997, DAVIES et al.³⁰ realizaram um estudo avaliando a resistência do reparo de inlays em resina composta indireta com uma resina aplicada de modo direto e polimerizada convencionalmente. Herculite XRV (Kerr) foi empregada como a resina indireta a ser reparada com uma entre três resinas diretas (Herculite XRV, TPH e Charisma), com ou sem a adição de seus respectivos sistemas adesivos. Como controle, foram confeccionadas amostras inteiras. Todos os espécimes, inteiros e reparados, foram armazenados em temperatura ambiente durante 24 horas antes dos testes de tração diametral. A resistência de todos os reparos foi significativamente inferior à dos espécimes controle, sendo o maior valor

correspondente a 83% da resistência coesiva da resina original. A utilização de um agente de união foi fundamental para minimizar a redução na resistência dos reparos, principalmente nas resinas Herculite XRV e TPH. Charisma exibiu os menores valores de resistência de reparo. Os autores indicaram um protocolo para reparo de restaurações em resina composta indireta fraturadas, salientando que este procedimento deveria ser evitado em áreas sujeitas a contatos oclusais intensos.

HUMMEL et al.⁴⁸ conduziram, no mesmo ano, um estudo com o objetivo de comparar os efeitos da associação dos ácidos fluorídrico e fosfórico com o jateamento de partículas de óxido de alumínio como tratamento de superfície de resinas indiretas previamente à cimentação. Nove espécimes de três diferentes materiais, dois híbridos e um de micropartículas (APH, LD Caulk; Charisma, Kulzer; Dentacolor, Kulzer), foram preparados para simular restaurações indiretas. As superfícies foram preparadas somente com ácido fluorídrico a 54% (5 segundos) ou ácido fosfórico a 37% (15 segundos), jateamento (10 segundos) seguido de condicionamento ácido e novo jateamento, ou ainda jateamento seguido de condicionamento ácido. Um disco confeccionado com resina composta P-50 foi cimentado com um cimento dual em cada uma das superfícies tratadas e fotopolimerizado durante 60 segundos. Os espécimes foram então armazenados durante 4 semanas em temperatura ambiente antes do teste de cisalhamento. Os valores de resistência adesiva não foram significativamente diferentes entre os grupos testados. As resinas híbridas apresentaram maior resistência adesiva com o condicionamento ácido e o jateamento produziu maiores valores de resistência com a resina de micropartículas. O jateamento associado ao ácido fosfórico resultou em maior resistência adesiva do que com o ácido fluorídrico nas resinas híbridas. Na observação ao microscópio eletrônico de varredura, o condicionamento ácido

sozinho não resultou em efeitos significativos na superfície das resinas. Já a associação jateamento/ácido fosfórico produziu um padrão mais regular de microrretenções. Já o condicionamento com ácido fluorídrico pareceu destruir a superfície dos compósitos. Concluiu-se que o condicionamento ácido somente não foi suficiente para produzir uma resistência adesiva efetiva.

No mesmo ano, CONDON; FERRACANE²⁵ avaliaram a resistência ao desgaste de um sistema resinoso experimental, variando o seu grau de polimerização, a quantidade de partículas e o tratamento superficial das partículas. Na primeira série de experimentos, os espécimes foram fotopolimerizados por 9, 12, 25 e 40 segundos, produzindo graus de polimerização de 56, 60, 61 e 63%, respectivamente. Um único grupo desta série foi submetido à polimerização adicional com calor (120°C durante 10 minutos), resultando em um grau de polimerização de 66%. As amostras foram acopladas a um dispositivo de simulação de desgaste para produzir abrasão e atrição simultaneamente e a profundidade do desgaste medida com um perfilômetro. A profundidade de desgaste se mostrou diretamente relacionada ao grau de polimerização, sendo significativa a diferença nos valores de atrição entre o grupo polimerizado por apenas 9 segundos e o grupo polimerizado adicionalmente com calor. Os autores concluíram que fatores como grau de polimerização e a quantidade e silanização das partículas afetaram diretamente a resistência ao desgaste da resina composta testada.

FERRACANE et al.⁴¹ realizaram um estudo testando a hipótese de que a resistência ao desgaste e à fratura marginal poderiam ser aumentadas com um aumento no grau de polimerização das resinas compostas. Uma resina composta experimental contendo uma matriz resinosa de 50% de Bis-GMA / 50% de TEG-

DMA e 62% em volume de partículas de vidro de estrôncio com sílica foi utilizada. Os espécimes de resina foram fotopolimerizados por diferentes tempos (9, 12, 25, 40 segundos e 40 segundos+10 minutos a 120°C). Depois de polidos, os espécimes cilíndricos foram inseridos em dentes metálicos de próteses totais em 50 pacientes desdentados. A resina de micropartículas Heliomolar também foi testada da mesma maneira que a experimental. As moldagens para a determinação do desgaste foram realizadas no baseline, 6 meses, 1 ano e 2 anos após a confecção dos espécimes. As réplicas em gesso foram então analisadas por três examinadores independentes para a determinação da fratura marginal em porcentagem. Réplicas em resina epóxica foram utilizadas para a determinação do desgaste total. Os resultados demonstraram graus de conversão entre 55% e 67%, para 9 segundos e 40 segundos de fotopolimerização seguido de calor, na resina experimental. O desgaste da resina híbrida experimental em dois anos variou entre 144µm, para 9 segundos de fotopolimerização, e 36µm, para 40 segundos de fotopolimerização mais calor. A resina Heliomolar exibiu valores de 12µm e 16µm de desgaste em dois anos, para fotopolimerização de 40 segundos com e sem calor, respectivamente. A fratura marginal foi desprezível para a resina híbrida e reduzida de 40% para 15% na resina de micropartículas, devido a aplicação do calor. Os autores concluíram que o desgaste de uma resina composta pode ser reduzido com o aumento do seu grau de conversão.

Em 1997, KUPIEC; SWENSON; BARKMEIER⁵⁹ avaliaram diferentes tratamentos de superfície para o reparo de uma resina composta indireta. Todos os espécimes tiveram as superfícies polidas com lixas de granulação 600, com exceção do grupo controle, onde foi mantida a camada inibida pelo oxigênio. Outros

tratamentos testados foram o abrasionamento com ponta diamantada e jateamento com partículas de óxido de alumínio. Metade das amostras de cada grupo foi tratada adicionalmente com uma camada de adesivo antes da adição da resina de reparo. A resistência ao cisalhamento foi determinada após armazenamento em água destilada a 37°C durante 24 horas e 60 dias e termociclagem. A análise dos resultados não demonstrou diferenças entre os grupos tratados com jateamento, com e sem adesivo, e o grupo onde a camada inibida foi preservada. Os reparos realizados sobre superfícies polidas com lixas apresentou os menores valores de resistência em ambos os períodos. A resistência dos reparos foi semelhante às mesmas técnicas sem aplicação de adesivo, nos grupos de tratamento com ponta diamantada, jateamento e camada inibida. Baseados nos resultados deste estudo, os autores concluíram que a rugosidade de superfície exerce um papel mais importante que o agente adesivo nos reparos de resinas compostas indiretas.

TOUATI; AIDAN¹⁰⁴, em 1997, apresentaram as propriedades físicas e mecânicas dos materiais restauradores indiretos de segunda geração, comparando com os de primeira geração. Enquanto estes se apresentavam frágeis e sujeitos a pequenas fraturas, alteração de cor e desgaste oclusal, as resinas de segunda geração apresentam boa estética, biocompatibilidade, alta resistência flexural, maior porcentagem de partículas inorgânicas por volume (aproximadamente 66% de carga e 33% de matriz resinosa), contração de polimerização mínima, adesão a qualquer tipo de liga metálica e resistência à abrasão semelhante a do esmalte. Tais propriedades levaram à indicação destes materiais para inlays, onlays, facetas laminadas, coroas puras ou associadas a metal, próteses sobre implantes, para modificação e/ou ajuste de contatos proximais e para redução de forças oclusais em casos de bruxismo. Os autores salientaram que uma alta porcentagem de partículas

inorgânicas aumenta significativamente as propriedades mecânicas dos compósitos, mas isto pode acarretar na impossibilidade da obtenção de uma superfície brilhante.

FUHRER⁴⁴, em 1997, apresentou um relato de caso utilizando um sistema de resina composta vítrea (Artglass, Heraeus Kulzer) para a confecção de incrustações estéticas de um quadrante posterior, anteriormente restaurado com amálgama. Após a remoção das restaurações e de tecido cariado, as cavidades foram protegidas com um cimento ionomérico fotopolimerizável (Vitrabond, 3M Dental Products). O preparo foi realizado com pontas diamantadas, arredondando os ângulos internos e tornando as paredes divergentes. Após a moldagem com um material a base de polivinilsiloxano, as restaurações provisórias foram realizadas e ajustadas. Durante a fase laboratorial de confecção das restaurações, o material foi condensado em camadas, as quais foram sendo fotopolimerizadas no interior de uma câmara fotopolimerizadora (Dentacolor XS, Artglass) durante 90 segundos. A superfície externa foi polida com escovas e pastas e a superfície interna abrasionada com um jato de partículas de óxido de alumínio. Após o assentamento e verificação de adaptação e contatos proximais, as superfícies internas foram condicionadas com Artglass líquido para a reinstalação da camada inibida por oxigênio necessária para a adesão ao cimento resinoso de dupla cura. As paredes dos preparos foram condicionadas com ácido e submetidas à aplicação de um adesivo. Após completa cimentação e fotopolimerização, os excessos foram removidos e as superfícies polidas com discos super finos e pasta diamantada com disco de feltro. Uma leve redução no brilho superficial, típica de resinas híbridas para dentes posteriores, foi observada clinicamente neste estudo alguns dias depois da cimentação, mas permaneceu inalterado posteriormente.

Em 1997, TRUSHKOWSKI¹⁰⁷ descreveu em seu artigo as características dos materiais restauradores denominados pelos fabricantes de polímeros cerâmicos ou cerômeros, além de suas indicações, o preparo dental apropriado e a técnica de cimentação para *inlays* e *onlays*. O autor caracterizou o sistema Targis como sendo um compósito indireto, cujas propriedades físicas são obtidas com a aplicação controlada de calor e luz. Este material teria a capacidade de combinar a durabilidade e a resistência à fratura da cerâmica com a resiliência e reparabilidade da resina composta. A alta quantidade de partículas (mais de 80%) confere ao material estética similar às porcelanas, enquanto a matriz orgânica facilita e torna mais precisa a polimerização. Foram também relatados casos clínicos com o uso do Sistema Targis, descrevendo as fases clínicas e laboratoriais envolvidas na fabricação de *inlays* e *onlays*.

Em um estudo realizado por BOUSCHLICHER; REINHARDT; VARGAS⁹, em 1997, várias técnicas de jateamento abrasivo e o uso de pontas diamantadas foram avaliados na obtenção de microrretenções em reparos de resinas híbridas e de micropartículas. O efeito do tratamento com silano também foi investigado. Uma resina de micropartículas (Silux Plus, 3M) e uma híbrida (Pertac Hybrid, ESPE) foram utilizadas para a construção dos espécimes cilíndricos. Após o armazenamento de 24 horas em água deionizada, os espécimes foram divididos em oito grupos para cada material. As superfícies foram tratadas com pontas diamantadas, jato abrasivo com partículas de óxido de alumínio de 50 µm com pressão de 80 psi (Microetcher, Danville) e de 27 µm com pressão de 160 psi (KCP 2000, American Dental Technologies), e ainda uma deposição de partículas de sílica (Co-Jet Sand, ESPE). Metade dos espécimes de cada grupo foram tratados

com silano e então reparados com a resina composta correspondente. As amostras foram então armazenadas durante 24 horas, termocicladas (300 ciclos, 5°C e 55°C) e submetidas a testes de resistência ao cisalhamento. Para ambos os compósitos, a maior resistência adesiva foi encontrada nos grupos tratados com deposição de sílica, com ou sem silano. O emprego de silano não apresentou efeito na resistência dos reparos realizados com a resina de micropartículas, com exceção do grupo de tratamento com ponta diamantada, onde o silano aumentou a resistência adesiva significativamente. Para a resina híbrida, os grupos tratados com pontas diamantadas e jatos de óxido de alumínio de 50µm foram equivalentes e superiores estatisticamente à deposição de sílica, quando seguidos de silanização. A observação através de microscopia eletrônica revelou superfícies rugosas e bastante irregulares resultantes do jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm e um aspecto similar naquelas jateadas com partículas menores e alta pressão. Os espécimes que sofreram deposição de sílica sob baixa pressão apresentaram rugosidades e a presença de partículas na superfície. Portanto, os autores concluíram que o uso de um jato de sílica sobre a superfície resinosa parece aumentar a resistência dos reparos, quando comparado a métodos comuns de tratamento de superfície de compósitos.

Em 1998, DRUMMOND et al.³⁴ avaliaram a resistência flexural, o módulo de Young e a energia de fratura de resinas experimentais após armazenamento em água e ar. Os compósitos eram constituídos de 75% e 79% de partículas de sílica coloidal e vidro de estrôncio ou somente vidro de estrôncio. A polimerização dos espécimes foi realizada através luz visível em um forno durante 2 minutos. Os testes foram realizados imediatamente ou após o armazenamento em água destilada ou ar

a 37°C durante 6 e 12 meses. Espécimes adicionais foram submetidos à pós-polimerização a 125°C sob pressão em água e outros a mesma temperatura em ar durante 30 minutos. Um aumento de 10 a 28% na resistência flexural e de 30 a 50% na energia de fratura dos compósitos testados imediatamente após a polimerização foi observado com a adição de partículas. Contudo, a quantidade e o tipo de partícula não exerceu efeito significativo. O armazenamento por tempo prolongado em água provocou uma redução na resistência flexural, módulo de Young e energia de fratura em todos os compósitos. Com relação à resistência flexural, a pós-polimerização resultou em uma redução imediata com o processamento em água, maior do que o processamento em ar. Portanto, o armazenamento em ar não exerceu um efeito significativo sobre as propriedades testadas, enquanto o armazenamento em água promoveu uma redução significativa nas propriedades mecânicas nos primeiros 6 meses, mas efeito limitado de 6 a 12 meses.

No mesmo ano, LEWIS et al.⁶² examinaram o efeito da presença da camada inibida por oxigênio de resinas compostas recém polimerizadas sobre a resistência ao cisalhamento de reparos imediatos utilizando o mesmo material. As resinas compostas Pertac Hybrid (ESPE) e Z-100 (3M Dental Products) foram utilizadas para a confecção dos espécimes iniciais e dos reparos após 5 minutos da fotopolimerização. Os grupos foram divididos de acordo com a superfície a ser reparada: grupo 1, com camada inibida; grupo 2, sem camada inibida; grupo 3, abrasionamento com discos de acabamento. Os espécimes reparados foram armazenados em água durante 6 semanas e testados quanto à resistência ao cisalhamento. Os valores obtidos foram submetidos ao teste paramétrico de Weibull, o qual revelou o desempenho de cada grupo. A presença ou ausência de camada inibida pelo oxigênio resultou em resistência ao cisalhamento semelhante para

ambas as resinas. Houve uma superioridade significativa na resistência dos espécimes com e sem camada inibida, quando comparados com os espécimes abrasionados. Porém, para ambos os materiais, a ausência de camada inibida pela utilização de uma matriz de poliéster resultou em uma resistência maior do que aquela obtida na presença desta camada.

ROSENTRITT et al.⁸⁴, em 1998, examinaram a influência de vários pré-tratamentos realizados em uma resina composta indireta sobre a resistência adesiva de uma resina de reparo. Em outra parte do estudo, os autores testaram a efetividade de uma determinada técnica de reparo de próteses fixas em resinas compostas reforçadas com fibras, após a simulação de 2 e 5 anos de função. Espécimes fabricados com o sistema de resina composta laboratorial Targis/Vectris (Ivoclar) foram submetidos a tratamentos de superfície com ponta diamantada ou dois diferentes equipamentos de jateamento com partículas de óxido de alumínio, seguidos de silanização, aplicação de um agente adesivo e reparo com uma resina composta híbrida fotopolimerizável (Tetric, Vivadent). A resistência ao cisalhamento foi determinada após 24 horas de armazenamento em água a 37°C e após termociclagem de 6000 ciclos (5°C e 55°C, 2min). Na segunda parte, a resistência à fratura de próteses parciais de resina composta reforçada com fibras foi determinada antes e após os reparos. Sete próteses construídas com o sistema Targis/Vectris foram cimentadas adesivamente em molares humanos preparados e fixados em um periodonto artificial. Então, após ciclagem térmica e mecânica de 6000 ciclos, os espécimes foram submetidos a uma força aplicada no centro de cada pântico. A análise das fraturas foi realizada óptica e radiograficamente. As amostras fraturadas foram reparadas com jateamento de óxido de alumínio, silano e adesivo, e

submetidas à ciclagem térmica e mecânica por mais 2400 ciclos. Os espécimes foram então reparados novamente e, após ciclagem térmica e mecânica de 6000 ciclos, testados com relação à resistência à fratura. Os primeiros resultados demonstraram uma redução na resistência ao cisalhamento dos espécimes reparados e armazenados durante 24 horas, quando comparados aos não reparados. Após a termociclagem, a média de resistência dos reparos aumentou para a maioria dos grupos. As pontes fixas originais apresentaram uma resistência à fratura de 1450N após ciclagem de longa duração. Depois do primeiro reparo e da ciclagem de média duração, os valores de resistência sofreram redução significativa. Após o segundo reparo e ciclagem de longa duração, somente 3 espécimes puderam ser avaliados, apresentando resistência média de 1000N. O exame das fraturas não revelou danos na rede de fibras de vidro, mas uma separação da matriz com a camada de fibras. Foi concluído que a associação entre jateamento e silanização promoveu resistência suficiente aos reparos realizados no estudo.

SOUZA⁹³, em 1998, avaliou a resistência à tração e ao cisalhamento de reparos em resina composta, utilizando diferentes tratamentos de superfície. Espécimes de uma resina composta híbrida (Z-100, 3M Dental Prod.) foram fabricados e armazenados em água a 37°C durante 30 dias. As superfícies foram tratadas com ácido fosfórico a 35%, ácido fluorídrico a 10% ou jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 µm. Em seguida, as superfícies foram submetidas à aplicação de um agente adesivo, um ativador de superfície a base de metacrilato ou um silano. Os reparos foram realizados com a mesma resina composta e testados quanto à resistência à tração e ao cisalhamento. Os resultados demonstraram maior resistência dos reparos realizados com jateamento com óxido

de alumínio, independente do agente de união aplicado. Porém, espécimes tratados com ácido fluorídrico seguido de silano ou agente adesivo apresentaram valores de resistência semelhantes aos espécimes jateados. Após o teste de resistência à tração, o grupo de reparos realizados com ácido fosfórico e silano se mostrou semelhante estatisticamente aos grupos anteriormente citados. O comportamento dos reparos foi semelhante para ambos os testes empregados no estudo. A autora concluiu que o fator mais importante na contribuição à resistência adesiva dos reparos é o embricamento mecânico, e não as possíveis ligações químicas entre os materiais.

Em 1998, KOCZARSKI ⁵⁶, em um artigo de revisão a respeito das propriedades e características estéticas dos cerômeros, ressaltou que estes combinam os atributos positivos das restaurações em resinas compostas indiretas, cerâmicas feldspáticas e restaurações fundidas em ouro. Descreve os cerômeros como sendo compósitos híbridos, contendo partículas cerâmicas de diferentes tamanhos, fundidas em uma matriz orgânica, resultando em uma estrutura inorgânica tridimensional homogênea. As restaurações com estes materiais exibem uma estética natural, desgaste compatível ao esmalte e alta resistência à abrasão. O autor atribui estas características à dureza próxima a do esmalte e alta resistência flexural, provendo o material de uma maior capacidade de resistir a grandes esforços oclusais e maior compatibilidade para recobrimento de cúspides. As propriedades do Sistema Targis são descritas, bem como suas indicações, contra-indicações e o protocolo clínico para sua utilização.

MIARA ⁷⁰, em 1998, apontou as principais propriedades físicas e aplicações clínicas das resinas indiretas de segunda geração, salientando o sistema

BelleGlass HP. Este material foi desenvolvido baseado na combinação de partículas inorgânicas vítreas e um polímero orgânico, enfatizando os aspectos estética e propriedades mecânicas uniformemente. Enquanto a maioria dos sistemas utiliza a fotopolimerização, o sistema descrito apresenta um benefício adicional de realizar a polimerização utilizando um forno específico a uma temperatura de 140°C e 80 psi de pressão em atmosfera de nitrogênio. Este sistema promove um aumento do índice de conversão do material, chegando a 98,5% quando submetido a 20 minutos de polimerização. As propriedades físicas do BelleGlass HP foram comparadas às dos sistemas Targis/Vectris (Ivoclar Williams), Sculpture/FibreKor (Jeneric Pentron) e Artglass (J.F. Jelenko). O módulo de elasticidade atribuído ao BelleGlass HP foi de 13.100 MPa para o compósito de dentina e 9.700 MPa para o de esmalte. A resistência flexural foi de 142 MPa para resina de dentina e 148 MPa para a de esmalte. Os valores de resistência à tração e compressão para o material de dentina foram 57,2 MPa e 413 MPa, respectivamente. Para o compósito de esmalte, os valores foram 63 MPa e 442 MPa, respectivamente. O índice de abrasão foi de 1,2 $\mu\text{m}/\text{ano}$, sendo inferior a qualquer outro compósito disponível comercialmente, e ainda mais baixo do que a abrasão do esmalte (8 $\mu\text{m}/\text{ano}$).

No mesmo ano, TOUATI; MIARA¹⁰⁵ relataram a composição, bem como as propriedades físicas e mecânicas do sistema Targis/Vectris. Descreveram-no como um material da nova geração de materiais indiretos com propriedades mecânicas e manipulação melhoradas e qualidades estéticas comparáveis às cerâmicas dentais. Os autores atribuíram sua excelente capacidade de polimento e textura superficial à quantidade, 80% em peso e 68% em volume, e tamanho das partículas, de 30nm a 1 μm . A adesão entre as restaurações em Targis e o dente

preparado foi atribuído à presença de radicais livres existentes na superfície. Dados de resistência flexural, módulo de elasticidade e dureza fornecidos pelo fabricante foram comentados e comparados com esmalte, dentina, resina composta e cerâmica.

CHALIFOUX²⁰, em seu artigo de 1998, descreveu as vantagens de restaurações indiretas sobre as diretas utilizando resinas compostas. O autor enumerou os fatores a serem considerados durante a seleção de tratamentos restauradores indiretos, comparando as propriedades e características clínicas e laboratoriais de restaurações em metal, porcelana e resinas processadas em laboratório. O sistema de resina composta laboratorial belleGlass HP (Kerr/Sybron) foi descrito como um material processado sob calor, pressão e atmosfera de nitrogênio, resultando em um grau de conversão de 98,5%. Como uma das vantagens do sistema, o autor apontou a possibilidade de reparo, cujo protocolo consistiria de abrasão com discos, pontas diamantadas ou jato de óxido de alumínio, seguido de silanização, aplicação de uma resina composta convencional e fotopolimerização. Os aspectos relacionados à análise das forças incidentes sobre os dentes e a restauração, as causas de falhas, resistência da restauração, conformação do preparo e da restauração foram amplamente discutidos. Um relato de caso clínico utilizando o sistema belleGlass HP foi apresentado, descrevendo as etapas clínicas e laboratoriais envolvidas.

DENEHY; BOUSCHLICHER; VARGAS³¹, em 1998, publicaram um artigo salientando os procedimentos e materiais empregados em reparos intra-orais em restaurações de resinas compostas e porcelana. Os autores apontam dois passos fundamentais para a obtenção de uma boa adesão em procedimentos adesivos: o

adequado tratamento da superfície a ser aderida e a correta aplicação do sistema adesivo. O preparo da superfície pode ser realizado com a aplicação de ácidos, jatos abrasivos e métodos de cobertura superficial. Segundo os autores, o ácido fluorídrico apresentaria um bom efeito nas superfícies de resinas híbridas e porcelanas, mas pouca ação nas resinas de micropartículas. Os jatos com partículas de óxido de alumínio de 50µm promovem excelente preparo superficial para o reparo em porcelanas e resinas híbridas e de micropartículas. E a cobertura superficial com sílica silanizada tem sido utilizada com sucesso em reparos intra-orais, através do sistema CoJet Sand (ESPE America). Outro tratamento superficial apontado como responsável pelo aumento da resistência adesiva dos reparos é a silanização, seguida da aplicação do sistema adesivo. Por fim, os pesquisadores apresentam três casos clínicos de reparos, sendo um de fratura em uma restauração anterior de resina composta. Este reparo foi efetuado com CoJet-Sand aplicado com um equipamento Microetcher (Danville Eng.), seguido da aplicação de silano e sistema adesivo All Bond 2 (Bisco Dental Products). O reparo foi realizado com resinas compostas híbrida e de micropartículas.

No mesmo ano, TRAJTENBERG; POWERS¹⁰⁶ avaliaram a efetividade de reparos realizados em resinas compostas laboratoriais submetidas a diferentes tratamentos de superfície e agentes de união. As resinas compostas laboratoriais utilizadas foram Artglass (Kulzer), Scuplture (Jeneric/Pentron) e Targis (Ivoclar). Espécimes foram construídos com cada material e polimerizados de acordo com as recomendações dos fabricantes e, em seguida, armazenados em água a 37°C durante 24 horas. As amostras foram então submetidas a três tratamentos de superfície: lixa granulação #600 (controle), jato com partículas de óxido de alumínio

de 50µm durante 5 segundos e ácido fluorídrico a 8% durante 15 segundos. Três diferentes agentes de união foram aplicados sobre as superfícies tratadas: uma resina sem carga com silano (Artglass Liquid, Kulzer), uma resina sem carga (Sculpture Thinning Liquid, Jeneric/Pentron) e um silano (Targis Wetting Agent, Ivoclar). Os reparos foram realizados com as respectivas resinas compostas diretas: Charisma (Kulzer), Sculp-It (Jeneric/Pentron) e Tetric Ceram (Ivoclar), as quais foram fotopolimerizadas durante 40 segundos em dois incrementos. A matriz de teflon utilizada para a inserção da resina de reparo proporcionou a obtenção de espécimes em forma de cone invertido com área adesiva de 3mm. Antes do teste de resistência à tração, as amostras foram novamente armazenadas em água destilada a 37°C durante 24 horas. A análise estatística dos resultados demonstrou que as variáveis material, tratamento e agente de união e suas interações foram estatisticamente significantes. Para os compósitos Artglass e Sculpture, o tratamento com ácido fluorídrico e agente de união resinoso com silano produziu os maiores valores de resistência adesiva. Para a resina laboratorial Targis, a associação ácido fluorídrico tanto com resina sem carga/silano quanto com somente silano, e ainda jateamento com óxido de alumínio e resina sem carga/silano produziram resultados estatisticamente semelhantes e superiores aos demais grupos. As falhas foram principalmente adesivas para os três compósitos. De um modo geral, o agente de união a base de resina e silano resultou em maior resistência adesiva para os compósitos indiretos tratados com jato de óxido de alumínio e ácido fluorídrico.

SHAHDAD; KENNEDY ⁸⁹ investigaram *in vitro* a efetividade de dois sistemas adesivos quando utilizados como agentes intermediários em diversas situações envolvidas no reparo de duas resinas compostas. O efeito do

abrasionamento da superfície dos espécimes e do tempo de armazenamento sobre a resistência dos reparos também foi investigada. Espécimes não reparados foram utilizados como controle e testados quanto à resistência coesiva do material. Amostras inteiras foram fraturadas e submetidas a diversas condições previamente ao reparo. Alguns espécimes foram abrasionados com ponta diamantada, seguido da utilização ou não de dois sistemas adesivos e do reparo com a mesma resina composta ou outra. O tempo de armazenamento empregado para a maioria dos espécimes foi de 48 horas, com exceção de alguns grupos, onde o tempo foi de 1 semana e 1 mês. A resistência ao cisalhamento obtida nos reparos variou de 99% a 45% da resistência coesiva do material utilizado como substrato. De acordo com a análise estatística, o abrasionamento da superfície aumentou significativamente a resistência dos reparos. O uso de ambos os sistemas adesivos também contribuiu para o aumento da resistência adesiva, independente do abrasionamento prévio da superfície. Não houve diferença significativa entre os espécimes reparados com a mesma resina do substrato ou outra, assim como entre diferentes tempos de armazenamento. Concluiu-se que o abrasionamento da superfície, juntamente com a aplicação de um sistema adesivo, foi capaz de produzir os maiores índices de resistência adesiva. Os autores sugeriram que valores aceitáveis clinicamente são possíveis de serem obtidos em reparos em resinas compostas diretas.

Em 1998, foi publicado o terceiro relatório de atualização do CRA ²⁸ sobre o comportamento clínico de 60 coroas em polímeros Artglass (Heraeus Kulzer), belleGlass HP (Kerr) e Targis System (Ivoclar/Vivadent). Foram observados os critérios de sensibilidade pós-operatória, separação da infra-estrutura, abrasão, perda de adesão, perfuração nos contatos oclusais, rugosidade de superfície, mimetismo da cor, fratura e presença de cárie. O Sistema Targis apresentou menor

índice de sensibilidade (16%) do que os demais sistemas (37%). O Sistema Targis apresentou separação da infra-estrutura em 28% das coroas, enquanto o belleGlass HP, somente 4%. A abrasão foi de cerca de 100 μ m/ano para o Sistema Targis, significativamente mais elevada do que os 80 μ m atribuídos ao Artglass e 60 μ m para o belleGlass HP. A perda de 22 coroas de Artglass em 1 ano demonstrou falha do Denthesive II na adesão à dentina. Os três materiais testados apresentaram perfurações nas áreas de contatos oclusais. Todas as coroas em Artglass e Targis iniciaram com brilho e lisura elevados, mas se tornaram rugosas e opacas depois de 2 anos. Já as coroas belleGlass se tornaram mais lisas ao final de 1 ano. Quanto à integridade das coroas, uma coroa em Artglass e duas em Targis apresentaram fraturas. Em um estudo comparativo de 1 ano, os mesmos materiais foram comparados com inlays em cerâmica (Celay Vita, Cerinate, Dicor e Mirage) e resinas indiretas (Brilliant DI e Concept). Quanto à abrasão, os índices do Artglass e Targis foram maiores do que o das resinas indiretas. O Sistema Targis apresentou maior rugosidade e menor sensibilidade do que todos os outros sistemas. Quando comparados às cerâmicas, os sistemas Artglass, Targis e belleGlass demonstraram maior índice anual de abrasão e maior lisura. Já o Artglass e belleGlass provocaram maior sensibilidade pós-operatória e menos fraturas do que as porcelanas estudadas. As conclusões do estudo apontam como vantagens das resinas indiretas de segunda geração a não abrasão dos dentes antagonistas, estética em coroas sem metal e possibilidade de reparo, apesar da técnica e longevidade do reparo ainda não estarem estabelecidos.

Em 1998, ALBERS¹ publicou no periódico Adept Report uma revisão a respeito das resinas compostas indiretas, descrevendo a evolução histórica destes

materiais desde 1981, com o material Isosit-N (Ivoclar), até os sistemas atuais como Targis (Ivoclar), belleGlass HP (Kerr) e Artglass (Kulzer). Estes novos sistemas de resinas indiretas são compósitos híbridos, indicados para inlays, onlays e coroas. Eles podem conter até 85% de partículas por peso em uma matriz de metacrilatos bifuncionais, apresentando altos índices de conversão devido aos eficientes sistemas de polimerização secundária que os acompanham. ALBERS¹ relatou as vantagens da polimerização secundária utilizando calor e pressão, o que provocaria uma considerável melhora nas propriedades físicas das resinas compostas indiretas. O autor recomendou o emprego de jatos de óxido de alumínio ou abrasão a ar previamente ao condicionamento ácido para o aumento da resistência adesiva entre a resina composta indireta e o agente cimentante. Como uma das desvantagens dos sistemas de resinas compostas indiretas foi citada a fragilidade e a possibilidade de falhas adesivas nos reparos destes materiais. Porém, quando comparadas às resinas compostas de uso direto, apresentam melhor polimento, estabilidade de cor, resistência ao desgaste, resistência flexural e menor sorção de água.

SAU et al.⁸⁷, em 1999, avaliaram a resistência ao cisalhamento de reparos em diferentes tipos de materiais, usando uma resina híbrida. Espécimes fabricados com uma resina quimicamente ativada, uma resina modificada por poliácido, uma resina de micropartículas, uma microhíbrida e uma híbrida foram submetidos a uma aplicação de ácido fosfórico durante 15 segundos e um sistema adesivo composto de primer e adesivo (Scotchbond Multi-Purpose, 3M). Todos os espécimes preparados foram reparados com o mesmo compósito (Z-100, 3M). Os reparos foram testados imediatamente, após 1 semana e após 4 semanas de armazenamento em água a 37°C. No reparo imediato, a resina microhíbrida

apresentou os maiores valores de resistência, não apresentando queda de resistência após armazenamento prolongado. Nos reparos de 1 semana, a resina de micropartículas demonstrou os melhores resultados. Para a resina híbrida de alta densidade (Z-100, 3M), a resistência dos reparos após armazenamento de 1 e 4 semanas foi superior ao imediato. Houve uma redução geral na resistência dos reparos após 1 semana e uma deterioração após 1 mês de armazenamento. Baseado nos resultados obtidos no estudo, os autores concluíram que os reparos realizados com materiais diferentes, após diferentes tempos de armazenamento, apresentaram resistência ao cisalhamento minimamente adequada para aplicação clínica.

Em 1999, o periódico THE DENTAL ADVISOR⁸³ descreveu as características e propriedades de 6 resinas compostas de laboratório e comparou-as entre si. O material foi descrito como sendo uma resina composta avançada, formulada a partir de metacrilatos multifuncionais e partículas de vidro. A polimerização pode ser realizada por diversas combinações de luz, calor, vácuo e pressão. As suas aplicações clínicas incluem *inlays*, *onlays*, coroas, facetas, próteses com infra-estrutura metálica, próteses sobre implantes, pontes e coroas posteriores reforçadas por fibras. Algumas precauções foram apontadas, tais como: descoloração, sensibilidade técnica durante a fase laboratorial, possível sensibilidade pós-operatória e deslocamento após a cimentação. Quanto ao reparo de restaurações em resinas compostas laboratoriais, o The Dental Advisor recomendou o preparo da superfície com jato de óxido de alumínio de 50µm ou ácido fluorídrico de 8 a 9,5%, seguido da aplicação de um primer a base de resina-silano, como o Artglass Liquid, de silano, como o Targis Wetting Agent e Kerr Silane Primer, e de resina fluida, como o Sculpture Thinning Liquid. As resinas compostas

diretas recomendadas para o reparo foram: Charisma para Artglass, Prodigy para belleGlass HP, Sculp-it para Sculpture e Tetric Ceram para Targis. Os resultados das resistências adesivas dos reparos foram classificados como altos para todos os sistemas. A avaliação clínica de 2 anos realizada com alguns dos sistemas demonstrou estética excelente, nenhum desgaste visível, boa resistência a trincas e fraturas. O sistema Targis (original) foi avaliado como apresentando aspecto monocromático e de técnica sensível. Na classificação das propriedades mecânicas o sistema belleGlass HP apresentou o índice máximo de 100%, enquanto os sistemas Sculpture e Targis “99” apresentaram 89% e 94%, respectivamente. Na classificação clínica os sistemas belleGlass HP e Sculpture apresentaram índices de 95%, sendo assim recomendados pelo The Dental Advisor.

TANOUE; MATSUMURA; ATSUTA ⁹⁸, em 1999, avaliaram a dureza Knoop, a solubilidade em água e a profundidade de polimerização da resina composta laboratorial Conquest Crown and Bridge (Jeneric/Pentron), utilizando 3 diferentes métodos de polimerização. O primeiro método consistiu do uso de um aparelho fotopolimerizador com luz halógena, seguido de pós-polimerização em um forno a 107°C durante 15 minutos, ambos recomendados pelo fabricante para o material a ser testado. O segundo método empregou um aparelho composto de luz de xenônio estroboscópica, e o terceiro, um aparelho de luz com lâmpada *metal halide* de alta intensidade. O forno para polimerização secundária não foi utilizado nos espécimes submetidos ao teste de profundidade de polimerização, os quais foram polimerizados com diferentes tempos de aplicação da luz (20, 30, 60 e 90 segundos). A análise estatística revelou que a dureza e a solubilidade do material foram afetadas significativamente pelo método de polimerização. A profundidade de polimerização foi igualmente afetada pelo tipo de aparelho utilizado e pelo tempo de

exposição. O aumento do tempo de exposição provocou um aumento da profundidade de polimerização em todos os grupos. Contudo, o grupo polimerizado com lâmpada *metal halide* exibiu uma profundidade maior, quando comparado com os demais grupos, independente do tempo de exposição. A aplicação da lâmpada *metal halide* promoveu um aumento significativo da dureza e redução da solubilidade nos espécimes testados. O emprego deste tipo de polimerização apresentou maior efetividade sobre a solubilidade do que a polimerização secundária com calor. Concluiu-se que algumas propriedades resultantes do uso de uma unidade fotopolimerizadora de alta intensidade excederam aquelas obtidas com o uso de um sistema de fotopolimerização seguida de polimerização secundária, recomendada pelo fabricante para o material testado.

KNOBLOCH et al.⁵⁵, em 1999, avaliaram o desgaste por abrasão e o grau de conversão das resinas indiretas Targis, Concept, belleGlass e Artglass, além das resinas compostas diretas Herculite e Heliomolar. Esmalte humano foi utilizado como controle positivo para os testes de abrasão. Espécimes cilíndricos de cada material foram fabricados e polimerizados de acordo com as recomendações dos fabricantes e armazenados em água destilada a 37°C durante 1 semana. Os testes de desgaste foram realizados em um equipamento onde o espécime foi fixado e submetido a 500 ciclos de abrasão com um disco de diamante, sob refrigeração e força constantes. Outros espécimes foram fabricados e armazenados durante 7 dias em recipientes escuros para a realização dos testes de grau de conversão utilizando espectrofotômetro de infra-vermelho. A resina indireta microparticulada Concept exibiu o menor desgaste entre todas as demais resinas compostas testadas. O material belleGlass apresentou desgaste significativamente inferior às resinas Targis e Artglass. A resina composta direta de micropartículas Heliomolar demonstrou um

menor desgaste, quando comparada à resina híbrida Herculite. Os materiais Concept e belleGlass, ambos pós-polimerizados com calor e pressão, demonstraram graus de conversão superiores a todos os outros materiais testados. Os compósitos Targis e Heliomolar apresentaram índices de conversão estatisticamente semelhantes entre si. Com base nos resultados obtidos neste trabalho, os autores sugerem que o tamanho das partículas, assim como o espaço interparticular podem ser fatores importantes na determinação da resistência ao desgaste de uma resina composta.

Em 1999, BOUSCHLICHER; COBB; VARGAS¹⁰ compararam dois métodos de abrasionamento da superfície de resinas compostas indiretas avançadas, com e sem o emprego dos seus respectivos agentes de união, visando avaliar o seu efeito sobre a adesão de cimentos resinosos em incrustações realizadas com estes materiais. Os sistemas de resinas compostas utilizados foram: Artglass (Heraeus Kulzer), belleGlass HP (Kerr), Concept (Jeneric/Pentron) e Targis (Ivoclar). Os métodos ou preparos empregados para o aumento da rugosidade da superfície incluíram o jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 μ m e pressão de 34 psi e deposição de partículas de óxido de alumínio cobertas com sílica silanizada de 30 μ m e pressão de 34 psi (CoJet-Sand, ESPE). Artglass e Concept foram testados com e sem o uso de seus respectivos agentes de união, Artglass Liquid e Special Bond II. Espécimes cilíndricos foram construídos e as superfícies sujeitas à adesão submetidas a um dos tratamentos, que consistiam de combinações de preparo de superfície e agente de união, quando apropriado. Em seguida, pares de espécimes iguais foram cimentados com um cimento resinoso de dupla polimerização e termociclados em 300 ciclos, a 5°C e 55°C. Os testes de

resistência ao cisalhamento foram então realizados e os valores submetidos a análise estatística. Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos de belleGlass HP e Targis tratados com jateamento e com cobertura de partículas de sílica. O sistema Artglass apresentou resultados semelhantes quando tratado com jateamento seguido ou não de agente de união e cobertura de sílica sem agente de união. Contudo, o mesmo material quando submetido a cobertura de sílica e aplicação de Artglass Liquid demonstrou aumento significativo de resistência adesiva. Para o sistema Concept, a cobertura de sílica resultou em valores de resistência maiores do que os jateados com óxido de alumínio, independente do uso de agente de união. A associação entre o tratamento com partículas de sílica e um agente adesivo resultou no maior valor de resistência ao cisalhamento entre um cimento resinoso e uma resina composta laboratorial (Artglass). O aumento da rugosidade promovido pelo jateamento da superfície com partículas de óxido de alumínio ou de sílica silanizada, seguido de um adesivo sem carga, comprovou ser um pré-tratamento efetivo para a cimentação de incrustações realizadas com os sistemas de resinas compostas laboratoriais testados.

No ano de 2000, BAGIS; RUEGGEBERG ⁵ examinaram a influência da temperatura na quantidade de monômeros não reagidos remanescentes em uma resina composta comercial submetida à fotopolimerização seguida de pós-polimerização com calor. Os espécimes em forma de discos foram fabricados, fotopolimerizados e submetidos à polimerização imediata em diferentes temperaturas (50, 75, 100 e 125°C durante 7 minutos). Os espécimes-controle foram somente fotopolimerizados. O armazenamento foi realizado em solvente a 37°C, durante 2 semanas, para a extração dos monômeros não reagidos. As análises

foram feitas para determinar a quantidade de TEG-DMA, Bis-GMA e etoxi Bis-GMA remanescentes depois dos diversos tratamentos térmicos. As quantidades de liberação de cada monômero foram comparadas usando ANOVA. Houve redução na quantidade de monômeros livres com o aumento da temperatura. Mesmo a menor temperatura (50°C) resultou em uma redução de 80% do TEG-DMA não reagido, 75% de redução do Bis-GMA e 77% de redução no etoxi Bis-GMA, quando comparado ao grupo controle. A polimerização secundária a 75°C ou mais resultou nos menores valores de liberação de cada monômero remanescente não reagido e não houve diminuição significativa com o aumento da temperatura. Os autores concluíram que um dos maiores benefícios da pós-polimerização com calor de restaurações em resina composta pode ser o aumento da biocompatibilidade dos materiais, como resultado da redução significativa na liberação de monômeros não reagidos.

BRUCIA¹⁶, em 2001, publicou um artigo enfatizando as características das resinas compostas indiretas de segunda geração atualmente comercializadas. O estudo ainda resumiu a técnica de uso desses materiais, incluindo o preparo cavitário, etapas laboratoriais, cimentação, acabamento e polimento. O autor descreveu as principais características dos sistemas Concept (Ivoclar), Artglass (Kulzer), belleGlass HP (Kerr), Targis (Ivoclar) e Sinfony (Shoffu). A respeito do sistema belleGlass HP, o autor relata ser uma resina composta microhíbrida polimerizado sob alta temperatura (135°C) e pressão (80 psi) em atmosfera de nitrogênio, motivo pelo qual apresenta excelente grau de conversão (98,5%). O material é composto de 74% de carga inorgânica composta de vidro de borosilicato em uma matriz orgânica de uretana dimetacrilato e dimetacrilatos alifáticos. Segundo

BRUCIA¹⁶, belleGlass HP apresenta alta resistência flexural e à compressão, tornando-o ideal para casos onde uma alta incidência de forças oclusais são esperadas. O sistema Targis, bem como sua versão atualizada Targis 99, apresentam 86% de carga por peso e processamento através de luz e calor em um forno especial. O sistema atual Targis 99 teve suas características de manipulação, desgaste, dureza e polimento aperfeiçoadas, resultando em propriedades mecânicas superiores ao sistema anterior. Este material microhíbrido apresenta índice de conversão de 90% e bons resultados de resistência à compressão e flexural. De acordo com o autor, o sucesso de restaurações indiretas com resinas compostas laboratoriais está baseado em fatores clínicos que envolvem um correto diagnóstico e seleção adequada do caso.

Em 2001, YOSHIDA; KAMADA; ATSUDA¹¹³ avaliaram a resistência ao cisalhamento de dois cimentos resinosos de presa dual à uma resina composta indireta do tipo torneada por computador (CAD/CAM) e o efeito de dois agentes de união a base de silano sobre a resistência adesiva da cimentação testada. Espécimes controle foram obtidos com o compósito GN-1 (GC Corp.), abrasionados com lixa #600 e levados ao ultra-som por 5 minutos. Dois grupos foram preparados utilizando dois diferentes cimentos resinosos (Link Max, GC Corp.; Vita Cerec Duo Cement, Vita) e nenhum tipo de tratamento de superfície do compósito. Em um terceiro grupo foi utilizado um agente de união a base de uretana dimetacrilato (Repair Bond II, GC Corp.) e um dos agentes cimentantes (Link Max, GC Corp.). Nos outros grupos, dois diferentes agentes de união contendo silano foram empregados sobre a superfície dos espécimes (G-Cera Cosmotech II, GC Corp.; Porcelain Bond, Kuraray Co.Ltd.) e cimentados com cimentos resinosos diferentes (Link Max, GC Corp.; Vita Cerec Duo Cement, Vita). Todos os grupos foram subdivididos em dois

subgrupos onde um foi submetido a termociclagem de 5.000 ciclos a 4°C e 60°C e outro ao armazenamento em água a 37°C durante 24 horas. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento em uma máquina mecânico-hidráulica de testes. As superfícies fraturadas foram observadas em um microscópio ótico com 40X de aumento para avaliar a localização e o tipo de fratura adesiva. Os resultados demonstraram que os valores de resistência ao cisalhamento dos cimentos resinosos à resina composta indireta tratada com um dos dois silanos foi aumentada quando comparados aos valores dos espécimes não tratados, independente da termociclagem. O uso do agente de união resultou em uma maior resistência adesiva do que o não tratamento dos espécimes, depois da termociclagem. Todos os espécimes controle e os submetidos ao agente de união apresentaram falhas adesivas na interface resina composta/cimento resinoso. A observação dos espécimes silanizados revelou falhas totalmente coesivas na resina composta ou falhas coesivas combinadas na resina e no cimento resinoso. Por fim, os autores concluíram que a aplicação de um agente silano à superfície de uma resina composta indireta torneada por computador promoveu um aumento da resistência adesiva entre os cimentos resinosos e o compósito, mesmo após a termociclagem.

No mesmo ano, MANDIKOS et al.⁶⁷ mediram o desgaste induzido pela simulação de 5 anos de escovação de quatro resinas compostas indiretas de segunda geração, comparando-os com uma resina composta direta, uma resina composta indireta de primeira geração e esmalte humano. A dureza Vickers de cada material foi também avaliada e comparada com a perda de volume devido ao desgaste para determinar se existe uma correlação entre dureza e resistência ao

desgaste nos materiais testados. Doze espécimes de cada material experimental (Artglass, belleGlass, Sculpture e Targis) e controles (Concept e Heliomolar) foram fabricados de acordo com as instruções dos fabricantes e armazenados em água a 37°C durante 2 semanas. As amostras foram pesadas antes e depois dos testes de desgaste abrasivo realizado em um equipamento simulador de escovação. A dureza Vickers e a composição da porção inorgânica de cada material foram também determinadas. Individualmente, não houve uma relação significativa entre a dureza dos materiais e a profundidade de desgaste. A resina composta Concept apresentou resistência ao desgaste superior a todas as demais, seguida por Sculpture, belleGlass HP, Artglass, Heliomolar e Targis. Os valores de dureza dos compósitos foram significativamente menores do que o esmalte e diferentes entre si. O compósito com a maior dureza foi Sculpture, seguido por belleGlass HP, Concept, Artglass, Targis e Heliomolar, sendo os dois últimos semelhantes entre si. A espectroscopia dispersiva demonstrou composição, tamanho e porcentagem de partículas semelhantes para todas as resinas compostas indiretas testadas, assim como entre as composições dos materiais controle. Os autores sugeriram que as diferenças encontradas em termos de desgaste e dureza ocorreram devido a diferenças nos métodos de polimerização dos compósitos, e não devido à composição e tamanho das partículas inorgânicas.

Em 2001, ROSENTRITT et al.⁸⁵ realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a resistência à fratura de um método de reparo em próteses parciais fixas fabricadas com dois diferentes sistemas de resinas compostas laboratoriais reforçadas por fibras. Os sistemas utilizados foram FibreKor (Jeneric/Pentron), composto de fibras de vidro pré-impregnadas, e Connect (Kerr), com fibras de polietileno impregnadas manualmente. As superfícies dos espécimes simulando próteses parciais de 3

elementos foram tratadas com ponta diamantada, dois diferentes equipamentos de jateamento com partículas de óxido de alumínio e um sistema de deposição de partículas de sílica seguido de silanização (CoJet Sand, ESPE). Os reparos foram realizados com uma resina composta fotopolimerizável (Tetric Ceram, Ivoclar). Os testes de resistência ao cisalhamento foram executados após 24 horas de armazenamento em água a 37°C e termociclagem com 3.000 ciclos. Na segunda parte do estudo, molares humanos extraídos foram preparados e próteses fixas de 3 elementos foram fabricadas com os sistemas Connect/BelleGlass (Kerr) e FibreKor/Conquest Sculpture (Jeneric/Pentron). A resistência à fratura foi determinada nos espécimes originais e reparados, após a simulação de 5 anos em função; após o primeiro reparo, incluindo 1 mês de armazenamento em água e simulação de 2 anos em função; e ainda após um segundo reparo, com simulação de 2 anos em função. Os maiores valores de resistência, após 24 horas, em ambos os compósitos, foram determinados pelo tratamento com deposição de sílica. Nos espécimes termociclados, o sistema FibreKor apresentou melhores resultados após o jateamento com partículas de óxido de alumínio e o sistema Connect, após abrasionamento com ponta diamantada. As fraturas de todas as amostras foram do tipo coesivas. O tratamento com CoJet Sand demonstrou ser o mais efetivo e, portanto, foi selecionado como o tratamento de superfície para os demais reparos. A resistência à fratura original das pontes fixas reforçadas com fibras foi variou de 830 a 940 N. Os valores de resistência não sofreram redução significativa após o primeiro e segundo reparos. Os autores concluíram que o reparo de próteses parciais fixas reforçadas com fibras promove um aumento da vida útil das restaurações, mas recomendaram seu uso somente por um tempo limitado.

KALLIO; LASTUMÄKI; VALLITTU ⁵³, em 2001, investigaram a resistência ao cisalhamento entre diferentes fibras de reforço e resinas compostas fotopolimerizáveis e entre diferentes resinas compostas de uso indireto e resinas compostas fotopolimerizáveis. Os espécimes foram fabricados com fibras de reforço e resinas compostas indiretas inicialmente fotopolimerizadas durante 40 segundos e, em seguida, polimerizadas em um forno a 85°C durante 5 minutos. As superfícies dos espécimes foram desgastadas com lixas abrasivas até a exposição das fibras. Metade das superfícies abrasionadas foram tratadas com a aplicação de um agente intermediário durante 15 segundos. As resinas compostas de reparo foram então aplicadas utilizando uma matriz tubular, fotopolimerizadas durante 40 segundos e pós-polimerizadas durante 5 minutos. Sessenta espécimes com agentes intermediários foram termociclados em 12.000 ciclos de 5°C e 55°C. Todos os espécimes foram levados a uma máquina de testes universal para a determinação da resistência ao cisalhamento dos reparos. Os resultados revelaram que os espécimes de Sinfony como substrato e a fibra Stick Net reparada com o compósito Z-100 apresentaram os maiores valores de resistência. O emprego de um agente intermediário resultou em aumento da resistência adesiva dos reparos em todos os grupos, com exceção do grupo Vectris Pontic/Targis Dentin. Os espécimes submetidos à termociclagem apresentaram redução na resistência adesiva, com exceção do grupo Vectris Pontic/Targis Dentin, onde a resistência aumentou de 9,2 para 13,1 MPa. Os resultados dos grupos de associações entre resinas indiretas e diretas foram melhores com o uso de agentes intermediários. A termociclagem provocou uma redução na resistência de todos os grupos, com exceção do grupo Z-100/Z-100 e Sinfony/Sinfony, sem agente intermediário. Baseados nos resultados obtidos, os autores concluíram que o emprego de agentes intermediários a base de

dimetacrilatos não é necessário quando o reparo for realizado com resinas compostas de baixa viscosidade. Contudo, alguns materiais podem se beneficiar com o uso destes agentes.

Em 2001, LUCENA; GONZALEZ; NAVAJAS⁶⁶, desenvolveram um estudo para avaliar a efetividade de diferentes procedimentos mecânicos e químicos no aumento da resistência adesiva de reparos realizados em resinas compostas microhíbridas e de micropartículas, pós-polimerizadas e envelhecidas. Noventa espécimes de resinas compostas Herculite XRV (Kerr) e Heliomolar Radiopaque (Vivadent) foram preparados, polimerizados com luz durante 40 segundos e pós-polimerizados com uma combinação de calor (120°C) e pressão (6 atm) durante 10 minutos. Após armazenamento em água durante 4 semanas, os espécimes foram submetidos a diferentes tratamentos de superfície e sistemas adesivos. Os protocolos de tratamento envolveram o jateamento com óxido de alumínio, aplicações de ácido fosfórico a 37% durante 1 minuto e/ou de ácido fluorídrico a 9,6% durante 2 minutos, uso de três diferentes sistemas adesivos de acordo com as instruções dos fabricantes e/ou aplicação de acetona a 99% durante 1 minuto. Os reparos foram realizados com o mesmo material do substrato e armazenados em temperatura ambiente durante 24 horas. Espécimes controle inteiros não reparados foram fabricados com os dois compósitos testados. Os resultados de resistência ao cisalhamento dos reparos realizados com Herculite XRV revelaram que os espécimes tratados com jateamento e Prime&Bond 2.0 apresentaram resistência semelhante ao grupo controle. Não houve diferença entre os grupos tratados com ácido fosfórico e Prime&Bond 2.0 ou Heliobond, ambos apresentando os menores valores de resistência adesiva dos reparos. Para os espécimes reparados com Heliomolar Radiopaque, nenhum dos tratamentos de superfície foi capaz de atingir

resistência semelhante a dos espécimes controle. Os espécimes jateados resultaram em resistência superior aos demais tratamentos, independente do sistema adesivo empregado. Os piores resultados foram encontrados nos espécimes tratados com ácido fosfórico e Heliobond. O emprego de jatos abrasivos de óxido de alumínio associado ao sistema adesivo Prime&Bond 2.0 aumentou consistentemente a resistência adesiva dos reparos realizados em ambos os compósitos pós-polimerizados utilizados neste estudo.

3 - PROPOSIÇÃO

3 - PROPOSIÇÃO

Tendo em vista a crescente utilização das resinas de uso indireto pelo clínico e a falta de estudos realizados a respeito da efetividade de reparos realizados nestes materiais, esta pesquisa propôs-se a:

- determinar a resistência à tração de duas resinas compostas de uso indireto submetidas a diferentes tratamentos de superfície e reparadas com resinas compostas diretas de alta e baixa viscosidades;
- avaliar o efeito de diferentes tipos de tratamentos de superfície sobre a resistência à tração de reparos em duas resinas compostas de uso indireto;
- avaliar o efeito da viscosidade das resinas compostas diretas sobre a resistência à tração de reparos em duas resinas compostas de uso indireto;
- determinar a influência da acidez da superfície tratada com ácido fluorídrico sobre a efetividade do silano utilizado nos reparos de resinas compostas de uso indireto;
- determinar os tipos de fraturas mais encontrados nos reparos realizados com os diferentes tratamentos e resinas compostas de diferentes viscosidades.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Descrições dos materiais e equipamentos

As resinas compostas de uso indireto utilizadas neste estudo foram: Targis (Ivoclar North America Inc., Amherst, NY, USA) e belleGlass HP (belle de St. Claire / Kerr Corp., Orange, CA, USA). Suas unidades de fotopolimerização e polimerização secundária podem ser vistas nas Figuras 1 e 2. Os métodos físicos de polimerização utilizados em cada sistema de resina de uso indireto estão listados na Tabela 1.

Os materiais empregados neste estudo com seus respectivos fabricantes, números de lote e datas de validade, estão listados no Anexo1.

TABELA 1 - Sistemas de resinas compostas de uso indireto utilizados no estudo, unidades de fotopolimerização e de pós-polimerização e os meios físicos utilizados na polimerização.

SISTEMAS	UNIDADES DE POLIMERIZAÇÃO	MÉTODO DE POLIMERIZAÇÃO
Targis	Targis Quick	Luz
	Targis Power	Luz, pressão, calor
belleGlass HP	Teklite	Luz
	belleGlass HP Curing Unit	Calor, pressão, atmosfera de N₂

A resina composta laboratorial Targis (Figura 1) é um material constituído de 78% de carga por peso, composto de, principalmente, partículas de vidro de bário de diâmetro médio de $1\mu\text{m}^1$. No presente estudo foi utilizada a resina Targis Dentin, cuja composição padrão é: matriz de Bis-GMA (9,0%), decandiol dimetacrilato (4,8%) e uretano dimetacrilato (9,3%), com porção inorgânica composta de vidro de bário silanizado (46,2%), óxidos silanizados diversos (18,2%), dióxido de silício (11,8%), catalizadores, estabilizadores e pigmentos (0,7%)⁵¹.

As resinas compostas diretas Tetric Ceram e Tetric Flow apresentam composições semelhantes, com matriz resinosa à base de Bis-GMA, uretana dimetacrilato e trietileno glicol dimetacrilato^{100,101}. Na versão *flow* a percentagem de matriz orgânica por peso é de 31,5%, enquanto no compósito convencional esta percentagem é de 20,2%. As partículas de carga são compostas de vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de flúor-silicato de alumínio e bário, dióxido de silício disperso e óxidos mistos esferoidais^{100,101}. O conteúdo total de carga inorgânica da resina composta Tetric Ceram é de 80% em peso e 60% em volume e o tamanho médio das partículas é de $0,7\mu\text{m}^{100}$. Já o conteúdo inorgânico da resina Tetric Flow é de 68% em peso e 43,8 em volume e o tamanho médio das partículas é de $0,7\mu\text{m}^{101}$.

O agente de união Targis Modelling Liquid é composto de 89,4% de decandiol dimetacrilato e 10% de trietilenoglicol dimetacrilato⁵¹. Já o agente silanizador Targis Wetting Agent contém 0,1% de metacrilóxi-propil-trimetoxisilano e 99,9% de etanol diluído em água⁵¹.

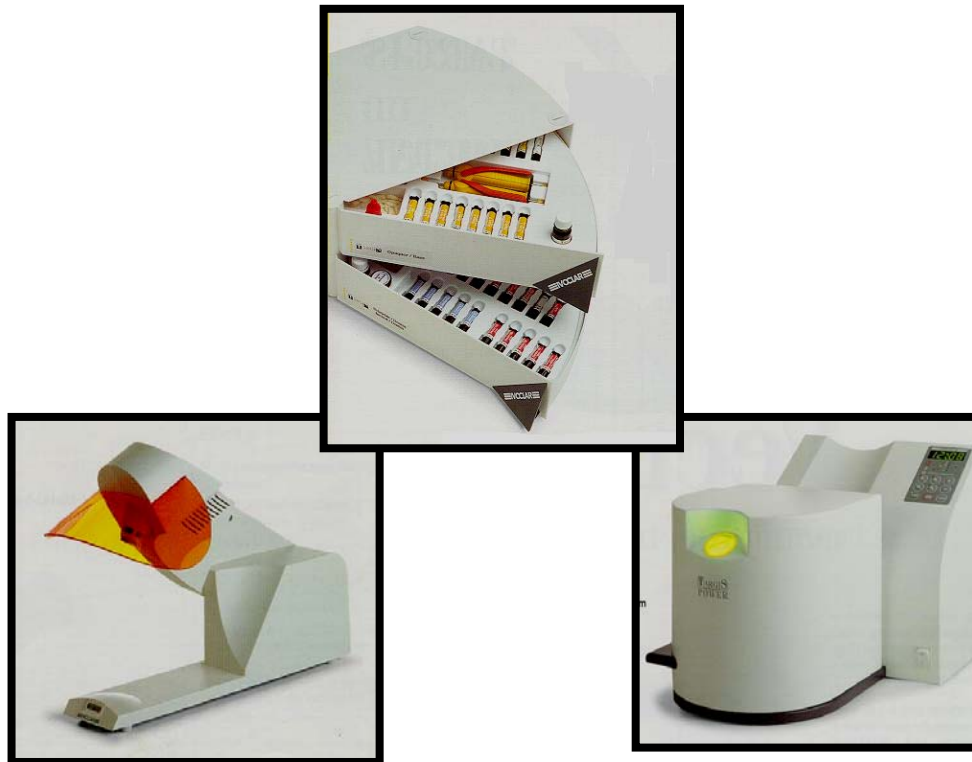


FIGURA 1: Conjunto completo do Sistema Targis e os equipamentos de polimerização Targis Quick e Targis Power.

A resina composta laboratorial belleGlass HP (Figura 2) é um compósito micro-híbrido composto de uma matriz à base de Bis-GMA, nas resinas de dentina, e uma combinação de um tipo de TEGDMA e um dimetacrilato alifático, para esmalte⁷⁰. O material apresenta 86% de partículas de carga em peso e 72% em volume⁸. O vidro de aluminossilicato de bário é a partícula predominante na resina de dentina e o vidro de borossilicato na resina de esmalte. Ambos contêm ainda partículas de sílica dispersa, com tamanho médio de 0,6 μ m, o que a classifica como uma resina composta micro-híbrida^{1,8}.

As resinas compostas diretas Herculite XRV e Revolution apresentam partículas inorgânicas compostas de vidro de bário e óxidos de silício sintéticos. No compósito Revolution, a porcentagem de partículas por peso é de 62% e por volume 46%, com tamanho médio de $1\mu\text{m}$ ⁷. Já o compósito híbrido Herculite XRV dispõe de 79% de partículas por peso e 59% por volume, com tamanho médio de partículas de $0,6\mu\text{m}$.

O agente de união Modeling Resin é um agente de molhamento universal utilizado para aumentar a adesão entre incrementos de resina polymerizados⁸. Enquanto o belleGlass HP Silane Primer é uma solução a base de metacrilóxi-propil-trimetoxissilano⁸.

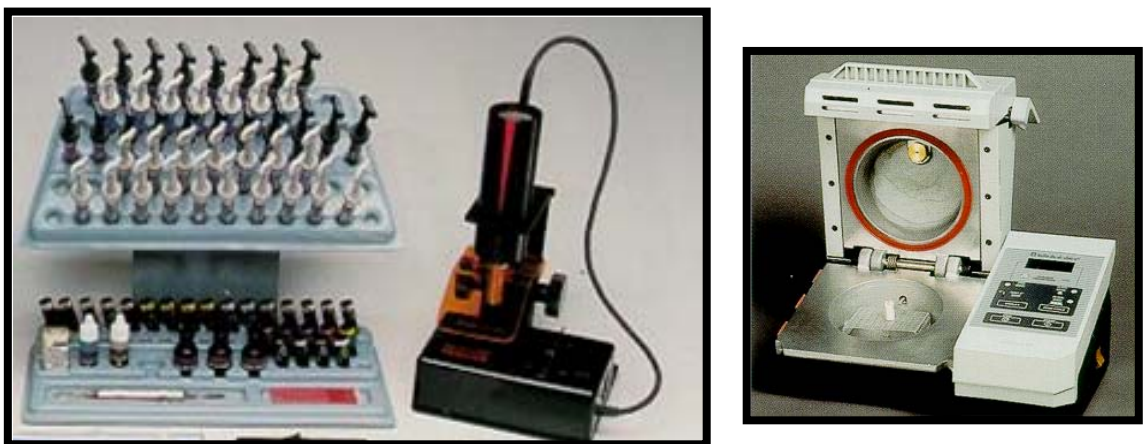


FIGURA 2: Sistema belleGlass HP da Kerr, acompanhado dos respectivos equipamentos de polimerização Teklite e belleGlass HP Curing Unit.

4.2 – Obtenção dos espécimes para reparo

Os espécimes em forma de cone invertido foram preparados a partir de uma matriz metálica com um orifício central medindo 7,5 mm de diâmetro na base maior, 5 mm de diâmetro na base menor e 3 mm de altura (Figura 3).



FIGURA 3: Matriz metálica utilizada para a confecção dos espécimes em forma de cone invertido.

Sessenta espécimes (dez por grupo) de cada resina composta indireta foram confeccionados. A matriz metálica foi posicionada sobre uma lâmina de vidro com uma tira de poliéster para proporcionar lisura de superfície na base menor. Previamente à fotopolimerização do último incremento, uma outra tira de poliéster e lâmina de vidro foram pressionadas sobre o material para promover condensação, evitar a formação de bolhas de ar e da camada inibida por oxigênio.

Com o auxílio de uma espátula para inserção para resina composta, os incrementos de resina foram condensados de encontro à lâmina de vidro, em espessura não superior a 2mm e fotopolimerizadas com seus respectivos equipamentos, de acordo com as recomendações dos fabricantes.

As amostras de Targis foram obtidas inserindo o material Targis Dentin 210 (Ivoclar North America Inc.) na matriz metálica em dois incrementos de 1,5 mm de espessura cada. A fotopolimerização de cada incremento foi realizada pelo tempo de 20 segundos, na unidade Targis Quick (Ivoclar North America Inc.) (Figura 1). Após a remoção do espécime do molde, um gel de glicerina (Targis Gel - Ivoclar North America Inc.) foi aplicado sobre toda a superfície para ser então levado à unidade de pós-polimerização Targis Power (Ivoclar North America Inc.), durante 25 minutos (Figura 1). Este equipamento realiza a polimerização secundária através de luz, calor de 95°C e pressão¹⁰⁵.

Os espécimes de belleGlass HP (belle de St. Claire / Kerr Co., Orange, CA, USA) foram obtidos pela inserção do material em incrementos de 1,5 mm, fotopolimerizando-os durante 20 segundos na unidade Teklite (belle de St. Claire) (Figura 2). Fora da matriz metálica, os espécimes foram pós-polimerizados, durante 10 minutos, no equipamento belleGlass HP Curing Unit, operando a uma temperatura de 135°C e pressão de 80 psi em atmosfera de nitrogênio⁸ (Figura 2).

Um período de armazenamento de 24 horas em água destilada a 37°C foi utilizado para o envelhecimento do material. Decorrido este tempo, os espécimes foram incluídos em resina epóxica (Sampl-Kwick, Büeler Dental Prod., Lake Buff, IL, USA), utilizando um cilindro plástico como molde. Os cones invertidos foram fixados na base com cera utilidade e a resina epóxica foi vazada até preencher todo o cilindro. Após a polimerização, os moldes foram retirados, resultando em cilindros transparentes com 32 mm de diâmetro e 15 a 18 mm de altura, com a base menor do espécime em resina composta exposta no centro (Figura 4).

Após a inclusão, os espécimes foram armazenados durante 24 horas em água destilada a 37°C.

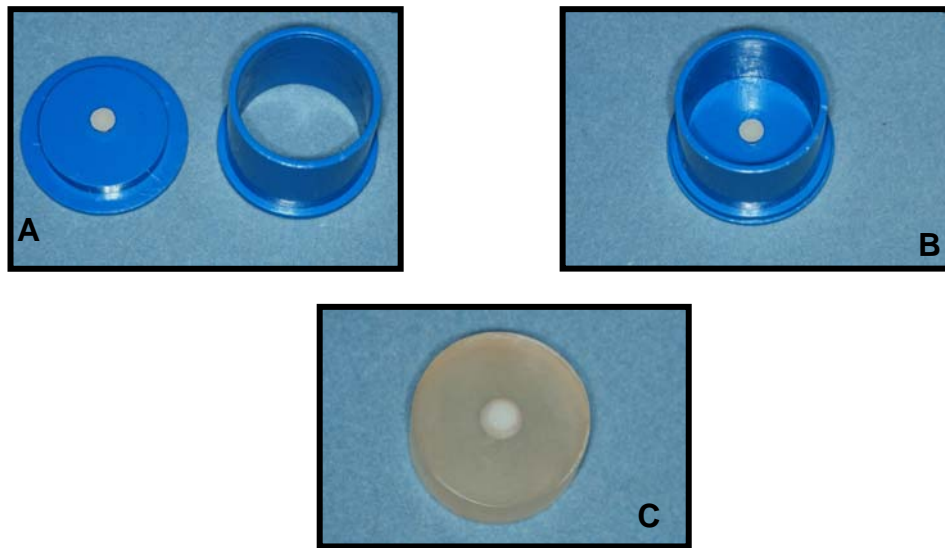


FIGURA 4: a) Espécime de resina laboratorial fixado com cera na base plástica do cilindro; b) Cilindro plástico Sampl-Quick isolado com vaselina para a inclusão do espécime em resina epóxica; c) Espécime incluído em resina epóxica.

Com o objetivo de obter superfícies lisas e padronizadas para todos os espécimes, foram realizados desgastes com lixas abrasivas de carboneto de silício com granulação 320 e um polimento com lixa de granulação 600. O equipamento utilizado (Automet 2 associado a Ecomet 6, Büeler Dental Prod., Lake Buff, IL, USA) consistia de uma base, permitindo o desgaste de seis cilindros simultaneamente com cada disco de lixa. O desgaste e o polimento foram realizados com irrigação constante durante 2 minutos cada, com uma força de 12 libras e velocidade de 120 rpm.

Após o polimento, os espécimes foram lavados em água corrente, secos com jatos de ar e divididos em 6 grupos de 10 espécimes para cada resina composta de uso indireto.

4.3 – Tratamento das superfícies para reparo

A distribuição dos grupos com seus respectivos tratamentos de superfície e resinas diretas para reparo estão listados na Tabela 2.

Dentre os 60 espécimes de cada resina composta laboratorial, vinte espécimes foram tratados com jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 μ m, utilizando um dispositivo intra-oral de abrasionamento (Microetcher, Danville Engineering, IL, USA) durante 10 segundos, com pressão de 80 psi e uma distância aproximada de 3 cm (Figura 5a). Outros vinte foram tratados com ácido fluorídrico a 8% (Choice Porcelain Etching Gel, Bisco Inc., Itasca, IL, USA), durante 15 segundos (Figura 5b), e os demais submetidos ao mesmo tratamento, seguido de imersão durante 5 minutos em uma solução de hidróxido de sódio. Este procedimento visava a completa neutralização do ácido após a sua atuação sobre a superfície. Todos os espécimes, após os devidos tratamentos de superfície, foram lavados com água durante 20 segundos e secos com jatos de ar, provenientes de uma seringa tríplice.

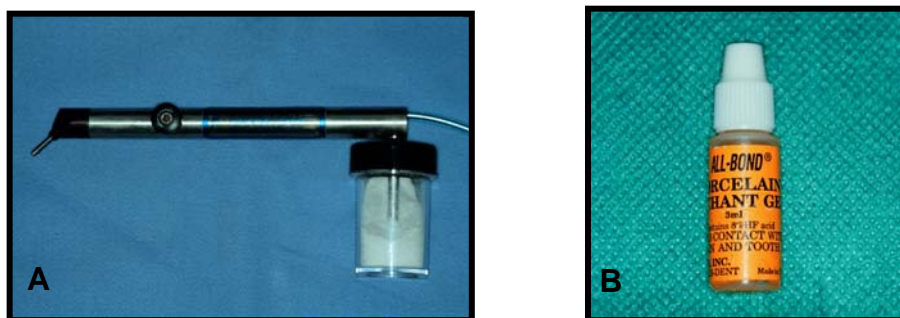


FIGURA 5: a) Dispositivo intra-oral de abrasionamento Microetcher com partículas de óxido de alumínio de 50 μ m; b) Ácido fluorídrico a 8% Choice Porcelain Etching Gel.

Independente do tratamento de superfície, os espécimes de cada resina laboratorial foram tratados com seus respectivos agentes de união e agentes silanizadores, seguindo as recomendações dos fabricantes para procedimentos de reparo e/ou cimentação adesiva. Deste modo, as amostras de Targis foram submetidas à aplicação de uma camada do silano Targis Wetting Agent (Ivoclar North America Inc.), deixando secar por 1 minuto (Figura 6a). Em seguida, o agente de união Targis Modeling Liquid (Ivoclar North America Inc.) foi aplicado na superfície e fotopolimerizado durante 20 segundos com um aparelho fotopolimerizador (Elipar Highlight, ESPE). Uma camada do agente de silanização Silane Primer (Kerr Corp.) foi aplicado sobre a superfície dos espécimes de belleGlass HP, seguido de um breve jato de ar para evaporação do solvente (Figura 6b). Posteriormente, uma camada do agente de união Modeling Resin (Kerr Corp.) foi aplicada sobre a superfície silanizada e fotopolimerizada durante 20 segundos (Teklite, belle de St. Claire).

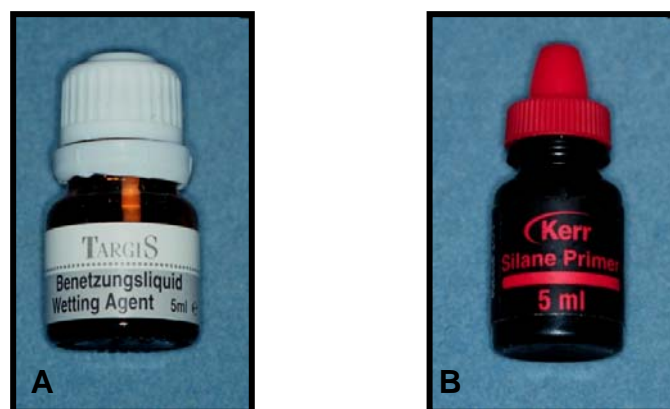


FIGURA 6: a) Agente silanizador Targis Wetting Agent, Ivoclar North America; b) Agente silanizador Silane Primer, Kerr Co.

4.4 – Obtenção dos espécimes reparados

Para a realização dos procedimentos de reparo, foi utilizado um dispositivo metálico composto de uma base, onde o cilindro de resina epóxica com o espécime incluído foi fixado. A área central do espécime deveria se localizar imediatamente abaixo de um espaço circular no centro da base metálica. Neste espaço foi fixada uma matriz dividida de teflon, contendo um orifício em forma de cone invertido com 4 mm de altura, 6 mm de diâmetro na base maior e 3 mm de diâmetro na base menor (Figura 7).

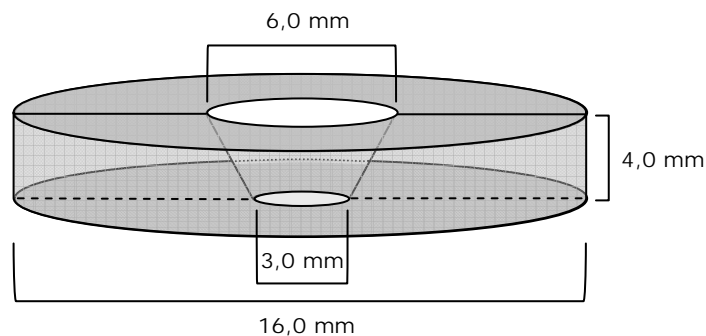


FIGURA 7: Desenho esquemático da matriz dividida de teflon utilizada para a confecção dos reparos nas resinas compostas de uso indireto.

Após a perfeita fixação do espécime incluído e da matriz de teflon, os procedimentos de reparo foram realizados empregando dois tipos de resinas compostas diretas. Dos vinte espécimes submetidos a cada um dos tratamentos de superfície, dez foram reparados com uma resina de híbrida de alta viscosidade e os outros dez, com uma resina de baixa viscosidade do tipo *flow*, dos mesmos fabricantes das resinas compostas laboratoriais.

Para os espécimes em Targis, a resina composta Tetric Ceram (Vivadent Ets., Liechtenstein) foi condensada em dois incrementos e fotopolimerizada por um fotopolimerizador com uma ponta de 9mm de diâmetro (Elipar Highlight, ESPE), durante 40 segundos para cada incremento. Os reparos nos demais espécimes foram realizados com a resina composta de baixa viscosidade Tetric Flow (Vivadent Ets., Liechtenstein), injetada e condensada em dois incrementos e fotopolimerizada durante 40 segundos para cada um dos dois incrementos (Figura 8).



FIGURA 8: Resinas compostas Tetric Ceram e Tetric Flow em cápsulas unidose utilizadas para o reparo dos espécimes em Targis.

Para os espécimes em belleGlass HP, as resinas compostas utilizadas para reparo foram Herculite XRV (Kerr Corp.), híbrida de alta viscosidade, e Revolution, resina *flow* de baixa viscosidade (Kerr Corp.) (Figura 9).



FIGURA 9: Resinas compostas Herculite XRV e Revolution utilizadas para o reparo dos espécimes em belleGlass HP.

Antes da polimerização da última camada de resina composta, uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro foram pressionadas sobre o material para resultar em uma superfície lisa e livre de bolhas de ar, assim como para evitar a formação da camada inibida pelo oxigênio. A remoção dos excessos foi realizada com uma lâmina de bisturi.

A remoção dos espécimes foi feita cuidadosamente, abrindo os parafusos que mantinham a matriz de teflon fixada à base metálica do dispositivo e separando cuidadosamente as duas partes da matriz com o auxílio de uma espátula fina. Um exemplo de espécime reparado pode ser visto na Figura 10.

Previamente ao teste de resistência, os espécimes reparados foram armazenados em água destilada a 37°C, durante 24 horas.



FIGURA 10: Espécime reparado, após a remoção da matriz de teflon.

TABELA 2: Distribuição dos grupos experimentais, com as resinas compostas de uso indireto, os tratamentos de superfície, os agentes de união e as resinas compostas diretas utilizadas para o reparo.

Grupos	Resinas Indiretas	Tratamentos de Superfície	Agentes de União	Resinas de Reparo
1	TARGIS (T)	Microetcher (ME)	Targis Wetting Agent + Targis Modeling Liquid	Tetric Ceram (TC)
2				Tetric Flow (TF)
3		Ácido Fluorídrico (HF)		Tetric Ceram (TC)
4				Tetric Flow (TF)
5		HF + hidróxido de sódio (SH)		Tetric Ceram (TC)
6				Tetric Flow (TF)
7	BELLEGLASS HP (B)	Microetcher (ME)	Silane Primer + belleGlass HP Modeling Resin	Herculite XRV (H)
8				Revolution (R)
9		Ácido Fluorídrico (HF)		Herculite XRV (H)
10				Revolution (R)
11		HF + hidróxido de sódio (SH)		Herculite XRV (H)
12				Revolution (R)

4.5 – Teste de resistência à tração

Para a realização dos testes de resistência à tração, foram empregados dispositivos desenvolvidos especialmente para espécimes em cone invertido. Cada espécime foi acoplado inicialmente a uma base metálica, de modo a não permitir o seu deslocamento para cima no momento da incidência da força de tração (Figura 11a). Em seguida, um outro aparato metálico se encaixava na porção da resina de reparo, mantendo-se fechado e fixo por meio de um pino. A porção inferior deste dispositivo deveria envolver toda a porção correspondente à resina de reparo (Figura 11b). Este conjunto então foi acoplado à célula de carga da máquina de testes universal (Instron 4465, Instron Corp., Canton, MA, USA), para ser finalmente executado o teste de tração (Figura 12). A máquina trabalhou a uma velocidade de 0,5 mm/min e os valores obtidos foram registrados em MPa no programa acoplado à máquina de testes.

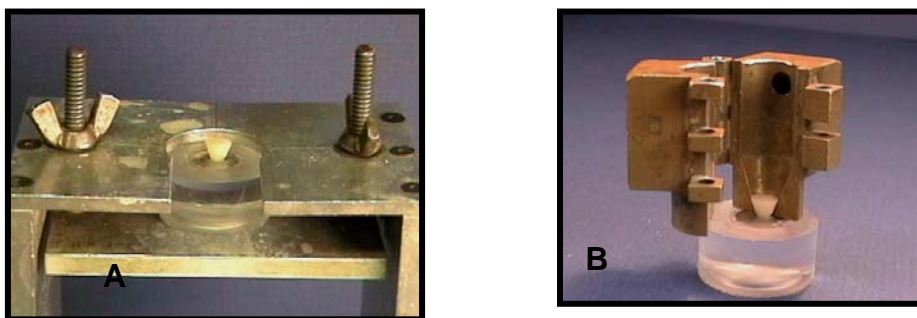


FIGURA 11: a) Base metálica para a fixação do espécime reparado na máquina de testes universal; b) dispositivo de tração sendo encaixado no espécime, antes de ser conectado com a máquina de testes universal.



FIGURA 12: Conjunto formado pelo dispositivo de teste e espécime acoplado à máquina de testes universal para teste de resistência à tração.

4.6 – Análise estatística dos resultados

O processo de amostragem estratificada de Neyman foi usado para verificar se o tamanho da amostra era representativo. Com base nas médias, variância e tamanho da amostra por grupo, isolou-se o erro da amostragem. Como pode ser visto no Anexo 2, em todos os casos, considerando um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 3%, o tamanho das amostras por grupo utilizado no trabalho ($n=10$) excedeu os valores calculados no teste estatístico.

Foram realizadas estatísticas descritivas para cada grupo, destacando as médias, desvios padrões, coeficiente de variação de Pearson (Tabela 3), erros padrões, assimetria e curtose (Anexo 3).

Testes de homogeneidade de variância de Cochran e Bartlett foram realizados separadamente para os grupos de Targis e belleGlass HP, visando detectar se a variância das amostras foi homogênea. Os resultados acusaram a

existência de homogeneidade de variância a um nível de probabilidade de $p \leq 0,05$ (Anexo 4).

Para verificar possíveis interações entre os efeitos tratamento de superfície e resinas de reparo para cada material, Análises de Variância a Dois Critérios (2-way ANOVA) foram realizadas, em nível de confiança 95% (Tabelas 4 e 5).

O Teste de Tukey foi executado para fazer comparações entre os tratamentos de superfície somente para os grupos de belleGlass HP, uma vez que a análise de variância detectou diferenças significantes entre eles, com $p \leq 0,05$ (Tabela 6).

4.7 – Determinação dos locais de fratura

Após os testes de resistência à tração, os espécimes fraturados foram observados em microscópio óptico com 40X de aumento. As fraturas foram classificadas como adesivas (A), quando ocorreram na interface resina indireta / resina de reparo; coesivas na resina composta indireta (CI) ou coesivas na resina composta de reparo (CR) e ainda mistas (M), quando ocorreram dois tipos de fraturas no mesmo espécime. A classificação dos tipos de fraturas foi realizada para cada espécime individualmente, registrando uma porcentagem da área do espécime correspondente a cada tipo de fratura. Para os espécimes onde a porcentagem de um determinado tipo de falha estava acima ou igual a 80%, este tipo foi considerado prevalente. Ao final, foram calculadas as porcentagens totais para cada grupo experimental ¹⁰ (Tabela 7).

5 - RESULTADOS

5 – RESULTADOS

Inicialmente, os valores obtidos nos testes de resistência à tração foram registrados individualmente. As médias, desvios-padrão e coeficientes de variação foram calculados através de um programa de computador acoplado à máquina de testes (IEEE-488 Computer Interface, Instron Corp., Canton, MA, USA) (Tabela 3).

TABELA 3 - Valores médios, desvios-padrão em MPa e coeficiente de variação de Pearson dos grupos de resinas laboratoriais avançadas submetidos a reparos com diferentes tratamentos de superfície e resinas compostas diretas com diferentes viscosidades.

GRUPO	DESCRIÇÃO	MÉDIA (MPa)	D.P. (MPa)	C.V. (%)
G1	T, ME, TC	30,53	7,77	25,43
G2	T, ME, TF	31,38	6,34	20,20
G3	T, HF, TC	28,15	9,81	34,83
G4	T, HF, TF	27,78	7,34	26,43
G5	T, SH, TC	31,32	8,46	27,00
G6	T, SH, TF	34,98	8,62	24,64
G7	B, ME, H	33,66	4,63	13,74
G8	B, ME, R	32,86	4,21	12,80
G9	B, HF, H	19,49	5,64	28,92
G10	B, HF, R	19,59	6,81	34,78
G11	B, SH, H	25,54	6,29	24,63
G12	B, SH, R	24,41	6,16	25,22

A Análise de Variância a Dois Critérios (2-way ANOVA), realizada para ambas as resinas de uso indireto separadamente, determinou diferenças significantes entre os tratamentos de superfície para os espécimes de belleGlass HP (Tabela 5), enquanto que para os espécimes de Targis não houve diferença significativa entre os efeitos testados (Tabela 4). Com base nestes resultados, o Teste de Tukey foi aplicado para localizar as diferenças entre os tratamentos de superfície para a resina de uso indireto belleGlass HP, com um índice de confiança de 95% (Tabela 6).

TABELA 4 - Resultados da Análise de Variância a Dois Critérios (2-way ANOVA) para os espécimes em Targis, analisando os efeitos tratamento de superfície, resina de reparo e interação entre ambos ($p \leq 0,05$).

<i>Efeitos</i>	<i>G.L. efeito</i>	<i>Q.M. efeito</i>	<i>G.L. erro</i>	<i>Q.M. erro</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Tratamento (A)	2	135,4174	54	66,06654	2,04971	0,13867
Reparo (B)	1	28,3594	54	66,06654	0,42925	0,51513
Interação AxB	2	21,4150	54	66,06654	0,32414	0,72454

Para o Sistema Targis, todos os tratamentos de superfície associados a reparos com resinas de alta ou baixa viscosidades resultaram em valores semelhantes de resistência à tração, ou seja, não houve diferença estatística entre os grupos testados com este material. O maior valor de resistência foi atribuído ao tratamento com ácido fluorídrico seguido de imersão em hidróxido de sódio e reparo com Tetric Flow (34,97 MPa). Enquanto o menor valor de resistência foi resultado da associação entre tratamento com ácido fluorídrico e reparo com

Tetric Flow (27,77 MPa). Houve uma pequena superioridade numérica nos valores de resistência dos reparos realizados com resina de baixa viscosidade, quando comparados aos reparos com resina de alta viscosidade, com exceção dos grupos tratados previamente com ácido fluorídrico.

TABELA 5 - Resultados da Análise de Variância a Dois Critérios (2-way ANOVA) para os espécimes em belleGlass HP, analisando os efeitos tratamento de superfície, resina de reparo e interação entre ambos ($p \leq 0,05$).

<i>Efeitos</i>	<i>G.L. efeito</i>	<i>Q.M. efeito</i>	<i>G.L. erro</i>	<i>Q.M. erro</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Tratamento (A)	2*	955,0298*	54*	32,46922*	29,41339*	0,00000*
Reparo (B)	1	5,6365	54	32,46922	0,17360	0,67858
Interação AxB	2	2,0405	54	32,46922	0,06284	0,93915

* Valores estatisticamente significantes.

TABELA 6 - Resultados do Teste de Tukey para os diferentes tratamentos de superfície nos espécimes belleGlass HP ($p \leq 0,05$).

<i>Tratamentos</i>	ME 33,2600	HF 19,5375	SH 24,9760
ME	-	0,0001*	0,0002*
HF	0,0001*	-	0,0108*
SH	0,0002*	0,0108*	-

* Valores estatisticamente significantes.

Nos grupos experimentais compostos pelo Sistema belleGlass HP, houve diferenças significantes entre todos os tratamentos de superfície testados. De acordo com o Teste de Tukey, o tratamento que resultou em maior resistência adesiva dos reparos em belleGlass HP foi o jateamento com partículas de óxido de alumínio, seguido pelo ácido fluorídrico neutralizado por hidróxido de sódio e, por fim, pelo uso do ácido fluorídrico somente.

A viscosidade das resinas de reparo não exerceu influência sobre os reparos em belleGlass HP, uma vez que não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para este efeito.

Para ambos os materiais, os grupos submetidos ao tratamento de superfície com ácido fluorídrico apresentaram índices de coeficiente de variação mais altos do que os demais grupos, chegando a até quase 35% da média de resistência dos reparos.

Os tipos de fraturas encontrados em cada grupo foram registrados e calculados na forma de porcentagem para cada classificação (Tabela 7). Os grupos onde o material reparado foi Targis apresentaram de 90% a 100% de falhas adesivas.

Já os espécimes de belleGlass HP apresentaram 100% de falhas adesivas quando tratados com ácido fluorídrico. Todos os espécimes jateados com Microetcher e reparados com a resina Revolution apresentaram falhas coesivas na resina de reparo. Os demais espécimes deste material apresentaram grande diversidade de falhas, mas com predomínio de falhas adesivas.

TABELA 7 - Tipos de fraturas encontradas nos grupos de resistência à tração de reparos em resinas compostas de uso indireto submetidas a diferentes tratamentos de superfície e resinas de diferentes viscosidades. A=fratura adesiva; CI=fratura na resina composta indireta; CR=fratura na resina composta de reparo; M=fratura mista.

GRUPOS	DESCRIÇÃO	FRATURA (%)
G1	T, ME, TC	80A /20CI
G2	T, ME, TF	90A /10CR
G3	T, HF, TC	90A /10CR
G4	T, HF, TF	100 A
G5	T, SH, TC	100 A
G6	T, SH, TF	90A /10M
G7	B, ME, H	50A / 40CR / 10M
G8	B, ME, R	100 CR
G9	B, HF, H	100 A
G10	B, HF, R	100 A
G11	B, SH, H	70A / 20CR / 10M
G12	B, SH, R	90A / 10CR

6 - DISCUSSÃO

6 – DISCUSSÃO

Na década de 90, surgiram as novas resinas compostas de uso indireto para a fabricação de *inlays*, *onlays*, coroas, facetas e pontes. Os fabricantes destes materiais os denominaram “polividros”, “cerômeros”, “polímeros de vidro” e outros termos que procuram não enfatizar o seu componente resinoso. Apesar da referência às porcelanas em seus nomes, cada um destes materiais é uma resina composta contendo uma matriz à base de dimetacrilato e altamente carregada com partículas de vidro ou sílica ¹.

As resinas compostas processadas em laboratório geralmente diferem das resinas compostas diretas no seu método de polimerização, o qual permite uma maior conversão dos monômeros em polímeros resinosos. Esta importante característica torna as restaurações em resinas compostas laboratoriais mais fáceis de polir, menos solúveis em água e ainda mais resistentes do que os compósitos de uso direto ¹. De acordo com ALBERS ¹, a resistência flexural das resinas compostas indiretas atuais varia de 110 a 150 MPa, a contração de polimerização é cerca de 3% e o índice de desgaste é de aproximadamente 1µm ao ano ¹.

Porém, ao mesmo tempo em que o alto índice de conversão das resinas compostas processadas em laboratório pode conferir inúmeras vantagens com relação às propriedades físicas e mecânicas, também pode limitar a adesão de uma resina composta direta sobre a sua superfície¹⁰⁹. Esta situação está associada a procedimentos de cimentação e reparos de pequenas falhas ou fraturas em restaurações realizadas com esses materiais.

Existe uma grande variedade de resultados na literatura a respeito da adesão entre resinas compostas. Os resultados têm se mostrado conflitantes, principalmente devido à interação de diversos fatores^{32,99}. Dentre estes estão o tipo da superfície polimerizada (na presença de ar ou com emprego de matriz)^{14,109}, o método de polimerização⁹⁹, o tempo decorrido entre a polimerização do substrato e a adesão de outro incremento^{13,14,35,36,109}, o tratamento da superfície^{13,14,23,32,36,37,90,99,109}, o emprego de um agente de união^{13,14,23,32,36,99}, e ainda a composição da resina composta^{13,22,35,36,78,109}. De acordo com alguns autores^{23,79,96,108}, os fatores que mais influenciam a resistência adesiva dos reparos em resinas compostas são o tipo de tratamento prévio, o tipo das partículas de carga e as forças incidentes sobre a área reparada. A resistência adesiva dos reparos também é dependente da quantidade de ligações duplas de carbono não convertidas na superfície, fato que pode ser atribuído tanto a um baixo índice de conversão, quanto a uma alta concentração de matriz orgânica no compósito⁸⁴. No caso das resinas compostas laboratoriais, ambas as situações se encontram limitadas, uma vez que a pós-polimerização aumenta o índice de conversão e a porcentagem de matriz orgânica encontrada nesses materiais é relativamente baixa.

As duas resinas compostas laboratoriais utilizadas neste estudo apresentam composições químicas semelhantes. Ambas são compósitos híbridos¹⁰⁴, possuindo matriz orgânica de Bis-GMA e uretano dimetacrilato além de partículas vítreas similares, compostas de oxigênio, alumínio, sílica e bário, com tamanhos que variam de 0,03 a 1 μ m e 76% a 78% em peso⁶⁷. Porém, diferenças significantes têm sido relatadas com relação ao desgaste e dureza destes materiais. No estudo realizado por MANDIKOS et al.⁶⁷, a resina composta Targis demonstrou propriedades mecânicas inferiores aos demais compósitos laboratoriais testados. Os

valores de dureza Vickers encontrados foram de 75 kg/mm² para belleGlass HP, 88,8 kg/mm² para Sculpture e 40,5 kg/mm² para Targis⁶⁷. No mesmo estudo, Targis revelou um índice de desgaste de 102µm, significativamente maior do que os 47µm da resina composta direta Heliomolar e do que os compósitos indiretos Artglass, belleGlass HP, Sculpture e Concept, que não superaram índices de 33µm. Os autores sugeriram que estas diferenças podem ser resultantes de componentes da matriz polimérica ou do método de polimerização, e não devido à composição e tamanho das partículas de carga contidas nos materiais⁶⁷.

O fator que mais diferencia o sistema belleGlass HP das demais resinas compostas processadas em laboratório é o seu método de pós-polimerização. Este material é polimerizado sob alta temperatura (135°C) e pressão (80 psi) em atmosfera de nitrogênio, motivo pelo qual apresenta um grau de conversão de 98,5%^{8,16,55,70,74}. De acordo com KNOBLOCH et al.⁵⁵ e LEINFELDER⁶¹, a polimerização na presença de nitrogênio provoca um aumento no grau de conversão, uma vez que a presença de bolhas de ar interfere na conversão de duplas ligações de grupamentos carbono⁷⁴. A temperatura elevada aumenta o grau de polimerização⁶¹, enquanto a alta pressão atmosférica promove uma diminuição de porosidades e impede a volatilização dos monômeros^{61,74}.

É importante salientar que o grau de conversão não indica o grau de polimerização do Bis-GMA em si, mas sim o índice de conversão das ligações alifáticas C=C nos grupamentos metil metacrilato em ligações C-C. Uma vez que o Bis-GMA apresenta dois grupamentos metil metacrilato na sua composição, pode-se assumir que a maior parte das suas moléculas estão em ligações cruzadas se o índice de conversão for maior do que 70%⁷⁶. Segundo PARK; LEE⁷⁶, o grau de

conversão em um compósito a base de Bis-GMA não excede 80% mesmo após uma polimerização adicional com calor. Se o grau de conversão de uma resina composta atinge 70% com a fotopolimerização, o seu aumento após a adição de calor deverá ser relativamente pequena ^{41,76}.

O grau de conversão é maior nas porções mais externas do que no interior do material depois da aplicação do calor, o que significa que o calor se dissipa a medida que penetra na resina composta ⁷⁶. Porém, métodos de polimerização que utilizam atmosfera de nitrogênio parecem eliminar a diferença no grau de conversão entre o interior e a superfície de espécimes de resinas compostas. Em um estudo realizado por FERRACANE; CONDON³⁹, os espécimes armazenados em uma água livre de oxigênio demonstraram um grau de conversão mais elevado, quando comparado aos espécimes armazenados em água normal. No mesmo estudo³⁹, foi analisada a influência da presença do oxigênio para explicar a redução no grau de conversão na superfície, quando comparado com a porção interna dos espécimes submetidos ao calor somente após 7 dias. De acordo com os autores³⁹, o efeito do oxigênio provocaria uma inibição da polimerização adicional pela desativação de radicais livres localizados na superfície. Portanto, submeter um compósito a uma polimerização com calor simultaneamente ou imediatamente após a aplicação da luz, produz um aumento significativo na conversão, tanto no interior quanto na superfície do espécime⁷⁵. Isto ocorre porque não há tempo para o oxigênio difundir e reagir além da superfície para inibir a polimerização. Assim, qualquer inibição estaria limitada à camada mais superficial, que seria removida após um simples polimento ⁷⁵.

Baseado neste princípio, o fabricante do sistema Targis sugere o uso de uma camada de gel de glicerina na superfície das restaurações, previamente à polimerização secundária. No presente estudo, este procedimento foi realizado visando à não formação da camada inibida pelo oxigênio na superfície dos espécimes. Nos espécimes de belleGlass HP este procedimento não é recomendado e a pós-polimerização é realizada em uma câmara sob alta temperatura e pressão, em atmosfera de nitrogênio.

Os resultados obtidos por LEWIS et al.⁶² com relação à importância da presença da camada inibida pelo oxigênio sobre a resistência de reparos discordam de outros estudos semelhantes encontrados na literatura. Neste estudo, a ausência da camada inibida obtida com a utilização de uma tira de poliéster resultou em resistência maior do que aquela de reparos realizados na presença de camada inibida pelo oxigênio⁶². Contrariamente, VANKERKHOVEN et al.¹⁰⁹, LLOYD; BAIGRIE; JEFFREY⁶⁴ e LI et al.⁶³ alegaram que a camada não polimerizada formada na superfície das resinas é composta de radicais metacrilato não reagidos após a polimerização, os quais seriam responsáveis pelo aumento da adesão entre a camada superficial e a resina de reparo por meio da formação de ligações covalentes, secundárias e/ou embricamento mecânico. Outros estudos^{14,37} que apontaram a camada inibida como fator de influência negativa na obtenção de uma adesão eficiente em reparos imediatos utilizaram compósitos quimicamente ativados. Estes autores^{14,37} justificaram seus resultados sugerindo que a camada inibida reduziu a resistência dos reparos devido a uma polimerização inadequada³⁷ e descontinuidade na interface¹⁴.

De acordo com BURTSCHER¹⁷, a maior parte das resinas compostas, contêm monômeros bifuncionais, os quais são capazes de reagir com quatro outros monômeros, formando uma cadeia polimérica e ligações cruzadas. À medida em que a polimerização se processa, a difusão dos radicais livres, as moléculas de dimetacrilato não reagidos e os grupamentos metacrilato disponíveis são reduzidos. Por outro lado, isto provoca uma porcentagem significativa de grupos metacrilato que não reagem¹⁷. De acordo com alguns estudos realizados na década de 80^{13,22,109}, a efetividade da pós-polimerização de resinas foto e quimicamente ativadas depende somente da quantidade de duplas ligações disponíveis. Porém, estudos como o de ELIADES; VOUGIOUKLAKIS; CAPUTO³⁸ revelaram que a polimerização de duplas ligações disponíveis através do calor é altamente reduzida 24 horas após a fotopolimerização inicial, ao contrário daquela realizada imediatamente. Este efeito não pode ser explicado pela redução das duplas ligações remanescentes, porque sua quantidade não é alterada durante um armazenamento de 24 horas a 37°C. A explicação dada pelos autores para este fenômeno foi a de que houve uma decomposição dos radicais livres gerados³⁸.

O conhecimento da estabilidade desses radicais em diferentes temperaturas é fundamental, uma vez que a maior parte das resinas compostas de uso indireto utiliza temperaturas elevadas para a sua polimerização secundária. BURTSCHER¹⁷ revelou que há uma relação logarítmica entre a média de vida dos radicais livres encontrados nas resinas polimerizadas e a temperatura. Em uma resina indireta comercial testada, o maior tempo de vida dos radicais foi encontrado a -23°C e o menor, a 93°C. O autor¹⁷ ressaltou que, em altos níveis de conversão, os radicais livres são aprisionados no interior da matriz polimérica e não ficam

expostos e que a polimerização de moléculas de dimetacrilato cessa a um grau de conversão de 60-80% em temperatura ambiente. Aumentando a temperatura, os radicais se tornam aptos a difundirem entre si ou em direção a um grupamento metacrilato nas proximidades¹⁷. Contudo, em baixas temperaturas, reações químicas adicionais são improváveis porque o movimento das moléculas, que resulta em colisões necessárias para que ocorra a reação, é altamente inibido³⁹. Segundo FERRACANE; CONDON³⁹, quando um compósito é submetido a uma temperatura acima da sua transição de vidro, por volta de 120°C, ocorre um aumento na mobilização das moléculas nas cadeias poliméricas, podendo, assim, desencadear uma reação química entre os radicais livres e outros radicais reativos. Porém, temperaturas muito elevadas (mais de 160°C) podem causar a deterioração do compósito, levando ao aparecimento de trincas e uma queda nos valores de módulo de elasticidade⁵².

Segundo WENDT¹¹², a temperatura ideal para a obtenção de ótimas propriedades físicas como resistência ao desgaste e dureza é de 125°C, onde podem acontecer interações entre o BIS-GMA da matriz e as partículas de carga¹¹². Isto sugere que uma pós-polimerização a altas temperaturas pode reduzir drasticamente a vida útil dos radicais livres, podendo também comprometer a adesão de cimentos resinosos ou outros compósitos, tornando o procedimento de reparo mais difícil^{84,104}.

O alto índice de conversão, resultante do emprego de calor e luz de alta intensidade durante a polimerização, promove uma melhora nas propriedades físicas e mecânicas dos compósitos^{1,39,41,76,107,111,112}. FERRACANE; CONDON³⁹ relataram um aumento de 3 a 18% no índice de conversão de resinas compostas submetidas

ao calor durante a polimerização. PARK; LEE⁷⁶ relataram índices de 4 a 19% e COOK; JOHANNSON²⁷, 10 a 20% de aumento. Estas diferenças podem ser causadas não somente pela diferença na composição do monômero e temperatura utilizada, como também pela sensibilidade da técnica aplicada na construção dos espécimes⁷⁶.

Dentre as propriedades mais afetadas pelo calor durante a polimerização estão a resistência ao desgaste ^{41,55,112}, a resistência à abrasão ⁹⁸, estabilidade de cor ^{6,98}, solubilidade em água ⁹⁸, dureza ^{6,38,39,80,98,112}, energia de fratura ^{27,39}, tração diametral ^{6,27} e resistência flexural ^{27,39}.

A literatura científica parece ser unânime no que se refere à melhora das propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas laboratoriais quando submetidas ao processamento sob alta temperatura, pressão, luz de alta intensidade e atmosfera de gás inerte. A pós-polimerização promove um aumento significativo do grau de conversão desses materiais, o que pode limitar a adesão de uma resina direta¹⁰⁹, como no caso dos reparos.

GREGORY et al.⁴⁵ alegaram que uma certa porcentagem de ligações de carbono não reagidas permanece disponível mesmo após os processos de polimerização secundária. Desta maneira, pelo menos algumas áreas de adesão estariam disponíveis para a formação de ligações químicas com a resina de reparo. Porém, em qual extensão este tipo de retenção contribuiria para a efetividade de um reparo, até hoje nenhum estudo científico foi capaz de elucidar completamente. Mesmo com as análises de espectrofotometria de alta definição, seria muito difícil

precisar se a quantidade de grupamentos metacrilatos livres seriam suficientes para garantir uma adesão estável e duradoura entre diferentes compósitos⁸⁴.

Os sistemas de resinas compostas laboratoriais testados no presente estudo, Targis e belleGlass HP, empregam equipamentos de pós-polimerização que atingem temperaturas de 95°C e 135°C, respectivamente. A menor temperatura utilizada no equipamento Targis Power poderia justificar a semelhança entre os valores de resistência encontrados nos reparos em Targis, independente do tipo de tratamento superficial realizado. Provavelmente, a temperatura de 95°C não foi suficiente para permitir uma alta conversão dos monômeros e a ligação entre grupamentos metacrilatos livres. Deste modo, nos espécimes confeccionados com a resina Targis, a ação do ácido fluorídrico pode ter sido tão efetiva quanto a promovida pelo jateamento com partículas de óxido de alumínio, resultando em valores semelhantes de resistência.

De acordo com o artigo publicado por BROSH et al.¹⁵, os três possíveis mecanismos existentes nos reparos são: formação de ligação química com a matriz resinosa, ligações químicas com as partículas inorgânicas expostas, e retenção micromecânica, causada pela penetração dos componentes dos monômeros nas porosidades produzidas na superfície. As ligações localizadas na matriz são menos prováveis, uma vez que se o material for contaminado, polido, polimerizado em laboratório, ou armazenado em água, a quantidade de grupos metacrilato disponíveis para reagirem na superfície é altamente reduzida^{54,91,109} e, conseqüentemente, a adesão a um novo compósito pode ser dificultada⁶⁶. VANKERCKHOVEN et al.¹⁰⁹ relataram que, após o polimento, a superfície das partículas expostas não é adequadamente molhada pela resina adicionada, e uma

reação química entre a matriz não polimerizada e estas partículas seria improvável. Além disso, os debrís depositados na superfície pelo polimento também podem afetar a adesão^{14,71}.

A obtenção de uma alta rugosidade de superfície é considerada por vários autores^{15,45,58,59,85,89,90,91,96,108} como um dos fatores de maior importância na efetividade dos reparos, devido ao aumento do embricamento micromecânico.

De acordo com SHAHDAD; KENNEDY⁸⁹, o abrasionamento da superfície aumenta significativamente a resistência dos reparos, independente do emprego de um agente de união. Esta conclusão está de acordo com os resultados da maioria dos estudos a respeito de reparos em resinas compostas^{23,29,91,96,108}. Porém, alguns autores^{36,37,78,82} apontam uma redução na resistência dos reparos após algum tipo de aumento na rugosidade da superfície a ser reparada. Estes resultados são geralmente atribuídos à exposição das partículas depois do abrasionamento, ocorrendo assim uma redução na área disponível para formação de ligações primárias na resina. Outras possibilidades apontadas para justificar essa redução na resistência dos reparos são a presença de resíduos na superfície e a inclusão de ar na interface, reduzindo a área disponível para adesão⁴⁶.

Vários estudos^{31,49,58,66,96,97,108} demonstraram que os melhores resultados de reparos em resinas híbridas e de micropartículas foram obtidos com o abrasionamento das superfícies através do jateamento com partículas de óxido de alumínio. Particularmente, as resinas híbridas parecem responder melhor ao jateamento do que as resinas de micropartículas. Em um estudo realizado com resina Herculite, a associação do jateamento com um sistema adesivo multifuncional

monocomponente resultou em resistência adesiva de reparo semelhante à resistência coesiva do material reparado ⁶⁶.

Um estudo realizado por LATTA; BARKMEIER⁶⁰ confirmou a alta resistência adesiva para compósitos indiretos jateados com óxido de alumínio e a baixa resistência adesiva para os tratados com fluoretos e ácido fluorídrico. Os autores relataram vantagens na utilização de um sistema adesivo associado ao jateamento para a cimentação de *inlays* em resina composta, baseado no resultado de 100% de falhas coesivas na resina e no possível aumento do molhamento da superfície jateada⁶⁰. Sugerem ainda que o jateamento com partículas de óxido de alumínio é capaz de produzir uma superfície mecanicamente retentiva nas resinas compostas híbridas indiretas, podendo produzir uma resistência adesiva semelhante àquela entre uma resina composta direta e o esmalte condicionado com ácido fosfórico⁶⁰.

Ao microscópio eletrônico de varredura, BOUSCHLICHER; COBB; VARGAS¹⁰ observaram que os compósitos Artglass, Targis e belleGlass HP apresentam superfícies rugosas antes mesmo do jateamento, devido em parte ao tamanho e irregularidade das partículas de carga. Após o jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 μ m, as superfícies dos mesmos materiais se apresentaram ainda mais rugosas, altamente irregulares e com poucas partículas aparentes na superfície¹⁰.

No presente estudo, o jateamento foi realizado com partículas de 50 μ m e pressão de 80 psi, para ambas as resinas de uso indireto. O tamanho das partículas e a pressão aplicada durante o jateamento com partículas de óxido de alumínio

parecem não exercer influência no padrão de rugosidade e na resistência adesiva dos reparos⁹. Em um estudo realizado por BOUSCHLICHER; REINHARDT; VARGAS⁹, várias técnicas de jateamento abrasivo foram avaliadas para a obtenção de microrretenções em reparos de resinas híbridas e de micropartículas. Não foram encontradas diferenças na resistência dos reparos e na morfologia superficial dos compósitos entre o jateamento com partículas de 50µm a 80 psi de pressão e com partículas de 27µm a 160 psi.

As resinas compostas de uso indireto podem ser condicionadas com ácido fosfórico ou fluorídrico para facilitar a remoção de resíduos na superfície e também promover embricamento micromecânico previamente à cimentação ou em procedimentos de reparo^{48,97}. Porém, os relatos científicos a respeito da efetividade dos ácidos aplicados sobre as resinas compostas são ainda bastante contraditórios. No estudo realizado por TATE; DeSCHEPPER; POWERS⁹⁹, as superfícies de uma resina híbrida tratadas com ácido fosfórico produziram resistência adesiva maior, quando comparadas às tratadas com ácido fluorídrico. De acordo com as observações microscópicas de alguns estudos^{60,97,99}, a utilização do ácido fluorídrico promove uma degradação da superfície do compósito pela remoção de partículas de vidro, deixando micro-cavidades na superfície. Vários estudos^{31,48,60,66,95,99} sugerem que o ácido fluorídrico ataca mais as resinas híbridas, por apresentarem partículas grandes e vítreas.

De acordo com SWIFT JR., LE VALLEY; BOYER⁹⁶ o efeito do ácido fluorídrico parece ser altamente influenciado por fatores associados às características do substrato, como o tamanho, a concentração e o tipo das partículas de carga encontradas nas resinas compostas a serem reparadas. Isto ocorre porque

o ácido fluorídrico atua através da dissolução das partículas vítreas da porção inorgânica das resinas compostas, deixando microcavidades ou poros, que permitem a retenção mecânica do agente adesivo na superfície condicionada⁹⁶. Porém, a aplicação deste ácido em concentrações próximas ou superiores a 10% e durante um minuto ou mais, pode se tornar muito agressivo⁶⁶. Este procedimento pode levar a uma dissolução exagerada e, conseqüentemente, determinar um padrão de condicionamento não apropriado para retenção. O mesmo estudo⁹⁶ demonstrou que a aplicação de curta duração do ácido fluorídrico a 9,6% pode ser capaz de dissolver as partículas de carga e ainda parte da matriz resinosa de diferentes compósitos.

HUMMEL et al.⁴⁸ afirmaram que a resistência adesiva medida em espécimes de compósitos tratados com ácido fluorídrico não foi significativamente diferente do tratamento com ácido fosfórico, provavelmente devido a dois fatores: o condicionamento das partículas de vidro não aumentou a resistência adesiva, ou o efeito do condicionamento foi mascarado pela degradação da matriz resinosa. Esta afirmação está de acordo com os resultados de LATA; BARKMEIER⁶⁰, os quais encontraram degradação da superfície de uma resina de uso indireto, com remoção das partículas de carga após a aplicação do ácido fluorídrico a 20%. Para IMAMURA et al.⁴⁹ os tratamentos envolvendo ácido fluorídrico resultaram em menor resistência adesiva de uma resina composta microhíbrida a um cimento resinoso. As fotomicrografias das superfícies tratadas com ácido fluorídrico a 9,6% mostraram dissolução das partículas maiores, deixando áreas aparentemente retentivas. Contudo, segundo os autores⁴⁹, a matriz remanescente que circundava estas partículas pode ter se tornado um substrato desfavorável para a adesão do cimento resinoso, resultando em baixa resistência adesiva.

Os resultados encontrados na literatura a respeito do uso do ácido fluorídrico no tratamento de resinas compostas são desencorajadores e muito imprevisíveis. De acordo com BROSH ¹⁵, SWIFT JR., LE VALLEY; BOYER ⁹⁶ e LUCENA; GONZALEZ; NAVAJAS ⁶⁶, o ácido fluorídrico não deveria ser recomendado para o uso rotineiro em reparos, especialmente quando a composição da resina a ser reparada for desconhecida.

No presente trabalho, houve uma diferença significativa entre os valores de resistência encontrados nos reparos dos espécimes fabricados com o compósito belleGlass HP. O emprego de jateamento com partículas de óxido de alumínio aumentou a resistência dos reparos, quando comparados aos submetidos ao condicionamento com ácido fluorídrico, seguido ou não de neutralização. Contudo, o mesmo fato não ocorreu com a resina composta Targis, onde não houve diferença estatística entre os reparos realizados com jateamento e condicionamento com ácido fluorídrico, seguido ou não de neutralização com hidróxido de sódio. As duas resinas de uso indireto testadas neste estudo apresentam composições químicas semelhantes, diferindo levemente quanto ao tamanho médio das partículas, sendo as do sistema Targis maiores do que as do sistema belleGlass HP.

Nos experimentos realizados no presente estudo, o ácido fluorídrico utilizado foi de baixa concentração e aplicado por um tempo reduzido. Os espécimes de belleGlass HP condicionados com ácido apresentaram uma redução na resistência adesiva com relação aos submetidos ao mesmo tratamento seguido de neutralização. Este resultado parece sugerir que o silano empregado nos espécimes de belleGlass HP não teve sua ação favorecida pela acidez da superfície, provavelmente devido ao solvente utilizado em sua composição.

A silanização da superfície das resinas compostas laboratoriais para o aprimoramento dos procedimentos de reparo e cimentação é um procedimento recomendado pelos fabricantes de ambos os compósitos utilizados neste estudo. E, por este motivo, a silanização dos espécimes foi realizada com os agentes dos mesmos fabricantes das resinas compostas e empregados de acordo com as suas recomendações.

Quimicamente, os silanos são considerados agentes bi-funcionais, ou seja, têm a capacidade de unir duas moléculas diferentes. Os silanos têm uma estrutura $R'-Si(OR)_3$, onde R é um grupo *alkyl*, como por exemplo CH_3 , e R' é um grupo funcional orgânico⁹. O grupamento $Si(OR)$ é hidrolizado formando um silanol ($SiOH$), que por sua vez se liga aos silanóis encontrados na superfícies das partículas de carga, formando uma ligação siloxano ($Si-O-Si$). Esta ligação ocorre através da condensação dos grupamentos silanol com grupamentos similares nas superfícies de partículas de vidro ou sílica. Ao mesmo tempo, os grupos metacrilato encontrados no composto orgânico funcional (R') formam ligações covalentes com os dimetacrilatos usados nos agentes adesivos e nas resinas compostas durante a polimerização, completando o processo de silanização⁹.

Deste modo, quando utilizados em reparos em resinas compostas, os agentes silanizadores proporcionam uma ligação química entre as partículas de carga da resina polimerizada e a matriz orgânica da resina recém adicionada.

De acordo com MATSUMURA; HISAMATSU; ATSUTA⁶⁸ e LATTA; BARKMEIER⁶⁰, o efeito do silano pode ser gerado tanto por ligação com as

partículas como por molhamento da matriz resinosa, já que são soluções a base de solventes fortes como o etanol ⁵¹.

SÖDERHOLM ⁹⁰ argumentou que um agente de união somente não é capaz de reagir quimicamente sem a adição de um agente de ligação anfótero. Portanto, a única possibilidade de união química com a resina composta polimerizada e armazenada seria através da aplicação de um silano.

De acordo com os estudos de YOSHIDA et al. ¹¹³ e SWIFT et al. ⁹⁷, o uso de silano aumenta a resistência adesiva entre um agente de cimentação resinoso e uma resina composta indireta. YOSHIDA et al. ¹¹³ afirmam que o uso de um silano é crucial para a obtenção de uma adesão duradoura entre o cimento resinoso e um compósito indireto, uma vez que mesmo após uma termociclagem de 5.000 ciclos, os espécimes silanizados apresentaram valores de resistência ao cisalhamento superiores aos dos espécimes tratados somente com um agente de união. Do mesmo modo, a aplicação de uma camada de silano pode ter sido responsável pelo aumento da resistência adesiva de reparos de prótese parciais em resinas compostas reforçadas com fibras no estudo realizado por ROSENTRITT et al. ⁸⁴. Para justificar os resultados obtidos, os autores ⁸⁴ sugeriram que houve uma condensação do silano nas fibras expostas favorecida pela aplicação do agente de molhamento, além da copolimerização dos grupamentos metacrilato provenientes do silano com a resina de reparo, o que resultou em um aumento da resistência adesiva, quando comparada com outros tratamentos.

Contudo, alguns estudos ^{9,29,32,95,99} não encontraram um aumento significativo na resistência adesiva de reparos quando um agente silano foi utilizado.

Nos experimentos de DeSCHEPPER;TATE; POWERS³² e TATE; DeSCHEPPER; POWERS⁹⁹ a silanização da superfície de resinas híbridas de uso indireto não exerceu efeito significativo sobre a resistência adesiva. Monômeros acrílico e dimetacrilato aplicados sobre as superfícies de resinas de uso indireto previamente à cimentação adesiva produziram melhores resultados de resistência devido à penetração e absorção pela matriz orgânica resinosa³².

Várias outras investigações laboratoriais^{4,15,88,91} não encontraram diferença em termos de resistência adesiva entre o uso de um agente silano e somente adesivo. Parte destes resultados pode ser justificada pela afirmação de SWIFT JÚNIOR et al.⁹⁷ de que o processo de silanização não se torna efetivo se não existirem partículas expostas presentes na superfície a ser tratada. Este fato pode ocorrer quando o preparo da superfície com diferentes instrumentos promove a deposição de detritos não removidos por condicionadores ou somente lavagem com água.

A efetividade da silanização depende também do tamanho e do tipo das partículas^{49,90}. BOUSCHLICHER; REINHARDT; VARGAS⁹ sugeriram que nas resinas híbridas, o silano tem se mostrado mais eficiente na otimização dos reparos do que nas resinas de micropartículas. Igualmente, IMAMURA et al.⁴⁹ reportaram que a aplicação de silano sobre uma resina de micropartículas de dióxido de silício, após jateamento com óxido de alumínio, não foi capaz de aumentar a resistência adesiva, quando comparada ao tratamento somente com jateamento. Já nos espécimes fabricados com uma resina microhíbrida, a efetividade do silano foi comprovada com um aumento significativo na resistência adesiva⁴⁹. A combinação de partículas de tamanhos diferentes nas resinas híbridas permite uma maior

densidade da fase inorgânica, resultando em menor quantidade de matriz exposta e maior área de atuação para o silano.

Os baixos valores encontrados com a silanização em espécimes de compósitos de micropartículas são atribuídos também à falta de partículas cerâmicas em suas composições³².

Segundo BROSH et al.¹⁵, os resultados inconsistentes proporcionados pela utilização dos agentes silanizadores para aumentar a resistência de união entre uma resina polimerizada e outra recém adicionada podem sugerir que o embricamento micromecânico seja realmente o fator primordial na resistência dos reparos, tornando a utilização dos silanos desnecessária para tais procedimentos. Porém, de acordo com BOUSCHLICHER; REINHARDT; VARGAS⁹, se o clínico não tiver conhecimento da natureza da resina composta a ser reparada, seria mais prudente utilizar a silanização.

A efetividade dos reparos em resinas compostas parece também estar relacionada ao sistema adesivo utilizado posteriormente ao tratamento mecânico ou químico da superfície. Os agentes adesivos são geralmente compostos de Bis-GMA, mas também podem conter uretano dimetacrilato (UDMA) e hidroxietilmetacrilato (HEMA), o que lhes conferem características de um agente de molhamento. Com a sua aplicação, o molhamento da superfície a ser reparada aumenta devido à penetração da resina em porosidades e irregularidades microscópicas¹⁰. No estudo realizado por LUCENA; GONZALEZ; NAVAJAS⁶⁶, um sistema monocomponente, ou seja, composto de primer e agente de união no mesmo frasco, resultou em maiores valores de resistência adesiva do que um adesivo composto de resina sem carga,

independente do tipo de tratamento prévio. Com base nestes resultados, foi sugerido pelos autores⁶⁶ que a baixa viscosidade do adesivo monocomponente aumentou o molhamento da superfície tratada, levando a uma maior penetração na fase orgânica do substrato.

A aplicação de agentes de união ou sistemas adesivos em reparos parece provocar um aumento significativo na resistência adesiva dos reparos^{4,13,22,23,33,35,36,71,72,78,79,88,89,90,108}. Segundo SHAHDAD; KENNEDY⁸⁹, este aumento pode ocorrer mesmo em superfícies não abrasionadas. Um agente de união à base de Bis-GMA somente ou combinado com a aplicação de um silano tem demonstrado ser um excelente procedimento para aumentar a resistência adesiva de reparos e cimentações em resinas compostas indiretas tratadas com jateamento de partículas de óxido de alumínio^{10,13,91,111,112}. A associação entre o abrasionamento da superfície e a aplicação de um agente de união resinoso tem demonstrado grandes benefícios no aumento da resistência adesiva de reparos, provavelmente devido à capacidade de penetração dos monômeros resinosos na superfície da matriz orgânica através do embricamento mecânico obtido na superfície⁹¹.

KALLIO, LASTUMÄKI; VALLITTU⁵³ concluíram que o emprego de agentes intermediários a base de dimetacrilatos não é necessário quando o reparo for realizado em resinas compostas de baixa viscosidade, como por exemplo o Sistema Synfony. No mesmo trabalho⁵³, a resina composta de uso indireto Targis, quando reparada com Targis Wetting Agent e Targis Dentin, apresentou um aumento significativo na resistência adesiva, o mesmo acontecendo com o Sistema Sculpture. A resistência adesiva nestes casos só foi reduzida quando os espécimes foram submetidos à termociclagem⁵³.

Deste modo, para a obtenção de ligações químicas estáveis e duradouras, a resina composta utilizada para o reparo deveria ter uma alta porcentagem de matriz orgânica e uma baixa viscosidade, aumentando assim a sua capacidade de molhamento^{84,85}. Baseado neste princípio, as resinas compostas de uso indireto belleGlass HP e Targis, testadas neste estudo, foram reparadas com resinas compostas diretas com diferentes viscosidades. Os resultados obtidos não revelaram diferenças estatisticamente significantes entre os reparos com resinas híbridas convencionais e as do tipo *flow*. Portanto, o tipo e a composição química das resinas de reparo não exerceram influência sobre a resistência dos reparos no presente estudo. É provável que a utilização de silano e agente adesivo previamente tenha proporcionado molhamento e área de contato suficientes para a efetividade dos reparos.

Os estudos laboratoriais a respeito da resistência adesiva de reparos em resinas compostas demonstram variações de 20% a 80% da resistência coesiva dos materiais não reparados^{4,13,14,22,54,64,79,108,109}. Valores de resistência adesiva de reparos superiores a 18MPa foram relatados na literatura como clinicamente aceitáveis^{79,108}. Porém, outros estudos^{49,58}, utilizando jateamento com partículas de óxido de alumínio e agente adesivo, demonstraram resultados na ordem de 20 a 25 MPa.

Nesta pesquisa, o maior valor de resistência para a resina composta Targis foi 34,97 MPa, resultante do tratamento com ácido fluorídrico seguido de imersão em hidróxido de sódio e reparo com Tetric Flow. Enquanto o menor valor de resistência para o mesmo substrato foi 27,77 MPa, resultado da associação entre tratamento com ácido fluorídrico e reparo com Tetric Flow. Para o sistema belleGlass HP, o maior valor de resistência foi 33,66 MPa, atribuído ao tratamento com

jateamento com óxido de alumínio e reparo com resina composta Herculite XRV. O menor índice de resistência para o mesmo material foi 19,49 MPa, resultante do condicionamento com ácido fluorídrico e reparo com Herculite XRV. Cabe salientar que os valores obtidos em um estudo não podem ser diretamente relacionados a outros, a não ser que a dimensão do espécime e o tipo de teste sejam rigorosamente iguais.

O teste de resistência realizado no presente estudo foi selecionado com base em experimentos anteriores^{10,32}. BOUSCHLICHER; COBB; VARGAS¹⁰ relataram que a resistência de um compósito às forças de tração influenciam a sua resistência a outros tipos de forças. Altos valores de resistência adesiva, geralmente associados a falhas coesivas, parecem estar relacionados a uma alta incidência de forças de tração gerados dentro da massa da resina composta na base¹⁰. Em um teste de cisalhamento, fraturas coesivas também podem ocorrer, mas como consequência da distribuição não uniforme das forças existentes e também da possível torção gerada no momento do teste¹⁰.

O fato de um teste de resistência em um espécime resultar em fratura do substrato, ou seja, fratura coesiva do material reparado, pode indicar que o protocolo realizado é apropriado para suportar os esforços oclusais, desde que o material selecionado seja adequado para a devida aplicação clínica¹⁰.

A análise dos padrões de fratura neste estudo apontou um alto índice de falhas adesivas nos espécimes onde o material reparado foi Targis, apresentando de 90% a 100% de falhas adesivas. Já os espécimes de belleGlass HP apresentaram 100% de falhas adesivas somente quando tratados com ácido fluorídrico. Este fato revela uma correlação entre a baixa resistência adesiva

proporcionada por este tipo de tratamento e o alto índice de falhas adesivas encontradas. Ainda no sistema belleGlass HP, todos os espécimes jateados e reparados com a resina Revolution apresentaram falhas coesivas na resina de reparo, o que sugere uma superioridade da resistência obtida com o abrasionamento da superfície sobre a resistência coesiva da resina composta de baixa viscosidade Revolution.

Ambas as resinas compostas de uso indireto utilizadas neste estudo apresentam partículas cerâmicas e em concentrações semelhantes. Porém, as diferenças nos resultados parecem estar relacionadas à efetividade dos tratamentos de superfície empregados. Devido ao alto índice de conversão e, conseqüentemente, um aumento da dureza superficial atribuídos ao Sistema belleGlass HP, provavelmente a ação química do ácido fluorídrico não foi capaz de expor uma quantidade suficiente de partículas para a ação efetiva do silano na superfície a ser reparada. O mesmo não acontecendo com o Sistema Targis, onde a menor temperatura de polimerização e a presença de oxigênio durante a pós-polimerização podem ter resultado em menores índices de conversão e uma superfície mais propícia para a ação do ácido fluorídrico.

De um modo geral, o grande predomínio de falhas adesivas encontradas neste estudo e as diferenças entre os reparos de diferentes materiais revelam que os reparos em resinas compostas de uso indireto é um procedimento que apresenta limitações e, portanto, deve ser corretamente planejado e executado seguindo um protocolo comprovado cientificamente. Com base nos diversos estudos laboratoriais encontrados na literatura, pode-se concluir que não existe um procedimento único e realmente eficiente que possa ser indicado para o reparo dos diversos tipos de resinas compostas laboratoriais encontradas atualmente no mercado.

7 – CONCLUSÕES

7 – CONCLUSÕES

De posse da análise estatística dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível concluir que:

- os espécimes fabricados com a resina composta de uso indireto Targis apresentaram valores de resistência à tração semelhantes, independente do tratamento de superfície ou da viscosidade das resinas compostas diretas utilizadas no reparo;
- os espécimes fabricados com a resina composta de uso indireto belleGlass HP apresentaram diferenças nos valores de resistência à tração devido ao efeito dos diferentes tratamentos de superfície, independente da viscosidade das resinas compostas diretas utilizados no reparo;
- dentre os tratamentos de superfície testados, o jateamento com partículas de óxido de alumínio se mostrou superior ao condicionamento com ácido fluorídrico e o mesmo seguido de neutralização com hidróxido de sódio, somente para os espécimes em belleGlass HP;
- a viscosidade das resinas compostas diretas não exerceram influência sobre a resistência dos reparos realizados em ambas as resinas compostas de uso indireto;

- a acidez na superfície dos espécimes não afetou a resistência dos reparos realizados sobre a resina composta de uso indireto Targis, mas influenciou os resultados na resina composta belleGlass HP;
- o tipo de fratura predominante nos espécimes de ambas as resinas compostas de uso indireto foi do tipo adesiva.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1 - Materiais utilizados no estudo, fabricantes, números de lotes e datas de validade.

MATERIAL	FABRICANTE	Nº DE LOTE	DATA DE VAL.
Targis Dentin 210	Ivoclar North America	A04178	2002-03
Targis Wetting Agent	Ivoclar North America	A19849	2001-06
Targis Modeling Resin	Ivoclar North America	A14217	2001-06
Tetric Ceram Cavifil 140 A2	Vivadent	A25493	2002-12
Tetric Flow Cavifil140 A2	Vivadent	A25497	2002-12
belleGlass HP Trans Dentin A2	belle de St. Claire Kerr	901A01	2002/01
Silane Primer	Kerr	902358	2002/02
Modeling Resin	Kerr	902365	2002/02
Herculite XRV Enamel A2	Kerr	902242	2002/01
Revolution Flowable LC A2	Kerr	903000	2000/12
Choice Porcelain Etching Gel	Bisco	069046	06/04/00

Anexo 2 - Amostragem Estratificada com Distribuição Ótima de Neyman, utilizando as médias e desvios-padrão de cada grupo. Os valores em destaque determinam que a amostragem utilizada no estudo se encontra adequada para um nível de confiança de 95%.

GRUPO	MEDIA	DESVIO	OBS	ERRO (%)	P=90	P=95	P=99
1	30.5300	7.7657	10	3	4.8	6.1	7.7
				5	2.3	3.2	4.7
				8	1.0	1.5	2.4
				10	.7	1.0	1.6
2	31.3750	6.3379	10	3	3.9	5.0	6.3
				5	1.9	2.7	3.8
				8	.8	1.2	2.0
				10	.5	0.8	1.3
3	28.1530	9.8077	10	3	6.1	7.7	9.8
				5	2.9	4.1	5.9
				8	1.3	1.9	3.0
				10	.8	1.3	2.1
4	27.7750	7.3418	10	3	4.5	5.8	7.3
				5	2.2	3.1	4.4
				8	1.0	1.4	2.3
				10	.6	1.0	1.6
5	31.3190	8.4574	10	3	5.2	6.7	8.4
				5	2.5	3.5	5.1
				8	1.1	1.6	2.6
				10	.7	1.1	1.8
6	34.9770	8.6200	10	3	5.3	6.8	8.6
				5	2.6	3.6	5.2
				8	1.1	1.7	2.7
				10	.7	1.1	1.8
7	33.6610	4.6257	10	3	2.9	3.7	4.6
				5	1.4	1.9	2.8
				8	.6	.9	1.4
				10	.4	0.6	1.0
8	32.8590	4.2082	10	3	2.6	3.3	4.2
				5	1.2	1.8	2.5
				8	.6	.8	1.3
				10	.4	0.5	.9
9	19.4880	5.6367	10	3	3.5	4.4	5.6
				5	1.7	2.4	3.4
				8	.7	1.1	1.7
				10	.5	0.7	1.2
10	19.5870	6.8131	10	3	4.2	5.4	6.8
				5	2.0	2.9	4.1
				8	.9	1.3	2.1
				10	.6	0.9	1.4
11	25.5440	6.2927	10	3	3.9	5.0	6.3
				5	1.9	2.6	3.8
				8	.8	1.2	1.9
				10	.5	0.8	1.3
12	24.4080	6.1579	10	3	3.8	4.9	6.1
				5	1.8	2.6	3.7
				8	.8	1.2	1.9
				10	.5	.8	1.3

Anexo 3 - Estatísticas Descritivas com quebras para cada grupo de tratamento de G1 a G12.

Y	- QUEBRANDO POR TRATAMENTO	G1
NUMERO DE OBSERVACOES	.	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	.	305.300000
SOMA DE QUADRADOS	.	9863.562000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	.	542.753300
MEDIA GERAL	.	30.530000
PROBABILIDADE MEDIA = 0	.	.000000
VARIANCIA	.	60.305920
DESVIO PADRAO	.	7.765688
ERRO PADRAO	.	2.455726
COEFICIENTE DE VARIACAO	.	25.436250
MAXIMO	.	47.920000
MINIMO	.	24.300000
AMPLITUDE	.	23.620000
ASSIMETRIA	.	1.243346
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0	.	.207567
CURTOSE	.	2.958464
PROBABILIDADE CURTOSE = 3	.	.478508
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	.	5.549942

Y	- QUEBRANDO POR TRATAMENTO	G2
NUMERO DE OBSERVACOES	.	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	.	313.750000
SOMA DE QUADRADOS	.	10205.430000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	.	361.522500
MEDIA GERAL	.	31.375000
PROBABILIDADE MEDIA = 0	.	.000000
VARIANCIA	.	40.169160
DESVIO PADRAO	.	6.337914
ERRO PADRAO	.	2.004225
COEFICIENTE DE VARIACAO	.	20.200520
MAXIMO	.	40.180000
MINIMO	.	20.870000
AMPLITUDE	.	19.310000
ASSIMETRIA	.	-.293347
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0	.	.422378
CURTOSE	.	1.538758
PROBABILIDADE CURTOSE = 3	.	.041506
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	.	4.529547

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G3

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	281.530000
SOMA DE QUADRADOS	8791.633000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	865.720500
MEDIA GERAL	28.153000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000004
VARIANCIA	96.191170
DESVIO PADRAO	9.807710
ERRO PADRAO	3.101470
COEFICIENTE DE VARIACAO	34.837180
MAXIMO	43.730000
MINIMO	15.430000
AMPLITUDE	28.300000
ASSIMETRIA . . . . .	.259675
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.431177
CURTOSE	1.550748
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.042585
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	7.009323

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G4

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	277.750000
SOMA DE QUADRADOS	8199.618000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	485.111900
MEDIA GERAL	27.775000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000000
VARIANCIA	53.901330
DESVIO PADRAO	7.341752
ERRO PADRAO	2.321666
COEFICIENTE DE VARIACAO	26.432950
MAXIMO	44.210000
MINIMO	17.350000
AMPLITUDE	26.860000
ASSIMETRIA . . . . .	.822401
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.292931
CURTOSE	2.992522
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.500000
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	5.246964

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G5

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	313.190000
SOMA DE QUADRADOS	10452.550000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	643.752000
MEDIA GERAL	31.319000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000000
VARIANCIA	71.528010
DESVIO PADRAO	8.457423
ERRO PADRAO	2.674472
COEFICIENTE DE VARIACAO	27.004130
MAXIMO	42.760000
MINIMO	20.610000
AMPLITUDE	22.150000
ASSIMETRIA . . . . .	.097042
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.474150
CURTOSE	1.164988
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.018428
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	6.044307

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G6

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	349.770000
SOMA DE QUADRADOS	12902.640000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	668.735100
MEDIA GERAL	34.977000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000000
VARIANCIA	74.303900
DESVIO PADRAO	8.619971
ERRO PADRAO	2.725874
COEFICIENTE DE VARIACAO	24.644690
MAXIMO	52.770000
MINIMO	21.980000
AMPLITUDE	30.790000
ASSIMETRIA . . . . .	.382064
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.399425
CURTOSE	2.587686
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.297809
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	6.160476

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G7

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	336.610000
SOMA DE QUADRADOS	11523.200000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	192.573000
MEDIA GERAL	33.661000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000000
VARIANCIA	21.396990
DESVIO PADRAO	4.625689
ERRO PADRAO	1.462771
COEFICIENTE DE VARIACAO	13.741980
MAXIMO	40.340000
MINIMO	24.530000
AMPLITUDE	15.810000
ASSIMETRIA	-.384412
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.398823
CURTOSE	2.218826
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.162234
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	3.305863

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G8

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	328.590000
SOMA DE QUADRADOS	10956.520000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	159.382900
MEDIA GERAL	32.859000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000000
VARIANCIA	17.709210
DESVIO PADRAO	4.208231
ERRO PADRAO	1.330760
COEFICIENTE DE VARIACAO	12.806940
MAXIMO	39.710000
MINIMO	24.630000
AMPLITUDE	15.080000
ASSIMETRIA	-.336626
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.411136
CURTOSE	2.290862
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.184386
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	3.007517

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G9

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	194.880000
SOMA DE QUADRADOS	4083.771000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	285.948900
MEDIA GERAL	19.488000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000001
VARIANCIA	31.772100
DESVIO PADRAO	5.636674
ERRO PADRAO	1.782473
COEFICIENTE DE VARIACAO	28.923820
MAXIMO	30.790000
MINIMO	10.140000
AMPLITUDE	20.650000
ASSIMETRIA . . . . .	.372838
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.401795
CURTOSE	2.505926
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.263131
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	4.028389

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G10

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	195.870000
SOMA DE QUADRADOS	4254.271000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	417.764900
MEDIA GERAL	19.587000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000004
VARIANCIA	46.418320
DESVIO PADRAO	6.813099
ERRO PADRAO	2.154491
COEFICIENTE DE VARIACAO	34.783780
MAXIMO	34.710000
MINIMO	11.000000
AMPLITUDE	23.710000
ASSIMETRIA . . . . .	.781865
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.302086
CURTOSE	2.816645
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.406110
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	4.869150

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G11

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	255.440000
SOMA DE QUADRADOS	6881.342000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	356.382300
MEDIA GERAL	25.544000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000000
VARIANCIA	39.598030
DESVIO PADRAO	6.292697
ERRO PADRAO	1.989926
COEFICIENTE DE VARIACAO	24.634740
MAXIMO	36.270000
MINIMO	13.910000
AMPLITUDE	22.360000
ASSIMETRIA	-.215638
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.442744
CURTOSE	2.187271
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.153194
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	4.497231

Y - QUEBRANDO POR TRATAMENTO G12

NUMERO DE OBSERVACOES	10
SOMA DE TODOS OS DADOS	244.080000
SOMA DE QUADRADOS	6298.788000
SOMA DE QUADRADOS CORRIGIDA.	341.282600
MEDIA GERAL	24.408000
PROBABILIDADE MEDIA = 0 . . . . .	.000000
VARIANCIA	37.920290
DESVIO PADRAO	6.157946
ERRO PADRAO	1.947313
COEFICIENTE DE VARIACAO	25.229210
MAXIMO	34.680000
MINIMO	16.470000
AMPLITUDE	18.210000
ASSIMETRIA . . . . .	.259418
PROBABILIDADE ASSIMETRIA = 0 . . . . .	.431244
CURTOSE	1.597230
PROBABILIDADE CURTOSE = 3 . . . . .	.047026
INTERVALO DE CONFIANCA P(0.05)	4.400928

Anexo 4 - Resultados dos Testes de Homogeneidade de Variância de Cochran e Bartlett para os grupos de Targis.

VARIAVEL	COCHRAN	BARTLETT	G.L	p
Resistência	0,242662	1,895425	5	0,863413

Anexo 5 - Resultados dos Testes de Homogeneidade de Variância de Cochran e Bartlett para os grupos de belleGlass HP.

VARIAVEL	COCHRAN	BARTLETT	G.L	p
Resistência	0,238269	2,880253	5	0,718440

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBERS, H.F. Indirect composites. **Adept Report**, v.6, n.1, p.1-9, Summer 1998.
2. ARIETA, M.L. **Avaliação da resistência de união de reparos realizados com resinas compostas**. Bauru, 1989. 93p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
3. ARITA, K. et al. Thermal influencing of the bond strength of repaired composites. **J. dent. Res.**, v.70, p.392, 1991. Special issue. /Abstract n.1010/
4. AZARBAL, P.; BOYER, D.B.; CHAN, K.C. The effect of bonding agents on interfacial bond strength of repaired composites. **Dent. Mat.**, v.2, n.4, p.153-5, July 1986.
5. BAGIS, Y.H.; RUEGGERBERG, F.A. The effect of post-cure heating on residual, unreacted monomer in a commercial resin composite. **Dent. Mat.**, v.16, n.4, p.244-7, July 2000.
6. BAUSCH, J.R. de; LANGE, C.; DAVIDSON, C.L. The influence of temperature on some physical properties of dental composites. **J. oral Rehab.**, v.8, n.4, p.309-17, July 1981.
7. BAYNE, S. C. et al. A characterization of first-generation flowable composites. **J. Amer. dent. Ass.**, v.129, n.5, p.567-77, May 1998.

8. BELLEGLASS, H.P. **Instruction manual**. Belle de St. Claire, Kerr Co., s.d.
9. BOUSCHLICHER, M.R.; COBB, D.S.; VARGAS, M.A. Effect of two abrasive systems on resin bonding to laboratory-processed indirect resin composite restorations. **J. Esthet. Dent.**, v.11, n.4, p.185-96, Dec. 1999.
10. BOUSCHLICHER, M.R.; REINHARDT, J.W.; VARGAS, M.A. Surface treatment techniques for resin composite repair. **Amer. J. Dent.**, v.10, n.6, p.279-83, Dec. 1997.
11. BOWEN, R.L. **Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate**. U.S. Patent no. 3,066, 112, Nov. 1962.
12. BOWEN, R.L.; REED, L.E. Semiporous reinforcing fillers for composite resins: II. Heat treatments and etching characteristics. **J. dent. Res.**, v.55, n.5, p.748-56, Sept./Oct. 1976.
13. 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.
14. 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.
15. 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.

16. BRUCIA, J.J. Materials and techniques for achieving clinical excellence with indirect composite restorations. **Dent. Clin. North Amer.**, v.45, n.1, p.71-81, Jan. 2001.
17. BURTSCHER, P. Stability of radicals in cured composite materials. **Dent. Mat.**, v.9, n.4, p.218-21, July 1993.
18. CARNEIRO, C.T.P. et al. Influência do reparo na resistência à ruptura, por tração, de resinas compostas. **Estomat. & Cult.**, v.11, n.1, p.1-12, jan./jun. 1977.
19. CAUSTON, B.E. Repair of abraded composite fillings. **Brit. dent. J.**, v.139, n.7, p.286-8, Oct. 1975.
20. CHALIFOUX, P.R. Treatment considerations for posterior laboratory-fabricated composite resin restorations. **Pract. Periodont. Aesthet. dent.**, v.10, n.8, p.969-78, Aug. 1998.
21. CHALKLEY, Y.; CHAN, D.C. Microleakage between light-cured composites and repairs. **J. prosth. Dent.**, v.56, n.4, p.441-4, Oct. 1986.
22. CHAN, K.C.; BOYER, D.B. Repair of conventional and microfilled composite resins. **J. prosth. Dent.**, v.50, n.3, p.345-50, Sept. 1983.
23. CHIBA, K.; HOSODA, H.; FUSAYAMA, T. The addition of an adhesive composite resin to the same material: Bond strength and clinical techniques. **J. prosth. Dent.**, v.61, n.6, p.669-75, June 1989.

24. CHIN, Y.H.; TYAS, M.J.; GOLDMAN, M. the bond strength of incrementally placed composite resins. **Aust. dent. J.**, v.32, n.4, p.247-51, Apr. 1987.
25. CONDON, J.R.; FERRACANE, J.L. *In vitro* wear of composite with varied cure, filler level, and filler treatment. **J. dent. Res.**, v.76, n.7, p.1405-11, July 1997.
26. CONSANI, S.; STOLF, W.L.; RUHNKE, L.A. Resistência à tração da resina composta com emenda. **Rev. Ass. paul. cirurg. Dent.**, v.31, n.6, p.396-401, nov./dez. 1977.
27. COOK, W.D.; JOHANNSON, M. The influence of post-curing on the fracture properties of photo-cured dimetacrylate based dental composite resin. **J. Biomed. Mater. Res.**, v.21, n.8, p.979-89, Aug. 1987.
28. COROAS de polímero com carga : relatórios de atualização de 1 e 2 anos. **CRA News**, v.7, n.12, p.1-3, dez. 1998.
29. CRUMPLER, D.C. et al. Bonding to resurfaced posterior composites. **Dent. Mat.**, v.5, n.6, p.417-24, Nov. 1989.
30. DAVIES, B.R. et al. Strength of secondary-cured resin composite inlay repairs. **Quintessence Int.**, v.28, n.6, p.415-9, June 1997.
31. DENEHY, G.; BOUSCHLICHER, M.; VARGAS, M. Intraoral repair of cosmetic restorations. **Dent. Clin. North Amer.**, v.42, n.4, p.719-37, Oct. 1998.

32. DESCHEPPER, E.J.; TATE, W.H.; POWERS, J.M. Bond strength of resin cements to microfilled composites. **Amer. J. dent.**, v.6, n.5, p.235-8, Oct. 1993.
33. DHURU, V.B.; LLOYD, C.H. The fracture toughness of repaired composite. **J. oral Rehab.**, v.12, n.5, p.413-21, Sept. 1985.
34. DRUMMOND, J.L. et al. Fracture properties of aged and post-processed dental composites. **Eur. J. Oral Sci.**, v.106, n.2, p.661-6, Apr. 1998.
35. ELI, I. et al. Sequentially light-cured composites: strength of bond between layers. **J. prosth. Dent.**, v.56, n.2, p.158-61, Aug. 1986.
36. ELI, I. et al. Bond strengths of joined posterior light-cured composites: comparison of surface treatments. **J. prosth. Dent.**, v. 60, n.2, p.185-9, Aug. 1988.
37. ELIADES, G.C.; CAPUTO, A.A. The strength of layering technique in visible light-cured composites. **J. prosth. Dent.**, v.61, n.1, p.31-8, Jan. 1989.
38. ELIADES, G.C.; VOUGIOUKLAKIS, G.J.; CAPUTO, A.A. Degree of double bond conversion in light-cured composites. **Dent. Mat.**, v.3, n.1, p.19-25, Jan. 1987.
39. FERRACANE, J.L.; CONDON, J.R. Post-cure heat treatments for composites: properties and fractography. **Dent. Mat.**, v.8, n.5, p.290-5, Sept. 1992.

- 40.FERRACANE, J.L.; MARKER, V.A. Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. **J. dent. Res.**, v.71, n.1, p.13-9, Jan. 1992.
- 41.FERRACANE, J.L. et al. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. **J. dent. Res.**, v.76, n.8, p.1508-16, Aug. 1997.
- 42.FORSTEN, L. Bond between subsequently added light activated composite resin and hardened material. **Scand. J. dent. Res.**, v.92, n.4, p.371-3, 1984.
- 43.FORSTEN, L.; VÄLIAHO, M. Transverse bond strength of restorative resins. **Acta odont. scand.**, v.29, n.5, p.527-37, Nov. 1971.
- 44.FUHRER, N. Restoring posterior teeth with a novel indirect composite resin system. **J. esthet. Dent.** v.9, n.3, p.124-30, 1997.
- 45.GREGORY, W.A; POUNDER, B.; BAKUS, E. Bond strengths of chemically dissimilar repaired composite resins. **J. prosth. Dent.**, v.64, n.6, p.664-8, Dec. 1990.
- 46.GREGORY, W.A . et al. Physical properties and repair bond strength of direct and indirect composite resins. **J. prosth. Dent.**, v.68, n.3, p.406-11, Sept. 1992.
- 47.HOLDER, R. et al. Bonding agent composition effects on posterior composite repair strengths. **J. dent. Res.**, v.70, p.392, 1991. Special issue. /Abstract n.1009/

48. HUMMEL, S.K. et al. Surface treatment of indirect resin composite surfaces before cementation. **J. prosth. Dent.**, v.77, n.6, p.568-72, June 1997.
49. IMAMURA, G.M. et al. Enhancement of resin bonding to heat-cured composite resin. **Oper. Dent.**, v.21, n.5, p.249-56, Nov./Dec. 1996.
50. INOUE, K.; HAYASHI, I. Residual monomer (Bis-GMA) of composite resins. **J. oral Rehab.**, v.9, n.6, p. 493-7, Nov. 1982.
51. IVOCLAR. **Technical Data Sheet.** May 1996.
52. JACOBSEN, P.H.; DARR, A.H. Static and dynamic moduli of composite restorative materials. **J. oral Rehab.**, v. 24, n.4, p.265-73, Apr. 1997.
53. KALLIO, T.T.; LASTUMÄKI, T.M.; VALLITTU, P.K. Bonding of restorative and veneering composite resin to some polymeric composites. **Dent. Mat.**, v.17, n.1, p.80-6, Jan. 2001.
54. KAO, E.C.; PRYOR, H.G.; JOHNSTON, W.M. Strength of composites repaired by laminating with dissimilar composites. **J. prosth. Dent.**, v.60, n.3, p.328-33, Sept. 1988.
55. KNOBLOCH, L.A. et al. Two-body wear resistance and degree of conversion of laboratory-processed composite materials. **Int. J. Prosthodont.**, v.12, n.5, p.432-8, Sept./Oct. 1999.

- 56.KOCZARSKI, M.J. Utilization of ceromer inlays/onlays for replacement of amalgam restorations. **Pract. Periodont. Aesthet. dent.**, v.10, n.4, p.405-12, May 1998.
- 57.KULA, K. et al. In vitro effect of acidulated phosphate fluoride gel on the surface of composites with different filler particles. **J. prosth. Dent.**, v.56, n.2, p.161-9, Aug. 1986.
- 58.KUPIEC, K.A.; BARKMEIER, W.W. Laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. **Oper. Dent.**, v.21, n.2, p.59-62, Mar./Apr. 1996.
- 59.KUPIEC,K.A.; SVENSON, R.R.; BARKMEIER, W.W. Laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. **J. dent. Res.**, v.76, p.378, 1997. Special issue. /Abstract n.2919/
- 60.LATTA, M.A.; BARKMEIER, W.W. Bond strength of a resin cement to a cured composite inlay material. **J. prosth. Dent.**, v.72, n.2, p.189-93, Aug. 1994.
- 61.LEINFELDER, K.F. New developments in resin restorative systems. **J. Amer. dent. Ass.**, v.128, n.5, p.573-81, May 1997.
- 62.LEWIS, G. et al. Shear bond strength of immediate repaired light-cured composite resin restorations. **Oper. Dent.**,v.23, n.3, p.121-7, Mar./Apr. 1998.
- 63.LI, J. Effects of surface properties on bond strength between layers of newly cured dental composites. **J. oral Rehab.**, v.24, n.5, p.358-60, May 1997.

- 64.LLOYD, C.H.; BAIGRIE, D.A; JEFFREY, I.W. Tensile strength of composite repairs. **J. Dent.**, v.8, n.2, p.171-7, 1980.
- 65.LLOYD, C.H.; DHURU, V.B. Effect of a commercial bonding agent upon the fracture toughness of repaired heavily filled composite. **Dent. Mat.**, v.1, n.3, p.83-5, June 1985.
- 66.LUCENA, C.; GONZALEZ, S.; NAVAJAS, J.M. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. **J. prosth. Dent.**, v.86, n.5, p.481-8, Nov. 2001.
- 67.MANDIKOS, M.N. et al. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. **J. prosth. Dent.**, v.85, n.4, p.386-95, Apr. 2001.
- 68.MATSUMURA, H.; HISAMATSU, N.; ATSUTA, M. Effect of unfilled resins and a silane primer on bonding between layers of a light-activated composite resin veneering material. **J. prosth. Dent.**, v.73, n.4, p.386-91, Apr. 1995.
- 69.MEEKER, H.G.; HIRSCH, S.M.; KAIM, J.M. Repairing voids at cavosurface-composite resin margins. **J. prosth. Dent.**, v.50, n.5, p.636-8, Nov. 1983.
- 70.MIARA, P. Aesthetic guidelines for second-generation indirect inlay and onlay composite restorations. **Pract. Period. Aesthet. dent.**, v.10, n.4, p.423-31, May 1998.
- 71.MIRANDA, F.J. et al. Interfacial bonding strengths of paired composite systems. **J. prosth. Dent.**, v.51, n.1, p.29-32, Jan. 1984.

72. MITSAKI-MATSOU, H. et al. An in vitro study of the tensile strength of composite resins repaired with the same or another composite resin. **Quintessence Int.**, v.22, n.6, p.475-81, June 1991.
73. MURREY, A.J. et al. Effect of resurfacing on additions to aged composite resins. **J. dent. Res.**, v.61, p.302, 1982. Special issue. /Abstract n.1112/
74. NASH, R.W.; RADZ, G.M. An improved composite-onlay system. **Compendium**, v.18, n.2, p.98-104, Feb. 1997.
75. PARK, S-H. Comparison of degree of conversion for light-cured and additionally heat-cured composites. **J. prosth. Dent.**, v.76, n.6, p.613-8, Dec. 1996.
76. PARK, S-H.; LEE, C-S. The difference in degree of conversion between light-cured and additional heat-cured composites. **Oper. Dent.**, v.21, n.5, p.213-7, Sept./Oct. 1996.
77. PODSHADLEY, A.G.; GULLET, C.E.; BINKLEY, T.K. Interface strength of incremental placement of visible light-cured composites. **J. Amer. dent. Ass.**, v.110, n.6, p.932-4, June 1985.
78. POUNDER, B.; GREGORY, W.A; POWERS, J.M. Bond strengths of repaired composite resins. **Oper. Dent.**, v.12, p.127-31, 1987.
79. PUCKETT, 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, July/Aug. 1991.

80. RAZAK, A.A.; HARRISON, A. The optimum curing cycle for a light- and heat-cured composite inlay material. **J. oral Rehab.**, v.24, n.4, p.297-302, Apr. 1997.
81. RAZAK, A.A.; HARRISON, A. The effect of filler content and processing variables on dimensional accuracy of experimental composite inlay material. **J. prosth. Dent.**, v.77, n.4, p.353-8, Apr. 1997.
82. REINHARDT, J.W.; BOYER, D.B.; STEPHENS, N.H. Effects of secondary curing on indirect posterior composite resins. **Oper. Dent.**, v. 19, n.6, p.217-20, Nov./Dec. 1994.
83. RESINAS Compostas de Laboratório. **Dental Advisor**, v.6, n.4, p.1-5, maio 1999.
84. ROSENTRITT, M. et al. Intraoral repair of fiber-reinforced composite fixed partial dentures. **J. prosth. Dent.**, v.79, n. 4, p.393-8, Apr. 1998.
85. ROSENTRITT, M. et al. In vitro repair of three-unit fiber-reinforced composite FPDs. **Int. J. Prosthodont.**, v.14, n.4, p.344-9, July/Aug. 2001.
86. RUYTER, I.E.; SWENDSEN, S.A. Remaining methacrylate groups in composite restorative materials. **Acta odont. scand.**, v.36, n.2, p.75-82, Mar. 1978.
87. SAU, C.W. et al. Shear bond strength of repaired composite resins using a hybrid composite resin. **Oper. Dent.**, v.24, n.3, p.156-61, May/June 1999.

88. SAUNDERS, W.P. Effect of fatigue upon the interfacial bond strength of repaired composite resins. **J. Dent.**, v.18, n.3, p. 158-62, June 1990.
89. SHAHDAD, S.A.; KENNEDY, J.G. Bond strength of repaired anterior composite resins: An *in vitro* study. **J. Dent.**, v.26, n.8, p.685-94, Nov. 1998.
90. SÖDERHOLM, K.J. Flexure strength of repaired dental composites. **Scand. J. dent. Res.**, v.94, n.4, p.364-9, 1986.
91. SÖDERHOLM, K.J.; ROBERTS, M.J. Variables influencing the repair strength of dental composites. **Scand. J. dent. Res.**, v.99, n.2, p.173-80, Apr. 1991.
92. SÖDERHOLM, K.J. et al. Hydrolytic degradation of dental composites. **J. dent. Res.**, v.63, n.10, p.1248-54, Oct. 1985.
93. SOUZA, E.M. **Avaliação da resistência de reparos em resina composta submetidos a testes de resistência à tração e ao cisalhamento.** Bauru, 1998. 113p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
94. SUZUKI, S.; COX, C.F. Clinical evaluation of herculite modified posterior resin composite restorations: A five-year report. Submitted to product development, Kerr Co., Inc., Orange, CA. 1996 apud BRUCIA, J.J. Materials and techniques for achieving clinical excellence with indirect composite restorations. **Dent. Clin. North Amer.**, v.45, n.1, p.71-81, Jan. 2001.

95. SWIFT JUNIOR, E.J.; CLOE, B.C.; BOYER, D.B. Effect of a silane-coupling agent on composite repair strengths. *Amer. J. Dent.*, v.7, n.4, p.200-2, Aug. 1994.
96. SWIFT JUNIOR, E.J.; LE VALLEY, B.D.; BOYER, D.B. Evaluation of new methods for composite repair. *Dent. Mat.*, v.8, n.6, p.362-5, Nov. 1992.
97. SWIFT JUNIOR, E.J. et al. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. *Dent. Mat.*, v.8, n.3, p.193-6, May 1992.
98. TANOUE, N.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effectiveness of polymerization of a prosthetic composite using three polymerization systems. *J. prosth. Dent.*, v.82, n.3, p.336-40, Sept. 1999.
99. TATE, W.H.; DeSCHEPPER, E.J.; POWERS, J.M. Bond strength of resin cements to a hybrid composite. *Amer. J. Dent.*, v.6, n.4, p.195-8, Aug. 1993.
100. TETRIC CERAM. Advanced Composite Technology. **Instructions for use.** s.l., Vivadent Inc., s.d.
101. TETRIC FLOW. Advanced Composite Technology. **Instructions for use.** s.l. Vivadent Inc.
102. TJAN, A.H.; GLANCY, J.F. Interfacial bond strengths between layers of visible light-activated composites. *J. prosth. Dent.*, v.59, n.1, p.25-9, Jan. 1988.

103. TOUATI, B. The evolution of aesthetic restorative materials for inlays and onlays: a review. **Prat. Period. Aesthet. dent.**, v.8, n.7, p.657-66, Sept. 1996.
104. TOUATI, B.; AIDAN, N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. **J. Esthet. Dent.**, v.9, n.3, p.108-18, 1997.
105. TOUATI, B.; MIARA, P. Un Nuevo sistema cerómero para restauraciones inlay/onlay. **Signature**, v.3, n.1, p.7-11, 1998.
106. TRAJTENBERG, C.; POWERS, J.M. Surface treatments and primers for repair of advanced composites. **Proceedings of Conference on Critical Reviews of Restorative Quandaries**, v. 12, p. 238, Oct. 1998.
107. TRUSHKOWSKI, R.D. Ceramic optimized polymer: the next generation of esthetic restorations – Part 1. **Compendium**, v.18, n.11, p.1101-12, Nov. 1997.
108. TURNER, C.W.; MEIERS, J.C. Repair of an aged, contaminated indirect composite resin with a direct, visible-light-cured composite resin. **Oper. Dent.**, v.18, n.5, p.187-94, Sept./Oct. 1993.
109. VANKERCKHOVEN, H. et al. Unreacted methacrylate groups on the surfaces of composite resins. **J. dent. Res.**, v.61, n.6, p.791-5, June 1982.
110. VON BEETZEN, M. et al. Factors influencing shear strength of incrementally cured composite resins. **Acta odont. scand.**, v.54, n.5, p.275-8, Oct. 1996.

111. WENDT, S.L. The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three composite resins. I: diametral tensile strength, compressive strength, and marginal dimensional stability. **Quintessence Int.**, v.18, n.4, p.265-71, Apr. 1987.
112. WENDT, S.L. The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three composite resins. II: Wear, hardness, and color stability. **Quintessence Int.**, v.18, n.5, p.351-6, May 1987.
113. YOSHIDA, K.; KAMADA, K.; ATSUDA, M. Effects of two silane coupling agents, a bonding agent, and thermal cycling on the bond strength of a CAD/CAM composite material cemented with two resin luting cements. **J. prosth. Dent.**, v.85, n.2, p.184-9, Feb. 2001.

ABSTRACT

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the tensile bond strength of indirect composite repairs, using different surface treatments and repair composites with different viscosities. Sixty inverted cone specimens were fabricated with Targis (Ivoclar North America Inc.) and belleGlass HP (Kerr Corp.). The light and secondary polymerization of specimens were carried out with their respective equipments and following the manufacturers' instructions. The specimens were embedded in epoxy resin, stored in distilled water at 37°C for 24 hours and polished with SiC paper. Twenty specimens of each material were subjected to one of the following treatments: air abrasion with 50 μ m aluminum oxide particles for 10 seconds, 8% hydrofluoric acid for 15 seconds, and the same treatment followed by an immersion in sodium hydroxide solution for 5 minutes, in order to neutralize the surface. The specimens were subjected to the application of silane and bonding or wetting agents of the same manufacturer of the substrate material, following the instructions for repair or cementation. Half of the specimens were repaired with a regular viscosity hybrid composite and the other half with a flowable resin with low viscosity. Thus, Targis specimens were repaired with Tetric Ceram and Tetric Flow, and belleGlass HP specimens with Herculite XRV and Revolution. Before testing in tensile strength, the specimens were stored in distilled water at 37°C for 24 hours. The results of Targis specimens showed no significant differences among the groups, despite of surface treatment and viscosity of repair composite. The belleGlass HP specimens showed significant differences among the surface treatments. Sandblasting with aluminum oxide particles resulted in higher bond strengths than hydrofluoric acid, followed or not by neutralization with sodium hydroxide. The viscosity of repair

composites had no influence on the bond strength of belleGlass HP repairs. Based on these results, it was suggested that the indirect composite resin Targis could be conditioned by hydrofluoric acid or sandblasted by aluminum oxide particles resulting in similar repair bond strengths. However, for belleGlass HP, the most indicated and safe repair procedure is based on micromechanical retention by using a sandblasting intra-oral device.