

DESIRÉE MORY ROSSATO

**Avaliação da resistência ao cisalhamento de
reparos de resina composta quando a interface é
tratada com laser de Er:YAG, ponta diamantada e
Jato abrasivo com óxido de alumínio**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, ao Curso de Pós-graduação em Odontologia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre (Área de concentração: Dentística Restauradora).

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad
Co-Orientadora: Prof^a Dra Rosane F.Z.Lizarelli

ARARAQUARA

2004

**Dedico este trabalho às
minhas filhas **Alice e Sofia,**
por tudo o que representam
em minha vida.**

Eu Amo Vocês !!

“Não tenha medo, pare de chorar,
Me dê a mão, vem pra cá
Vou protegê-la, de todo mal
Não há razão, pra chorar
Pois no meu coração,
Você vai sempre estar
SEMPRE...
No seu olhar eu posso ver
A força para lutar e para vencer
O amor nos une para sempre
Não há razão para chorar...”

Ao meu marido **Márcio**

Compartilhamos uma amizade especial
que não para de crescer...
Uma proximidade que tem durado através
de sorrisos e lágrimas...
Seu apoio me fez ter forças para
continuar!
Eu te amo!!!

Aos meus pais **Rachel e Felix Mory** exemplos de toda dedicação e carinho, que souberam superar todas as dificuldades, sem medir esforços, para orientar e iluminar meu caminho. Presentes em todos os momentos da minha vida apoiando e estimulando. Obrigada pela torcida e pela ajuda nos momentos em que mais precisei. **Amo vocês.**

Aos meus irmãos **Sabrina, Orlando e Marion** pela união, apoio e incentivo para alcançar os objetivos. Aos meus sobrinhos **Eduardo, Marina e Thaís** pela alegria.

Aos meus sogros **Dagmar e Amaury** pelo apoio e carinho.

Ao meu orientador ***Prof. Dr. José Roberto Cury Saad***,
pela amizade, dedicação, aconselhamentos, confiança,
incentivo e pela orientação segura.

À minha co-orientadora ***Prof. Dra. Rosane de Fátima
Zanirato Lizarelli***, pela amizade, conselhos e por todos os
seus ensinamentos.

Agradecimento

A Deus

Termina o dia e a Ti entrego o meu cansaço

Obrigada por tudo e ... perdão.

Obrigada pela esperança que hoje animou meus passos,

Obrigada pela alegria que vi no rosto de minhas crianças,

Obrigada pelo exemplo que recebi daquele meu irmão

Obrigada também por isso que me fez sofrer ...

Obrigada porque naquele momento de desânimo

Lembrei que Tu És meu Pai,

Obrigada pela luz, pela noite, pela brisa, pela comida, pela saúde,

pelo meu desejo de superação ...

Perdão, também, Senhor!

Perdão por meu rosto carrancudo,

Perdão por não ter evitado aquele desgosto,

Aquela lágrima causada.

Perdoa-me, Pai, e abençoa os meus propósitos para o dia de amanhã.

Muito Obrigada!

*À **Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”**, pela oportunidade e condições oferecidas para a realização deste trabalho..*

*Ao **Prof. Dr. Ricardo S. G. Abi Rached**, Diretor da Faculdade de Odontologia e ao **Prof. Dr. José Roberto Cury Saad**, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Dentística Restauradora, durante o período em que aqui estudei.*

*Aos Professores da Pós-Graduação em Dentística Restauradora, **José Roberto Cury Saad, Marcelo Ferrarezi de Andrade, Maria Salete Machado Cândido, Osmir Batista de Oliveira Júnior, Sillas Luiz Lordelo Duarte Junior, Sizenando de Toledo Porto Neto e Welington Dinelli**, pelas orientações valiosas, ensinamentos, formação e ótima convivência.*

*Ao Professor **Luis Geraldo Vaz**, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, pelo precioso auxílio durante a realização do ensaio mecânico.*

A colega **Cristina Takeuchi** pelo incentivo, convivência e pela grande amizade.

Aos meus colegas de turma **Pablino, Jéferson, Ana Maria, Sérgio, Cláudia, Ana Maria, Jean Carlo, Kina, Cristina, Sílvio e Rinaldo**, pessoas maravilhosas que tive a sorte de conhecer.

Aos colegas **Fabrcício Luscínio Alves de Castro, Emmanuel Arraes de Alencar Jr., Patrícia dos Santos Jardim e Laura Helena Hidalgo de Andrade**, pelo auxílio e convivência agradável.

Ao funcionário **Cláudio Tita**, pelo auxílio imensurável.

Ao **CePOF** – Grupo de Óptica e ao Departamento de Física e Ciência dos Materiais do **IFSC-USP**, representados pelo **Prof. Dr. Vanderlei Salvador Bagnato** pelos ensinamentos.

Ao **Prof. Dr. Galo** da IFSC-USP pela realização da Microscopia Eletrônica de Varredura.

Aos funcionários da FOAr-UNESP, **Mário Sérgio Fantini, Ariovaldo do Carmo Jardim, Maria Aparecida dos Santos, Adriana Baroni Scalize, Vanderlei José Antônio da Silva, Aparecida de Lima Ignácio, Lenyra Camillo Zamai e Célia Regina Fachini Sanches Silva** pelo carinho e ajuda indispensável.

A secção de pós-graduação, **Mara Cândida Muhoz do Amaral, Rosângela Aparecida Silva dos Santos, Vera Lúcia Perruci Roque e Sylvia Regina Rodrigues Soares de Azevedo** pelo profissionalismo e atenção sempre carinhosa.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara, **Maria Helena Matsumoto Adriano Ferreira Luiz, Eliane Maria Sanches, Maria Inês Carlos e Sílvia Helena Acquarone**, pela atenção, respeito, companheirismo e afeto com que sempre recebem.

A **Prof. Cleide Moreira Silva** pela Análise Estatística

A **todos os professores**, cujas disciplinas tive a honra de participar na pós-graduação.

À **Associação dos Cirurgiões dentistas de Campinas**,
representada pelo **Dr Mauro Sérgio Camargo** pelo apoio durante
este período.

À Escola de Aperfeiçoamento Profissional Joaquim Ferreira Lima
representada pelo Diretor **Prof. Dr. Rielson José Alves
Cardoso**, por me mostrar que devemos aprender sempre.

Ao coordenador do curso de Especialização em Dentística Restauradora
da ACDC **Prof. Dr. Celso Luis De Angelis Porto** pelo incentivo,
apoio e compreensão durante este período.

Ao coordenador do curso de Aperfeiçoamento em Estética da ACDC
Prof. Sizenando de Toledo Porto Neto pelos valiosos conselhos,
pela amizade e apoio.

Aos meus colegas e amigos dos cursos de Dentística da ACDC **Victor
Humberto Orbegoso Flores, Edson Alves de Campos, Ester
Gomes** pela alegre convivência.

***Esta página dedico a todas as pessoas que,
diretamente ou indiretamente, participaram,
conviveram, torceram ajudaram,
compreenderam a minha situação durante
toda esta etapa de minha vida.***

Muito obrigada!

Sumário

1. Introdução	14
2. Revisão da literatura	21
3. Proposição	61
4. Material e Método	63
5. Resultados	89
6. Discussão	110
7. Conclusão	117
8. Referências Bibliográficas	119
9. Apêndice	131
10. Resumo	135
11. Abstract	139

Introdução

1 Introdução

As resinas compostas associadas ao condicionamento ácido e sistemas adesivos, constituem atualmente um sistema restaurador que tem revolucionado a prática da Odontologia, modificando os conceitos de preparo cavitário e possibilitando maior conservação da estrutura dentária remanescente sadia.

A técnica do condicionamento ácido do esmalte, introduzida por Michael Buonocore¹⁰ em 1955 permitiu a adesão de materiais resinosos à superfície dental, caminhando assim, no sentido do aprimoramento dos procedimentos mais conservadores. Esta técnica trouxe à Odontologia, sua fase adesiva. A adesão é um fenômeno onde duas superfícies são unidas por forças químicas, físicas ou ambas, freqüentemente pela ação de um adesivo.

Os compósitos têm sido utilizados desde que o primeiro deles foi introduzido no mercado em 1964. Desde então, avanços significativos têm sido feitos no sentido de melhorar as características frágeis dos materiais restauradores e dos sistemas adesivos.

A busca pelos pacientes por restaurações estéticas, a preocupação quanto à toxicidade do amálgama, o desenvolvimento de novas técnicas e materiais contribuiu para a popularização da resina composta. É um material com técnica de utilização relativamente simples, com taxas de sucesso clínico satisfatórias quando devidamente

realizadas⁴⁴ e de baixo custo quando comparada às restaurações indiretas.

Hoje, as resinas compostas diretas são indicadas para restaurar todos os tipos de cavidades em dentes anteriores, restabelecendo sua forma, estética e função. Devido sua versatilidade, elas têm indicação precisa na melhoria da estética do sorriso, principalmente no fechamento de diastemas, aumento de coroas clínicas de dentes anteriores, reparos de fraturas, facetas diretas e indiretas, ou em função de deficiências na seleção de cor ou na sua alteração com o decorrer do tempo. Nos dentes posteriores também são utilizadas para restaurar cavidades do tipo classes I e II com sucesso. Além disso, as resinas compostas são utilizadas para restaurar cavidades preventivas, preservando estrutura dental sadia.

Porém, as resinas com o passar dos anos, podem apresentar falhas. Estas são causadas devido à deterioração química ou mecânica do material⁴⁹. Um dos principais fatores para que ocorram falhas é a falência da adesão entre as partículas inorgânicas e a matriz resinosa, acarretando perda superficial, fraturas coesivas, alterações da cor e manchamento das restaurações.

Em 2001, Burke et al¹² realizaram um trabalho com o objetivo de investigar as razões pelas quais um grupo de dentistas fazia a opção de trocar restaurações de seus pacientes. O primeiro motivo, era o

aparecimento de cáries secundárias seguido de fratura marginal ou do corpo da restauração, manchamento marginal, fratura do dente e dor.

Em muitos destes casos uma completa remoção das restaurações de resinas compostas não satisfatórias é desnecessária. O reparo destas restaurações é viável. Esta alternativa tem um custo menor do que a troca completa da restauração, além da substituição causar menor dano pulpar⁶⁸ e diminuir a perda de estrutura dental sadia.

Alguns fatores como o preparo da superfície a ser reparada, a viscosidade da resina a ser utilizada, a porosidade das superfícies, o tipo de sistema adesivo utilizado e há quanto tempo esta restauração foi realizada influenciam na força de adesão da interface do reparo.

A porção antiga e a nova, são unidas por um adesivo dentinário que promove interação química entre ambas. A força de união na interface determina o sucesso ou a falência do reparo. Vários trabalhos mostram que a adesão entre os incrementos de resina é igual à força coesiva do material. No entanto, se o material tiver sido contaminado, polido ou envelhecido, a adesão de um novo compósito tem força coesiva original reduzida entre 25 e 80%^{41, 45,20}.

Uma grande variedade de tratamentos superficiais para as restaurações antigas de resina tem sido propostos no sentido de aumentar a resistência adesiva interfacial do reparo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as várias técnicas utilizadas para o tratamento superficial da resina composta insatisfatória antes que uma nova camada

de resina seja aderida, e através de teste mecânico de cisalhamento verificar qual método seria o mais eficaz. Os métodos de tratamento superficiais selecionados para este experimento foram a ponta diamantada, o jato abrasivo com pó de óxido de alumínio e o laser de Er:YAG. Os dois primeiros já bastante estudados em comparação com a utilização do laser de Er:YAG o qual vem despertando grande interesse em odontologia.

Em 1960, Theodore Harold Maiman⁴⁶ desenvolveu o primeiro equipamento laser. O termo laser vem do acrônimo de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, ou seja, amplificação da luz por emissão estimulada de radiação. Hoje, o laser se aplica na indústria eletrônica (CD player, leitor de código de barras, identificação de impressões digitais, aparelhos para efeitos especiais de iluminação, sensores); na mecânica e construção civil (corte de chapas de metal, cortes em geral); na medicina (oftalmologia, cirurgia vascular, cirurgias plásticas); e na odontologia (bisturis e pinças a laser, tratamento de câncer de pele, clareamento dental, remoção de tecido cariado, auxiliar no tratamento endodôntico).

A utilização de pontas diamantadas na remoção de antigas restaurações, é o método mais utilizado. Porém, esta técnica revela algumas desvantagens já que não é seletivo na remoção do material. O preparo cavitário com auxílio de instrumentos rotatórios é doloroso para o paciente, que requer anestesia na maioria dos casos.

O jato microabrasivo é um aparelho cujo mecanismo consiste em emitir partículas de óxido de alumínio sob alta pressão através de um pequeno orifício. Originalmente este método foi desenvolvido por Black em 1945 com o objetivo de fazer preparos cavitários. Porém, as cavidades produzidas não possuíam as características necessárias para serem restauradas com amálgama ou ouro, fazendo com que este método não fosse aproveitado na época. No entanto, com o desenvolvimento dos materiais restauradores adesivos os preparos tornaram-se mais conservadores fazendo do jato microabrasivo uma nova opção para a confecção de cavidades. As partículas de óxido de alumínio produzem superfícies irregulares e rugosas as quais aumentam a área para adesão.

O laser de Er:YAG tem um comprimento de onda de $2,94\mu\text{m}$, que é absorvido pela água e também pela hidroxiapatita presente no esmalte e na dentina. É indicado para a remoção de tecido dental duro, preparos cavitários e na remoção de tecido cariado. Este laser produz aquecimento induzindo a liberação dos grupos hidroxilas da hidroxiapatita e acarretando em uma instantânea evaporação da camada de água que circunda os cristais de apatita e da água presente dentro dos mesmos. Conforme a água vai evaporando, ela aumenta a pressão dentro dos tecidos causando micro-explosões, este processo é conhecido como ablação. A maior parte da energia é consumida neste processo e o remanescente se difunde para o interior do tecido irradiado, sem causar

aumentos excessivos de temperatura nos tecidos adjacentes. As pesquisas demonstram que cavidades podem ser preparadas em dentística, sem que ocorram aumentos de temperatura maiores que 5,5°C, no interior da câmara pulpar, aumentos estes considerados limites para não provocar danos térmicos ao tecido⁶³.

Além disso, o uso do laser em esmalte e dentina pode criar uma superfície mais receptiva aos adesivos dentinários já que sua utilização promove micro-retenções no esmalte e abertura dos túbulos em dentina. Algumas pesquisas mostram que o efeito deste tratamento sobre as superfícies não prejudica a adesão quando é utilizada a técnica do condicionamento total com ácido fosfórico. Portanto, as superfícies adjacentes às restaurações reparadas, não seriam afetadas negativamente quando da utilização do laser de Er:YAG.

Revisão da Literatura

2 Revisão da Literatura

Para efeito didático a revisão da literatura foi separada por itens; reparos de resina composta e laser de Er:YAG.

2.1 – Reparos em resina composta

No ano de 1978, BOYER et al⁸ diante da dificuldade clínica de se fazer uma restauração em resina composta autopolimerizável utilizando um único incremento, realizou um estudo cujo objetivo era avaliar a força de união entre as diversas camadas de resina. Concluiu que tanto a resina coberta com matriz de poliéster quanto àquela que se polimerizava em contato com o ar eram excelentes substratos para a adesão de uma nova resina. Amostras que foram cortadas antes da adição da nova camada de resina tiveram sua força de união diminuída pela metade quando comparadas à força coesiva do material. A cobertura da superfície a ser reparada com uma fina camada de uma resina sem partículas aumenta a força de união da segunda camada. O uso de um agente de união causa o mais rápido e melhor aumento da força em amostras testadas após 7 dias.

Em 1980, LLOYD et al⁴³, utilizando resinas quimicamente ativadas constataram que é possível adicionar uma nova camada de material após este já ter se polimerizado e que a força de união da interface é semelhante à força coesiva do material. No entanto, caso haja uma contaminação por saliva antes do reparo, a força de união na interface pode ser menor mesmo quando a saliva é removida com água e a superfície seca com jato de ar. Quando o reparo foi realizado em resinas já maturadas (armazenada em água a 37% por 1 semana) , a adesão da interface foi pior do que aquela encontrada quando o reparo foi feito imediatamente após a conclusão da restauração. O desgaste da superfície antes do reparo não afetou a união significativamente.

No mesmo ano, BOYER e HORMATI⁶ avaliaram a força de uma nova união de resina composta ao esmalte. Neste estudo a porção do esmalte foi fraturada próximo à restauração pré-existente, e foram encontrados tags de resina neste esmalte. Esta camada de tags proporciona uma alta força de união quando uma nova camada de resina é colocada, com ou sem a realização de um novo condicionamento ácido desse esmalte. Não é necessária a remoção desta camada de tags através de profilaxia ou desgaste para que se promova uma nova união. No entanto, os autores recomendam que se recondicione esta superfície de esmalte antes da colocação do compósito, pois a integridade da camada de tags não pode ser determinada clinicamente.

CHAN e BOYER¹⁸, em 1983, realizaram estudo onde foi observado que a ligação interfacial para resinas compostas com um certo tempo de uso, tem sido geralmente relatadas como significativamente menores do que a resistência de coesão dos materiais. Os dados indicaram que a resistência da união interfacial foi maior ou no mínimo igual à resistência coesiva do material, quando uma resina é reparada com ela mesma. Os dados também indicaram que quando dois tipos de resinas compostas eram unidas, a resistência de união era maior do que a resistência de coesão do material. Algumas correlações foram observadas entre os valores de resistência coesiva medidos com tensão verdadeira e a resistência de tensão diametral do material, os resultados também indicaram que a resina que possui uretano dimetacrilato tem união menor à resina composta com Bis-GMA e as falhas de natureza adesiva foram geralmente observadas.

BOYER et al⁷ em 1984, realizaram um estudo para medir a força de adesão entre as camadas de resina fotopolimerizável em função do tempo entre a camada inicial e as outras. Para representar o que é realizado clinicamente quando construímos uma restauração, as camadas foram colocadas em um tempo que variou de 2 a 20 minutos. E para simular o reparo novas porções foram adicionadas após 24 horas e uma semana. A força de união entre as camadas foi medida através de ensaio de resistência à flexão e observou-se uma diminuição desta força à

medida que as camadas de resina vão sendo inseridas. Superfícies não cortadas oferecem melhor substrato para adesão do que aquelas que sofreram desgaste e o uso de um agente adesivo aumenta a adesão em ambas as situações. A força do reparo de resinas quimicamente ativadas e as fotopolimerizadas são similares. O reparo das resinas após 24 horas e 7 dias foi significativamente menor do que a força coesiva do material.

Em 1986 SÖDERHOLM⁶¹ conduziu um estudo para determinar a força flexural entre barras de compósitos restauradores dentais reparados e não reparados. Os resultados mostraram que as resinas não reparadas foram mais fortes do que as amostras reparadas, após 3 meses de armazenamento em água. Os valores mais altos de força foram encontrados quando as amostras foram tratadas com silano-tolueno.

CHALKLEY E CHAN¹⁷ em 1986, investigaram se ocorre microinfiltração entre reparos usando diferentes métodos e produtos. Eles descobriram que os reparos envolvendo combinação de compósitos baseados em uretano dimetacrilato e um compósito de Bis-GMA apresentam grande extensão de microinfiltração comparados com os reparos envolvendo materiais semelhantes. Concluíram também que ocorre uma máxima infiltração marginal em reparos cuja fratura se contamina com saliva . Reparos de fraturas limpas ou que receberam

condicionamento com ácido fosfórico a 36,5%, resultaram em uma moderada microinfiltração. Uma mínima infiltração ocorreu quando foi utilizado o condicionamento ácido associado ao Scotchbond. O grau de polimerização da resina composta de reparo contribuiu positivamente com relação a microinfiltração.

ØYSÆD e RUYTER⁵¹, em 1986, pesquisaram oito marcas comerciais de resinas compostas indicadas para dentes posteriores quanto à absorção de água, solubilidade, tipos de partículas inorgânicas e extensão da degradação química provocada pela água. A composição das resinas utilizadas neste estudo, quanto ao tipo de partículas inorgânicas existentes, foram analisadas por espectrometria de emissão ótica. Os resultados da análise da composição das resinas mostraram uma grande variedade de partículas, sendo o silício o elemento de maior prevalência nos materiais. Os autores complementam, explicando que os elementos como bário, estrôncio e zinco são incorporados para dar radiopacidade aos materiais. É utilizada quantidade suficiente no intuito de promover esta característica. Uma alta concentração de partículas inorgânicas tem como desvantagem a alta solubilidade destas. O que não significa a perda de íons para o meio bucal já que estas partículas estão incorporadas na matriz polimérica. O estudo mostrou, ainda dissolução do silício em todos os materiais, porém em diferentes quantidades. Isto

implica que a estabilidade hidrolítica varia de acordo com a composição das resinas.

Em 1987, POUNDER et al⁵³ examinaram a força de união de três resinas, do mesmo fabricante, utilizadas em procedimentos reparadores com o auxílio dos agentes de união correspondentes. As faces das amostras a serem reparadas sofreram tratamento superficial com discos de papel. Depois foram limpas com ácido fosfórico a 37% em forma de gel, lavadas por 60 segundos, secas com ar e receberam uma camada de agente de união. A nova resina foi aplicada e as amostras foram mantidas em água por 24 horas com temperatura de 37°C. As maiores forças de união foram resultado da combinação entre o agente de união e a resina reparada cuja superfície foi tratada. Estes valores obtidos são menores quando comparados a união resina/esmalte.

ELI et al²², em 1988, avaliaram os reparos de duas resinas compostas posteriores após 7 dias de estocagem. Observaram que as superfícies desgastadas reduzem a força de união do reparo. Concluíram que se deve indicar reparos em resinas compostas em dentes restaurados com resinas compostas posteriores, mas primeiramente deve-se utilizar uma resina sem carga. Adquirir força de união já é suficiente para não haver microinfiltração, independente do adesivo utilizado ou da exposição à saliva. Nesse caso, fazer desgastes nas

superfícies a serem reparadas não é indicado, mas a aplicação de um adesivo é essencial.

No mesmo ano, CALAIS e SÖDERHOLM¹⁵, fizeram estudos com o objetivo de investigar a influência da exposição por água de resinas compostas que possuía partículas de sílica porosa, vidro de bário e quartzo como matéria inorgânica. As partículas de sílica amorfa tinham aproximadamente 5 micrômetros de diâmetro. A frequência relativamente alta de linhas de fratura nas partículas de sílica porosa amorfa, após armazenagem em água, indica que a água teve efeito de enfraquecimento sobre este tipo de partícula, o que nos mostra que o componente inorgânico tem grande influência sobre a dureza e estabilidade da resina na restauração, e que dureza independe de um só componente da resina.

GREGORY et al²⁹, em 1990, concluíram em seus estudos que o duplo carbono foi evidente na superfície polimerizada das resinas compostas com matriz de Bis-GMA, uretano dimetacrilato e uma mistura de Bis-GMA e Uretano dimetacrilato. Os reparos de resina composta com matrizes químicas idênticas não produziram força adesiva maior do que aquelas de diferentes matrizes químicas. As falhas no reparo ocorreram em área adjacente à interface reparada.

Também em 1990, SAUNDERS⁵⁷, estudou o efeito da fadiga na interface de reparo de resinas compostas. O estudo comparativo dos limites da fadiga de amostras com ou sem reparos de três resinas compostas, foi testada, usando uma técnica de escada. O armazenamento em água por 21 dias a 23°C em superfícies de espécimes que seriam reparados e foram lixadas com disco Sof-Lex (3M) fino, lavado e seco. A superfície foi tratada com Scotchbond, com e sem um tratamento com um agente silano e o reparo foi feito com a mesma resina composta. Os espécimes foram submetidos à ciclagem térmica por 5000 ciclos e a diferentes forças de impactos transversais de carga. Um valor válido estatisticamente para fadiga foi determinado para cada modelo. Este mostrou que a resistência à fadiga era mais baixa em espécimes reparada do que em espécimes completas. O uso do Scotchbond Dual Cure produziu um reparo mais forte.

PUCKETT et al⁵⁵, em 1991, concluíram que a concentração e avaliação do grupo dos metacrilatos, a viscosidade da resina utilizada no reparo são fatores importantes na formação da adesão da interface. A viscosidade da resina do grupo dos metacrilatos aumenta a concentração dos monômeros. Os tipos de monômeros e as concentrações variam de marca para marca, por isso, houve diferenças na formação de novos agentes de união com a resina composta. Observaram que a melhor força de reparo foi obtida quando Bis-GMA e agente de união dentinário foram

usados como materiais reparadores tanto no adesivo que contém Bis-GMA e dimetacrilato de uretano. Todos os reparos com substrato de dimetacrilato de uretano resultaram em uma força de união clinicamente aceitável. Reparos com substrato de Bis-GMA com nenhum agente de união ou com a combinação de um composto de dimetacrilato de uretano e agente de união de esmalte resultaram em uma combinação que produz força de união não aceitável clinicamente. Observaram também que a umidade do substrato de reparação é um dos principais fatores controladores da força de união de reparo. A umidade é controlada através da diferença de energia existente entre o substrato, o adesivo e a viscosidade deste. Para uma boa união, o agente adesivo deve ter a capacidade de umedecer a superfície e penetrar na fase de exposição orgânica que foi perdida.

SÖDERHOLM & ROBERTS⁶², em 1991, verificaram que diferenças na força flexural das resinas compostas reparadas com 4 técnicas adesivas diferentes, foram determinadas e comparadas à força flexural de espécimes não reparadas. Além disso, investigaram os efeitos de diferenças em métodos de reparo, a importância da idade da resina a ser reparada e o efeito do tempo de imersão em água, quando a força flexural foi avaliada. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os espécimes que tinham sido armazenados em tempos diferentes (1 ou 60 dias) antes serem reparados. Todos os espécimes, incluindo os não

reparados se tornaram mais fracos com o aumento do tempo de imersão em água destilada. Após 90 e 360 dias a 37°C em água, a força dos espécimes reparados variou entre 25 e 50 % quando comparado aos espécimes não reparados. O grupo que apresentou os piores resultados foi aquele condicionado com ácido fosfórico 37%, lavado e seco com ar sem a utilização de um adesivo antes do reparo.

MITSAKI-MATSOU et al⁴⁸ em 1991, mediram a adesão na interface de resinas compostas auto e fotoativadas quando reparadas com a mesma resina ou com uma resina diferente. Três tipos de resinas auto ativadas e a mesma quantidade de resinas foto ativadas foram pesquisadas. A força adesiva foi testada em função do tempo (48 horas, 7 dias e um ano) e do tratamento superficial da superfície a ser reparada. As amostras foram cortadas com ponta picotada em alta rotação, cobertos com agentes de união antes de serem reparadas com uma nova camada de resina. A força de união das resinas reparadas foi 50% menor do que a força coesiva do material quando avaliadas nos estágios de 48 horas e 7 dias. Os espécimes estudados após 1 ano mostraram que esta força foi de um terço quando comparadas à força coesiva do material. O agente de união, aumentou significativamente a força de união em todos os grupos estudados.

SWIFT et al⁶⁵, em 1992, realizaram um trabalho, no qual concluíram que o condicionamento da resina composta com ácido fluorídrico a 9,6%, de 30 a 60 segundos causava uma leve porosidade e uma menor força de adesão para alguns destes materiais. A diminuição do tempo de ataque ácido (15 segundos) usados neste estudo, não resultou em uma melhora na força de união do reparo; portanto, a simples aplicação da abrasão de ar com óxido de alumínio, mostrou ser a melhor escolha. Este estudo utilizou teste de cisalhamento para avaliar a influência da termociclagem no reparo. Metade das amostras de cada grupo foram termocicladas. Foram utilizados 500 ciclos em banhos com temperatura de 5° e 55° com um tempo de imersão de 30 segundos em cada banho. A termociclagem diminuiu significativamente a adesão apenas nas amostras abrasionadas a ar. Mesmo assim, a abrasão a ar produziu a maior força de adesão do que os outros grupos independentes da termociclagem.

Em 1992, GREGORY et al²⁸, estudaram a química da superfície, a força de adesão do reparo e mais a localização da falha e cinco propriedades físicas de resinas compostas. Houve diferenças estatisticamente significativas na resistência flexural dos materiais em valores de dureza. As falhas de adesão dos reparos não foram significativamente diferentes; elas ocorreram primeiramente na interface.

Neste mesmo ano, SWIFT et al⁶⁶, em seus estudos avaliaram a eficácia da abrasão a ar com partículas de 50µm de óxido de alumínio, do ácido fluorídrico a 9,6% e do flúor fosfato acidulado a 1,23% no reparo de resinas compostas. A avaliação da superfície de resina tratada pela abrasão a ar através de microscopia eletrônica de varredura mostrou que ela causa uma substancial rugosidade no material. A abrasão a ar com partículas de óxido de alumínio proporcionou a maior força de reparo, girando em torno de 45 a 70 % de fraturas coesivas. A utilização do ácido fluorídrico a 9,6% por 30 segundos aumentou ou diminuiu a força de reparo, dependendo da composição do material reparado. O uso do flúor gel promoveu a menor força de adesão do reparo e os autores recomendam que ele não seja utilizado nos reparos de resina composta.

Em 1993, TURNER e MEIERS⁶⁸ realizaram um estudo onde utilizaram uma resina composta indireta (Concept), reparada com resina composta direta fotopolimerizável (Heliomolar). As amostras de Concept foram envelhecidas por termociclagem por 5000 ciclos entre 5° e 55° com 1 minuto de banho para cada temperatura e depois armazenadas em suco de tabaco a 37° por 7 dias. As superfícies reparadas foram tratadas com disco de papel ou abrasionadas com jato de óxido de alumínio. Os resultados encontrados através do ensaio de cisalhamento mostraram que a variável que proporcionou um aumento significativo na força de

adesão do reparo foi a utilização da abrasão a ar. O uso de um adesivo entre as duas resinas também se mostrou significativa.

BAYNE et al² em 1994, escreveu um artigo com a intenção de atualizar os cirurgiões dentistas quanto à utilização e o desenvolvimento das resinas compostas. Nesse trabalho, os autores apresentam as etapas a serem seguidas para a realização de um reparo de resina. Iniciam com a remoção da resina original de forma que se crie um espaço em profundidade de 0,5 a 1 mm para restaurações em dentes posteriores e 1 mm para restaurações estéticas. Recomendam a utilização de pontas diamantadas para criar rugosidades na resina e para expor as margens de esmalte e/ou dentina. Para limpeza da superfície, utilizam um agente condicionante. Lavagem da cavidade com spray ar/água, e remoção do excesso de água sem desidratar a resina e a estrutura dental. Aplicação de um primer sobre toda a superfície condicionada (esmalte, dentina e/ou resina) e diminuição da espessura desse material com um leve jato de ar livre de óleo. Aplicação de uma fina camada de adesivo em toda a superfície e fotopolimerização. Colocação, escultura e fotopolimerização da resina de forma que se complete o espaço criado para o reparo. Acabamento e polimento devem ser realizados para devolver os contornos anatômicos. Nova polimerização por 20 a 60 segundos. Os autores acreditam que o reparo de compósitos é uma maneira simples de melhorar as restaurações deficientes.

SWIFT et al⁶⁴, em 1994, avaliaram o uso do agente silano previamente ao reparo de uma resina composta híbrida. Espécimes de compósitos foram tratados com jato de ar, com óxido de alumínio intra-oral (Microetcher), e com ácido fluorídrico a 9,6%, ou tratados simultaneamente com os dois últimos métodos acima citados. Após os tratamentos superficiais relacionados, o agente silano foi aplicado em metade dos espécimes. Os reparos dos compósitos foram completados pela aplicação de um agente de união e uma resina composta. Forças transversais foram aplicadas nos espécimes reparados e espécimes intactos. A força de adesão dos espécimes restaurados alcançou de 41 a 62% de resistência coesiva dos compósitos. Todas as resistências do reparo foram significativamente inferiores do que a resistência coesiva, mas não foram significativamente diferentes uma da outra. A silanização melhorou ligeiramente a resistência transversal dos espécimes reparados usando os métodos do ácido fluorídrico e Microetcher/ácido fluorídrico, porém, não melhorou aqueles tratados apenas com Microetcher

Em 1995, ARIKAWA¹ et al, estudaram a degeneração das propriedades mecânicas da resina composta quando essas eram imersas em água destilada por um período que variou de zero a sessenta dias. Foram analisadas 60 resinas experimentais que apresentavam diferentes tipos e tamanhos de partículas e diferentes materiais aglutinadores orgânicos. A resistência à flexão de todos os compósitos diminuiu à

medida que se aumentou o tempo de imersão em água destilada. Os materiais que apresentavam uma grande quantidade de material orgânico (65 vol%) mostraram um decréscimo das taxas de resistência à flexão maior do que aqueles que possuíam uma menor quantidade de material orgânico (40 vol%). Este fenômeno pode ser causado pela degradação hidrolítica do agente silano. O silano é um agente que proporciona a união da parte orgânica com as partículas inorgânicas de uma resina composta. Tem uma importante função na qualidade das propriedades dos materiais.

IMAMURA et al³⁶ em 1996, realizaram estudo para avaliar a efetividade dos vários tratamentos superficiais utilizados para aumentar a união dos cimentos resinosos a duas diferentes resinas processadas em laboratório. Setenta corpos-de-prova de uma resina microparticulada e setenta de uma resina microhíbrida foram confeccionados e submetidos a uma temperatura de 250°F e 85 psi de pressão. Todos os corpos-de-prova foram submetidos a tratamentos superficiais A segunda porção da resina foi unida a primeira com o auxílio de um cimento resinoso dual. Após 7 dias os espécimes foram termociclados (1000 ciclos com a temperatura entre 5 e 55°) e levados a uma Máquina de testes Universal. O uso da microabrasão e a deposição de uma camada de partículas cerâmicas aumentaram a força de cisalhamento dos cimentos resinosos às resinas compostas.

KUPIEC & BARKMEIER³⁹, em 1996, em seus estudos laboratoriais, avaliaram a força de reparo de resinas compostas usando vários tratamentos superficiais. Desgastes foram feitos previamente nas resinas compostas envelhecidas com instrumentos rotatórios diamantados ou com abrasão a ar com óxido de alumínio. A força de reparo de uma resina para outra não foi significativamente diferente do que a união da resina com a camada inibida pelo ar da polimerização da resina. A força de união do reparo das resinas foi ligeiramente maior quando foi usado um agente de união sem carga, mas não significativamente maior do que a mesma técnica de reparo sem o agente de união.

Em 1997, DAVIES et al²⁰, estudaram o reparo de uma restauração de resina composta indireta utilizando uma resina composta convencional. As amostras foram preparadas para testar a força de tensão diametral das interfaces de reparo entre a base de uma resina de polimerização indireta (Herculite XRV) e foram reparados com três resinas diretas (Herculite XRV, Prisma TPH e Charisma). Algumas amostras não sofreram processo de reparo porque serviriam como grupo controle. Os reparos foram conduzidos com ou sem o uso de um agente de união dos próprios fabricantes das resinas. A força de tensão diametral de todos os reparos foram significativamente menores do que aquelas amostras que não foram reparadas (grupo controle). Não houve diferença significativa entre a força de tensão diametral, quando o material de reparo foi usado

sem o agente de união. O uso de uma camada de agente de união aumentou significativamente a força de união, obtidas quando o Herculite XRV e TPH foram usados nos reparos. Não houve diferenças estatísticas entre os valores de força do Herculite e o TPH, mas o Charisma exibiu a menor força de reparo das amostras.

BROSH et al⁹, no mesmo ano, concluíram que o aumento da força de união entre uma resina composta nova e envelhecida requerem um aumento da rugosidade na superfície para promover inter-relação mecânica e a uma cobertura da camada da resina envelhecida com agente de união sem carga, para aumentar a superfície úmida e a união química. O propósito de seus estudos foi avaliar o efeito das combinações de tratamentos superficiais e agentes de união sobre a força de união dos reparos de resina. Seis tratamentos superficiais, dois agentes de união e um grupo controle sem tratamento foram divididos em 18 diferentes subgrupos e após os testes, os autores concluíram que o uso da resina sem carga sozinha ou combinada com silano foi o melhor procedimento, aumentando a força de união do cisalhamento dos espécimes reparados, independente dos processos de pré-tratamento. A silanização e a resina sem carga melhoraram ligeiramente, mas não significativamente a força de reparo comparada com a resina sem carga somente. Diferentes combinações de tratamentos e agente de união afetaram a força de união de cisalhamento diferentemente. O mais alto valor de força de

cisalhamento foram aqueles realizados com desgaste da superfície com uma pedra de Carborundum ou abrasão a ar, enquanto que o menor valor foi obtido com o ácido fluorídrico sobre a superfície tratada.

BOUSCHLICHER et al⁴, em 1997, compararam a força de união entre a resina composta recém realizada e outras previamente envelhecidas, variando os tipos de tratamento da superfície. Oitenta espécimes de resina composta Pertac Hybrid e oitenta de Silux Plus foram fabricadas e estocadas por uma semana antes dos tratamentos superficiais. Os espécimes foram desgastados e estocados por um período adicional de 24 horas após o tratamento superficial. A superfície tratada incluía desgastes com ponta diamantada, jato de óxido de alumínio com partículas de 50µm e pressão de 80 psi, jato abrasivo (Co-Jet Sand – material abrasivo cerâmico) com partículas de sílica com pressão de 34 psi, jato de óxido de alumínio com partículas de 27 µm, com pressão de 160 psi. Metade das amostras foram silanizadas. Foi realizado o reparo utilizando a mesma resina dos espécimes e foram estocados por 24 horas e termocicladas por 300 ciclos com temperatura entre 5° e 55°C antes do teste de cisalhamento. Os melhores resultados foram obtidos quando utilizado o Co-Jet Sand com ou sem a utilização de silano tanto para as resinas híbridas quanto para as resinas microparticuladas. Na avaliação da superfície através de MEV, observou-

se que a superfície tratada com óxido de alumínio com partículas de 27 µm e com partículas de 50 µm são bastante similares.

SHAHDAD & KENNEDY⁵⁸, em 1998, investigaram o potencial de reparo de duas resinas compostas disponíveis no mercado em termos de força de união e a efetividade de sistemas adesivos usados como materiais intermediários nos reparos dos espécimes. A força de reparo do Heli Progress e Herculite XRV foram testados utilizando-se os agentes de união DenTASTIC e AllBond 2. O efeito da abrasão sobre a superfície e o tempo de reparo também foram investigados. A abrasão da superfície melhorou a força de união e o uso dos agentes de união também colaboraram para este aumento, mas não significativamente. O uso dos agentes de união sozinhos melhoraram significativamente a força de união de reparo. O reparo do Heli Progress com a mesma resina após a superfície ser abrasionada e a aplicação de DenTASTIC resultou em uma força de união de reparo de 99% da força coesiva dos espécimes que não foram reparadas (grupo controle). Concluíram que a associação de abrasão da superfície com a aplicação dos agentes de união produz uma melhor força de reparo e que parece aceitável clinicamente, sendo possível o uso de reparo em dentes anteriores.

LEWIS et al⁴¹ em 1998, realizaram estudo cujo objetivo foi examinar o quanto o estado da superfície final de restaurações

recentemente realizadas com resina composta afeta a força adesiva da interface quando estas resinas são imediatamente reparadas com o mesmo material. Foi utilizado o teste de cisalhamento para avaliar se a camada que fica em contato com o ar afetaria ou não a união das duas resinas. A conclusão foi que em restaurações imediatamente reparadas a presença de uma camada inibida pelo ar aumenta a força adesiva. Nos espécimes onde esta camada foi abrasionada, houve uma diminuição marcante desta força de união.

Em 1999, RIBEIRO et al⁵⁶ realizaram estudo cujo objetivo era avaliar a resistência à tração de quatro diferentes sistemas adesivos. A resina composta foi inserida em uma metade da matriz em pequenas porções e fotopolimerizada por 40 segundos. Os adesivos foram então aplicados na superfície dos discos de resina, seguindo a instrução dos fabricantes. A segunda parte da matriz foi colocada em posição e preenchida com a resina composta. Após uma hora, a matriz foi adaptada em um dispositivo especial na máquina de ensaios para determinar a resistência de união. Os autores concluíram que não houve influência dos diferentes sistemas adesivos na resistência de união da resina composta.

SILVEIRA⁶⁰, em 1999 realizou estudo cujo objetivo foi avaliar a resistência ao cisalhamento dos reparos com resina composta em restaurações com resina composta e cerâmica, em função de diferentes

tratamentos superficiais. Foram confeccionados 30 corpos-de-prova de resina composta Z100 (3M) e 30 corpos-de-prova em cerâmica (IPS Classic), dos quais 10 sofreram tratamento com pontas diamantadas, 10 com jato de óxido de alumínio (Microetcher) e 10 sofreram ambos os tratamentos. Os corpos-de-prova em resina composta receberam o tratamento com ácido fosfórico a 37% por 1 minuto, seguido por um agente silano (3M) e adesivo dentinário (3M), enquanto os de cerâmica receberam tratamento com ácido fluorídrico a 10% durante 3 minutos, seguido de agente silano (3M) e adesivo dentinário (3M), antes de serem efetuados reparos com resina Z100. Foi executada termociclagem antes e após os reparos. Todos os corpos-de-prova, tanto os de resina composta como os de cerâmica sofreram fraturas coesivas. Não houve diferença significativa entre as técnicas utilizadas, porém, foi estatisticamente significativa o tipo de material reparado.

MANHART et al⁴⁷ em 2000, comparou três tipos de resinas compactáveis e observou que suas propriedades mecânicas diferem consideravelmente. Este estudo sugere que fraturas e desgaste deste tipo de material são altamente influenciados pela sua composição. Aumentando a quantidade de partículas e diminuindo seu tamanho tem sido o método utilizado para se produzir resinas compostas para restaurar dentes posteriores, as quais devem ser resistentes a fraturas e desgaste para suportar as forças mastigatórias. Hoje as resinas híbridas são

materiais que apresentam boas qualidades mecânicas e boa performance clínica.

Em 2001, LUCENA-MARTIN et al⁴⁵, desenvolveram um estudo para avaliar a eficácia dos diferentes procedimentos químicos e mecânicos utilizados para aumentar a força de adesão no reparo de resinas microhíbridas e microparticuladas fotopolimerizadas. Os grupos estudados foram o jato abrasivo com partículas de óxido de alumínio (50µm, 60 psi), ácido ortofosfórico a 37% por 1 minuto, ácido hidrófluorídrico a 9,6% por 2 minutos, ácido ortofosfórico e Special Bonb II (Vivadent), acetona a 99%, Heliobond (Vivadent), ácido fosfórico e Prime & Bond 2.0 (Dentisply). O teste de cisalhamento foi utilizado para avaliar a união entre as duas porções de resina. As conclusões foram de que dentre os tratamentos de superfície testados, o com jato abrasivo produziu as adesões mais fortes. E que a composição da resina não modifica o efeito do jato abrasivo na força de adesão. O uso do Prime & Bond 2.0, resultou em uma melhor força adesiva do que a produzida com Heliobond. Além disso, concluíram que existe um efeito sinérgico entre as superfícies mecanicamente tratadas e os adesivos dentinários. A combinação que produziu uma adesão próxima da força coesiva do compósito foi, para as micropartículas e para as microhíbridas, o jato abrasivo mais a aplicação de um adesivo mono-componente.

No mesmo ano, TIRADO et al⁶⁷ analisaram o efeito da termociclagem na resistência à fratura e na dureza de cinco materiais comumente utilizados na confecção de núcleos diretos. O aparelho de termociclagem era composto de duas cubas de aço inoxidável preenchidas com água deionizada e um braço mecânico que transportava as amostras de um banho para outro. Um termostato digital controlava a temperatura do banho quente enquanto a água fria era controlada manualmente com a adição de gelo. As temperaturas se mantiveram entre 3°C e 60°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). As amostras selecionadas foram termocicladadas por 2000 ciclos com um tempo de imersão em cada banho de 30 segundos e um intervalo para troca de 15 segundos. Os autores concluíram que a termociclagem afeta negativamente a resistência à fratura e a dureza dos materiais testados. Ocorre uma degradação superficial das resinas compostas induzidas pelo choque térmico entre os componentes deste material criando microfraturas.

BURKE et al¹², em 2001 realizaram um estudo onde avaliou as razões pelas quais um grupo seletivo de cirurgiões dentistas opta pela colocação ou pela substituição de restaurações, e relacionou os dados obtidos com os fatores individuais de cada paciente (idade, sexo, oclusão e higiene oral) e a longevidade das restaurações. Os resultados encontrados mostraram que 28% das restaurações foram realizadas/substituídas devido à presença de cárie primária, 29% por cárie

secundária, 10% por fratura marginal, 7% fratura dental e 6% por defeitos não cariosos. A idade média global das restaurações quando houve a falha era de 7,1 anos. Para as restaurações de resina composta, os motivos para a substituição das restaurações foram cárie secundária (50%), fratura marginal (18%), manchamento marginal (9%), fratura do corpo da restauração (7%), fratura do dente (7%), alteração da cor da resina (6%) e dor (3%).

O sucesso de uma restauração estética depende de uma boa seleção de cor. A estabilidade de cor desta resina, pode afetar o resultado estético. Por esta razão, FRUITS et al²³, em 1997, conduziu um estudo para comparar os efeitos causados pelo tempo na cor das restaurações. Foram utilizados uma resina microparticulada, uma híbrida e um ionômero de vidro fotopolimerizável. Os corpos de prova foram submetidos a diferentes circunstâncias como calor, luz ultravioleta e umidade para que a integridade superficial dessas restaurações fosse afetada. Através de análise com um espectrofotômetro, os autores concluíram que todos os materiais avaliados sofreram alterações no valor, croma e matiz independentemente do tempo de exposição. Com relação à mudança de cor não foi encontrada diferença significativa entre as duas resinas estudadas, no entanto, a diferença do brilho em cada uma delas foi bastante significativa.

No mesmo ano, CESAR et al¹⁶, realizou uma pesquisa cujo objetivo foi determinar a resistência à tração dos reparos de resina aplicados sobre Artglass utilizando diferentes tratamentos superficiais. O teste de ANOVA revelou que não existem diferenças estatísticas entre os três tratamentos mecânicos utilizados (disco de lixa, pontas diamantadas e microetch) exceto quando foram utilizados apenas o líquido do Artglass e o silano. A associação do silano com o microetch resultou estatisticamente em uma força de adesão maior quando comparado aos outros grupos. A análise pela microscopia eletrônica mostrou que a aplicação do ácido fosfórico é insuficiente na promoção de mudanças nas amostras tratadas mecanicamente. Por outro lado quando o ácido fluorídrico foi associado ao tratamento com brocas diamantadas ou microetching, a topografia criada pelo tratamento superficial mecânico é parcialmente destruída.

BORSATTO et al³ em 2002, realizou um estudo com o objetivo de avaliar a resistência ao cisalhamento da resina composta ao esmalte, utilizando três diferentes tratamentos de superfície. Foram utilizados 15 terceiros molares, divididos aleatoriamente em três grupos. No grupo 1, a superfície de esmalte foi condicionada com ácido fosfórico a 37%, durante 15 segundos; no grupo 2, a superfície foi tratada utilizando-se jato de óxido de alumínio; no grupo 3, foi utilizada a associação do jato de óxido de alumínio e ácido fosfórico. O sistema adesivo foi aplicado e

uma matriz de teflon foi colocada e preenchida com resina composta Z100 e fotopolimerizada. A resistência ao cisalhamento foi avaliada com a Máquina de Ensaio Universal. Os maiores valores de resistência ao cisalhamento foram obtidos por meio do condicionamento ácido e da associação jato de óxido de alumínio com condicionamento ácido. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey, no qual observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência ao cisalhamento entre o grupo 1 e 3 e ambos os grupos apresentaram diferença estatisticamente significativa com o grupo 2. Abrasão a ar com óxido de alumínio não substitui o condicionamento ácido, e é necessário a associação destes métodos para obter uma adequada adesão ao substrato.

Em 2003, DeGOIS et al²¹ realizaram um estudo que avaliou a resistência adesiva a microtração em reparos de resinas compostas, novas e envelhecidas, após tratamento da superfície com ponta diamantada, jato de óxido de alumínio e laser de Er: YAG para verificar a possibilidade de desenvolver uma nova técnica ultraconservadora para reparo de restaurações insatisfatórias em resinas compostas com o sistema a laser de Er: YAG. Trinta e seis blocos de resina composta híbrida Z100 (3M, St. Paul, MN, USA) com 5mm de comprimento e 6 mm de largura foram confeccionados. Metade desses blocos foi reparada após 24 horas, e a outra metade foi reparada após envelhecimento

artificial. Os blocos foram reparados com a resina composta Point4 (KERR, West Collins, USA) e em seguida submetidos à teste mecânico de microtração para avaliar a resistência adesiva interfacial do reparo. A análise de variância foi empregada ao nível de 5% de significância, a qual foi complementada pelo teste de Tukey, também ao nível de 5% de significância. Os resultados deste estudo não indicaram diferença entre as médias dos diversos tratamentos mecânicos em MPa quando se reparou a resina nova (G1= 38,39; G2= 38,68; G3= 31,97; G4= 33,63; G5= 36,83; G6= 35,95). Já quando a resina envelhecida foi reparada, as maiores médias de resistência adesiva foram achadas para o desgaste da superfície com ponta diamantada (G1= 42,34) e a ablação da superfície com laser de Er:YAG com 100 mJ e 10 Hz (G3= 37,65), e as menores médias foram encontradas para os grupos tratados com jato de óxido de alumínio (G2=20,22) e para o grupo controle (22,19). As médias dos grupos tratados com laser de Er:YAG com 200 e 300mJ a 10Hz (G4=32,15; G5=33,89) foram equivalentes e não apresentaram diferença significativa entre G3. Os resultados deste estudo sugerem o uso do sistema a laser de Er:YAG para reparos de resinas compostas.

Em 2003, PAZINATTO et al⁵², realizou trabalho que buscava responder se existe relação entre a ciclagem térmica e o número de ciclos na infiltração marginal de resinas compostas. A ciclagem tem por objetivo, simular *in vitro* as mudanças térmicas intra-orais que ocorrem

cl clinicamente. Foram confeccionadas cavidades classe V com dimensões de 3mm de altura, 3mm de largura e 1,5mm de profundidade, em dentes bovinos. Os dentes foram restaurados com o sistema Single Bond/Z250 e, então, divididos em 5 grupos de 10 dentes cada: G1 (controle) sem ciclagem; G2, G3, G4, e G5, com 500, 1000, 2500 e 5000 ciclos, respectivamente (5°-55°, 15 segundos por banho). A seguir, os dentes foram seccionados e analisados com microscópio com 100X de aumento para a escolha da fatia mais infiltrada, que foi escaneada e quantificada pelo programa ImageTool. Os dados submetidos ao teste Anova não apresentaram diferença significativa ($p>0.05$), resultando em valores médios de infiltração em milímetros: G1 (3.92), G2 (3,13), G3 (4.48), G4 (4,33) e G5 (3.42). A análise dos dados permitiu concluir que não há relação entre o aumento do número de ciclos e o aumento da infiltração marginal.

2.2 – Laser Er:YAG

STERN & SOGNNARES⁶³, em 1964, relataram que há mais ou menos meio século, vem se estudando a utilização de diferentes lasers nas estruturas duras do dente. Estes autores foram os primeiros a descreverem a aplicação do laser em Odontologia, os quais utilizaram laser de rubi no esmalte dental demonstrando que estes poderiam pulverizá-lo. Contudo, foi observado que o esmalte se apresentava fundido e vitrificado e a dentina com sinais de carbonização. Estudos com os lasers de Nd:YAG e CO₂ encontraram danos semelhantes.

GOLDMAN²⁵ em 1965 irradiou pela primeira vez um dente vital de um paciente. Quando dos seus estudos preliminares, usando um laser de Rubi em esmalte e dentina notou que havia formação de crateras e a fusão do esmalte, lembrando um processo de vitrificação.

Em 1966, GORDON²⁷ chamou de ablação a vaporização da estrutura dental em estado ionizado a partir da utilização do laser de rubi. Na confecção de um preparo cavitário com laser, relata a formação de material denso e amorfo na superfície do esmalte dental. Refere-se ao laser como um possível substituto das fresas em baixa e alta rotação.

HIBST et al.³⁰ Em 1988, descreveram pela primeira vez a utilização do laser de Er:YAG na área Odontológica. Estes autores

definiram o laser de Er:YAG como promissor, por emitir comprimento de onda de 2,94 μ m, coincidente com o pico máximo de absorção da água, assim como dos radicais OH⁻ presentes nos minerais do tecido duro, resultando em boa absorção nos tecidos biológicos, incluindo esmalte e dentina.

HOKE et al³³, em 1990, em um estudo *in vitro*, procuraram avaliar a mudança da temperatura na câmara pulpar de dentes humanos durante o preparo com o laser de Er:YAG. Observaram um aumento médio de temperatura de 2,2°C quando foi utilizada refrigeração a água durante o procedimento e que o uso de um fino jato de água aumenta a eficiência da ablação com laser de Er:YAG. Quando analisado em microscópio de varredura, a dentina ablacionada apresentou túbulos intactos a uma distância de aproximadamente 10 μ m da superfície dentinária irradiada.

As pesquisas de HIBST E KELLER³² em 1991 vieram demonstrar que o laser de Er:YAG apresenta capacidade de remover materiais restauradores, como a resina composta e o ionômero de vidro. A velocidade da abrasão é comparável àquela registrada em esmalte e dentina, embora em geral, se recomendem freqüências de pulsos mais baixas, em virtude dos maiores efeitos colaterais de natureza térmica.

Também em 1991, MORIOKA et al⁵⁰. comparou o laser de Er:YAG com os lasers de CO₂, Argônio e Nd:YAG pulsado e contínuo quanto à possibilidade de perfuração do tecido dental duro. O autor conclui que o laser de Er:YAG foi bem absorvido pelo esmalte dental e os resultados mostram que este laser tem a possibilidade de promover perfurações no tecido duro dental , apresentando-se como um sistema superior para o preparo de cavidades quando comparado aos outros lasers utilizados neste trabalho.

BURKES et al¹³em 1992, observaram a estrutura dental e a temperatura pulpar em dentes extraídos submetidos ao tratamento com o laser de Er:YAG. Foram irradiados dois dentes desidratados e três dentes umedecidos com água. Quando o dente desidratado foi irradiado, houve mínima ablação do esmalte. A análise por microscopia eletrônica de varredura da superfície mostrou fragmentos circulares dos prismas de esmalte, fusão do esmalte, fraturas e ausência de bordas planas. Através de um sensor, a temperatura pulpar foi medida, mostrando uma elevação maior que 27°C. Quando o laser foi aplicado sobre o dente em constante refrigeração com água, o esmalte e a dentina foram eficientemente removidos por ablação. A análise por microscopia eletrônica de varredura mostrou superfície com fissuras e cavidades cônicas com projeções remanescentes de esmalte afiado. A elevação média da temperatura pulpar foi de 4°C. Os resultados indicaram que o laser pulsado de Er:YAG

utilizado com água pode remover esmalte e dentina sem produzir uma mudança significativa na temperatura pulpar.

Também em 1992 KELLER & HIBST³⁷, realizaram um estudo clínico pioneiro com o laser de Er:YAG em 67 dentes tratados de 33 pacientes. Neste estudo, cavidades classe I, II, III, e IV foram realizadas na remoção de tecido cariado com o laser focado com 0,8mm de tamanho do foco, taxa de repetição de 1 a 4 Hz, energia variando de 150 mJ/pulso a 450mJ/pulso e sob refrigeração com spray de água. Após o tratamento, os espécimes foram restaurados com resina composta. Os resultados demonstraram que nenhum dos dentes perdeu vitalidade, nem ocorreu sensibilidade à percussão. Em 26 casos de preparação longe da polpa, não houve sensibilidade em 16 deles. Em 41 casos de preparação próxima à polpa, uma pequena sensibilidade foi sentida em 29 deles. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG é capaz de realizar preparos cavitários sem danos térmicos à polpa, sendo indicado para a remoção de cárie na prática diária.

HIBST & KELLER³¹ em 1994, realizaram um estudo para comparar a qualidade do selamento marginal e medir a força de tração nas restaurações de resina composta em cavidades preparadas com o laser de Er:YAG e com alta rotação. Utilizaram molares humanos extraídos para o teste de microinfiltração e incisivos bovinos para o teste

de tração. Em ambos os grupos (alta rotação e laser) foram utilizados spray de água durante o procedimento. Para subsequente biselamento e condicionamento das cavidades, várias combinações de tratamento com o laser e com alta rotação foram empregadas. A microinfiltração foi avaliada pelo método de penetração do corante, observando que as margens cavitárias biseladas com o laser não apresentaram vantagens quando comparada às margens biseladas com pontas diamantadas. Porém, sobre a superfície biselada com essas pontas, quando o laser foi usado para criar uma retenção na superfície do esmalte, houve um bom selamento marginal e uma alta força de adesão excedendo 10MPa.

GIMBLE et al.²⁴ em 1994, avaliaram a eficácia do laser de Er:YAG através de um estudo clínico controlado, comparada aos tratamentos convencionais para tecidos dentais. Realizaram um tratamento de fóssulas e fissuras, remoção de cáries, condicionamento e preparo cavitário examinados aleatoriamente. Foram realizados 352 procedimentos em pacientes entre 12 e 60 anos, sendo 165 procedimentos realizados a laser e 187 tratados de maneira convencional, servindo como grupo controle. A energia do laser utilizada para cada procedimento variou de 15 mJ/pulso para selamento de fóssulas e fissuras a 250mJ/pulso para o preparo de cavidades, com a taxa de repetição variando entre 5 a 10 Hz para todos os procedimentos. Observaram que o laser de Er:YAG, mostrou-se seletivo para a remoção

de tecido cariado em todas as profundidades, sem perda da vitalidade pulpar. Os resultados dos procedimentos indicaram que o laser foi tão efetivo quanto a broca para remoção de cárie e para realização de preparos cavitários. Ao ser analisado em microscópio eletrônico de varredura mostrou que, nos testes de tração, o laser combinado com o condicionamento ácido é melhor do que o condicionamento ácido sozinho. Os dados histológicos, em relação aos estudos térmicos da polpa, indicaram que não houve danos devido ao tratamento com o laser.

KELLER et al³⁸. em 1998, realizaram 206 cavidades em 194 dentes de 103 pacientes com o propósito de investigar a resposta e a percepção dos pacientes na preparação de cavidades com o laser de Er:YAG e comparar com a preparação convencional com alta rotação. Cinquenta% dos preparos foram executados com laser e o restante, com instrumentos rotatórios. A ordem seqüencial do tratamento foi randomizada e os parâmetros clínicos, como a profundidade e a localização das cavidades, foram balanceados. A avaliação dada pelo paciente foi feita utilizando três respostas: confortável, desconfortável e muito desconfortável. Antes e depois dos tratamentos os dentes responderam positivamente aos testes de vitalidade realizados. 80% dos pacientes acharam que o tratamento com o laser foi mais confortável do que o tratamento mecânico e 82% deles preferiram utilizar o laser à realização do preparo cavitário num futuro tratamento de cárie. Os autores

concluíram que o preparo cavitário realizado com laser de Er:YAG promove mais conforto do que o método convencional.

Em 1999, HOSSAIN et al.³⁴, desenvolveram uma pesquisa com o interesse de determinar as taxas de ablação e avaliar as mudanças morfológicas em esmalte e dentina humanos, irradiados com laser pulsado de Er:YAG, com ou sem a utilização de jato de água. Os parâmetros utilizados foram de 100 a 400mJ de potência, frequência de 2Hz, durante 5 segundos. Os resultados mostraram que o uso de jato de água reduziu minimamente a profundidade de ablação, quando comparado com as irradiações sem água. Morfologicamente, se observaram cavidades esbranquiçadas e opacas, com margens definidas e limpas, com superfícies tipo “escamosas” e ausência de danos térmicos ao redor do esmalte e dentina, quando refrigeradas com água. Na dentina com altas energias, mostrou túbulos abertos e carbonização de cor marrom nas margens e paredes das cavidades. Os autores concluem que, de acordo com os resultados obtidos, a relação entre energia e profundidade de ablação, foi sempre linear, tanto em esmalte quanto em dentina.

BURNETT et al¹⁴ em 2001, fizeram um trabalho *in vitro* para avaliar através de teste de tração, a resistência do sistema adesivo Single Bond (3M) utilizado sobre superfície dentinária tratada com turbina, óxido

de alumínio, laser de Er:YAG no modo contato e não contato. Já que a utilização de adesivos dentinários é rotina nos consultórios odontológicos existem poucos trabalhos comparando a influência que os métodos utilizados para a confecção do preparo cavitário tem na força adesiva do adesivo Single Bond. Os resultados mostraram que este adesivo quando utilizado após o condicionamento dentinário com ácido fosfórico a 35% não teve diferenças significantes. Os autores concluíram que a resistência à tração do adesivo estudado foi a mesma quando a dentina foi tratada com os métodos utilizados neste experimento.

Em 2002, CHIMELLO et al¹⁹ realizaram um estudo *in vitro* que avaliou a influência do laser Er:YAG e do jato abrasivo com partículas de óxido de alumínio na força adesiva dos Sistemas Single Bond/Z250 (3M) e Bond 1/Flow it (Jeneric/Pentron) em dentina. Os grupos foram formados de acordo com os tratamentos superficiais utilizados, laser de Er:YAG (80mJ/2Hz), laser de Er:YAG (80mJ/2Hz) e aplicação de ácido fosfórico a 37% por 15 segundos, abrasão a ar com óxido de alumínio com partículas de 27,5µm e pressão de 60 psi seguido de condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos e um grupo controle no qual foi utilizado apenas o ácido fosfórico com tempo e concentração iguais aos outros grupos. Os autores concluíram que a abrasão a ar seguido de condicionamento ácido aumentou a força de adesão entre os sistemas restauradores testados e a dentina. O laser de

Er:YAG influenciou a força de adesão nos sistemas restauradores testados, porém os valores são similares àqueles obtidos com o tratamento convencional apenas com ácido. A utilização do laser sem o posterior condicionamento ácido, mostrou os valores mais baixos quando comparados aos outros tipos de tratamentos.

LIZARELLI⁴², em 2002 realizou experimento para investigar a taxa de ablação e os aspectos morfológicos resultantes na resina composta após irradiação com laser Er:YAG. Utilizou para o experimento uma resina microparticulada (Durafill VS), uma resina híbrida (Z100) e uma resina compactável (Alert), todas na cor A2. O laser foi utilizado com 10Hz, focado (12,0mm de distância do tecido-alvo), tempo de exposição de 10 segundos, energia de 100, 200, 300 e 400mJ. Foram utilizadas 15 pastilhas para cada tipo de resina, sendo que cada 5 foram consideradas para cada tempo de imersão em água (zero dias, 4 e 7 dias). Foi observado que após a utilização do laser, as margens das cavidades são regulares e bem definidas, mostrando que a ablação a laser na resina composta apresenta-se uniforme provavelmente como consequência da homogeneidade do próprio material. Quando as pastilhas foram mantidas em água destilada por 4 e 7 dias, mostraram diferenças nas características morfológicas. A maior parte da expansão da resina devido à sorção de água, ocorre nos primeiros 4 dias, entretanto, a água absorvida, provavelmente, se mantém nas camadas mais superficiais do

material, sem difundir completamente para dentro da massa do material. Após 7 dias, essa água absorvida poderia se acomodar para dentro da massa de resina composta resultando em um equilíbrio da distribuição de água. A água em excesso após 4 dias permite uma interação e conseqüente absorção do laser de Er:YAG. A presença intensa de água evita a ablação do tecido-alvo. Essa água excessiva, provavelmente, absorve muito mais o laser agindo como um bloqueio para o laser agir diretamente ablacionando a massa de resina composta. Após 7 dias, a água está incorporada e faz parte da massa de resina composta. A homogeneidade resultante desse equilíbrio apresenta um material mais uniforme ocasionando uma ablação a laser mais uniforme. A água incorporada parece mediar o mecanismo de ablação, assim como nos tecidos dentais duros. Os aspectos gerais da área ablacionada revelam um comportamento muito particular da resina sob a irradiação laser. Parece que a resina híbrida é mais facilmente removida pelo laser de Er:YAG do que a micropartícula e a resina compactável. Esse fato pode ser conseqüência da microestrutura da microparticulada, que tem toda a sua resistência relacionada à matriz polimérica, que ao ser ablacionada permite que as micropartículas se desprendam da massa de resina e se percam. A resina compactável parece ser mais resistente à ablação. Considerando os três tempos de imersão em água, a resina dá indicação de que durante a ablação a laser a matriz polimérica é removida, deixando para trás os espaços previamente ocupados pelas

micropartículas. Aumentando a energia no pulso do laser parece não ocorrerem mudanças nos aspectos gerais, mas uma maior modificação ocorre no polímero. Para a resina composta híbrida a microestrutura da superfície irradiada não apresenta uma modificação radical entre a menor e a maior energia empregadas por pulso, exceto pelo fato de que com baixa energia por pulso de laser, as partículas maiores podem ser observadas, enquanto que sob maiores energias, a regularidade da superfície parece ser dominante.

GONÇALVES et al²⁶ em 2002, realizaram estudo *in vitro* para avaliar através de teste de tração a força de adesão entre a resina e a dentina condicionada com ácido fosfórico a 37% e com laser de Er:YAG. Quarenta e duas amostras de dentina humana foram obtidas de terceiros molares superiores extraídos e mantidos sob refrigeração em solução aquosa de cloramina a 0,5%. Foram separadas em 3 grupos experimentais e três grupos controle. Os sistemas restauradores selecionados foram Alert (Jeneric/Pentron), Prodigy (Kerr Co.), e Z-100 (3M Co.), utilizados com os respectivos adesivos dentinários. O laser foi aplicado em cada amostra por 15 segundos em 140mJ e 4 Hz de frequência, com incidência de 90° sobre a superfície e um comprimento de onda de 2,94µm sob refrigeração. Os autores concluíram que o tratamento prévio da dentina com laser de Er:YAG e ácido fosfórico a 37% aumentou a força adesiva do sistema restaurador Alert.

Proposição

3 - Proposição

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência ao cisalhamento de reparos realizados na interface de restaurações de resina composta em função de diferentes tratamentos superficiais:

- 1 – Controle (Sem tratamento superficial)
- 2 – Ponta Diamantada
- 3 – Jato abrasivo com pó de óxido de alumínio
- 4 – Laser de Er:YAG com energia de 200mJ
- 5 – Laser de Er:YAG com energia de 300mJ
- 6 – Laser de Er:YAG com energia de 400mJ

Material e Método

4. Material e Método

1- Individualização dos corpos- de-prova

1.1 - Base para individualização dos corpos-de-prova

Para a obtenção da base individualizadora dos corpos-de-prova foi confeccionada uma matriz metálica (Matriz A – Figura 1) composta por duas partes. A primeira parte é um cilindro de latão de 20mm de diâmetro e 50mm de altura dividido em dois compartimentos o inferior de 38mm e o superior com 12mm, de onde obtivemos a matriz individualizadora propriamente dita. Os dois compartimentos são separados por uma lamina do mesmo metal que apresenta um orifício centralizado de 8mm, fazendo com que haja assim uma ligação entre ambos. A segunda parte da matriz é um cilindro metálico de 50mm de comprimento e 8mm de diâmetro com uma rosca medindo 12mm de comprimento e 3mm de diâmetro em sua em sua extremidade superior. Esta segunda porção se encaixa com precisão no interior da primeira parte da matriz.



Figura 1: Matriz A

O material utilizado para a confecção da base foi a Cola de Poliéster autopolimerizável Milflex® (Milflex Indústria Química Ltda. – São Bernardo do Campo – S.P., Fabricada em 14/04/2003 (Figura 2)), sendo utilizada a quantidade de 20 gramas da base e 10 gotas do catalisador

para a confecção de cada base individualizadora. Os materiais foram homogeneizados em um recipiente de silicone e depois vertidos no interior da matriz metálica com as duas partes encaixadas. Após a presa as bases eram removidas da rosca (Figura 3).



Figura 2: Material utilizado para confecção das bases

Foram obtidas 60 bases transparentes, com 20mm de diâmetro e 12mm de altura. O orifício interno apresenta 3mm de diâmetro e em seu interior, manteve-se a rosca para ajudar na retenção do corpo-de-prova (Figura 4).



Figura 3: Matriz A



Figura 4: Bases individualizadoras

2-Confeção dos corpos-de-prova

As bases individualizadoras eram montadas em um suporte de aço SAE 1010/1020 medindo 25mm de comprimento e 7,5mm de diâmetro (Figura 5) que possuía um parafuso halem sextavado interno M6 X 35 com 25mm de rosca. Quando encaixado nas bases obtínhamos um espaço interno de 5 mm.



Figura 5: Suporte

A resina foi colocada no interior da base individualizadora utilizando-se uma espátula de Thompson #4 Composite (Dental MIG. CO. USA). Foram colocados dois incrementos de 2,5mm cada e condensados com o auxílio de um condensador de 6mm de diâmetro.



Figura 6: Inserção da resina



Figura 7: Condensação da resina

Uma outra matriz de latão (Matriz B – Figuras 8 e 9) medindo 33mm de comprimento e 23mm de diâmetro era adaptada sobre todo o conjunto de matrizes (Figura 10). Dentro desta foi condensado mais um incremento de resina com o objetivo de aumentar o corpo-de-prova em 2 mm além do término da base individualizadora (Figura 11).



Figura 8: Matriz B – Vista lateral



Figura 9: Matriz B – Vista superior



Figura 10: Encaixe Matriz B sobre o suporte



Figura 11: Corpo-de-Prova finalizado

2.1 Resina composta utilizada

O material restaurador selecionado para a realização dos corpos de prova foi o 3M Filtek Z250 Restaurador Universal para dentes anteriores e posteriores (Figura 12). Este é um compósito fotopolimerizável, radiopaco, embalado em seringa e foi selecionada a cor A2. A polimerização máxima é obtida para um incremento de 2,5mm de espessura. Cada camada foi polimerizada durante 20 segundos segundo as instruções do fabricante (Figura 13).



Figura 12: Resina utilizada no experimento

Material	Validade	Lote	Marca
Filtek™ Z250	Junho/2006	2TE	3M – St. Paul, MN USA



Figura 13: Corpo-de-prova finalizado

2.2 Fotopolimerização

Para fotopolimerização da resina foi utilizado o aparelho Ultralux – Dabi Atlante (Ribeirão Preto – S.P. (Figura 14)). A potência deste aparelho era de 470mw/cm².



Figura 14: Fotopolimerizador Dabi Atlante

3. Termociclagem

Antes da confecção dos reparos, os corpos-de-prova, eram mergulhados em água destilada, sendo em seguida submetidos ao teste de termociclagem com temperatura variando entre 5°C e 55°C, 500 ciclos por 15 segundos, na máquina de termociclagem Ética (Ética Equipamentos Científicos S/A – São Paulo (Figura 15)). O objetivo da termociclagem é promover um envelhecimento artificial do material, simulando o que ocorre na cavidade bucal.



Figura 15 :Máquina de termociclagem Ética

4. Armazenagem em estufa

Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada, colocados em uma estufa que manteve uma temperatura de 37°C, por 7 dias.

5.Tratamento superficial dos corpos de prova

5.1 Grupo Controle – Sem tratamento Superficial

Para este grupo, 10 corpos-de-prova foram separados aleatoriamente. Não foi realizado nenhum tratamento superficial nesta resina (Figura 16).



Figura 16: Grupo controle (G1) - Aspecto do corpo-de-prova

5.2 Grupo 2 – Ponta diamantada

Para este grupo, 10 corpos-de-prova foram selecionados aleatoriamente, utilizou-se para o tratamento superficial a ponta diamantada 4054, KG Sorensen em forma de roda (Figura 17).



Figura 17: Ponta diamantada em forma de roda

Para que os desgastes realizados nos corpos-de-prova fossem padronizados, utilizamos o dispositivo preconizado por Sá e Gabrieli e apresentado na figura 18. As bases individualizadoras dos corpos de prova eram colocadas na morsa (m) do sistema de fixação (q) de modo a evitar qualquer movimento em relação ao seu eixo. Em seguida, pelo parafuso macrométrico (v), ajustou-se o relógio comparador (a) na capacidade de 10 centésimos de milímetro. Logo após, a turbina de alta rotação com a ponta em forma de roda foi posicionada ao dispositivo de fixação (t) de forma que a parte ativa da ponta ficasse em posição paralela ao corpo-de-prova (Figura 19). Ao ser acionado o motor,

obtinhamos um desgaste de 1mm na superfície do corpo-de-prova (Figura 20), que era verificado no relógio comparador.

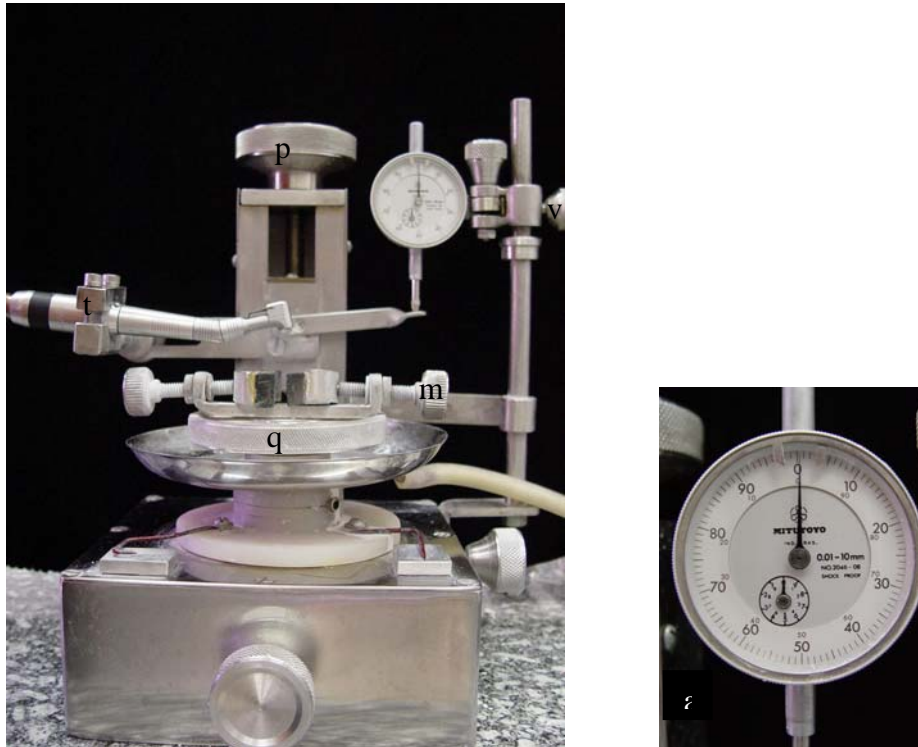


FIGURA 18: Equipamento utilizado no procedimento de desgaste. a) relógio comparador para controlar a pressão exercida pelo micro-motor e medir a profundidade do preparo; m) morsa, fixação do espécime; p) parafuso micrométrico que permite a aplicação controlada da pressão de corte para obter a profundidade desejada; q) sistema de fixação da base retangular acoplada à platina móvel do aparelho; t) dispositivo de fixação do alta rotação, com parafusos de regulagem para obter posição perpendicular da ponta diamantada a superfície do corpo-de-prova a ser desgastado; v) parafuso macrométrico através do qual ajusta-se, inicialmente, a ponta diamantada na superfície do corpo-de-prova.

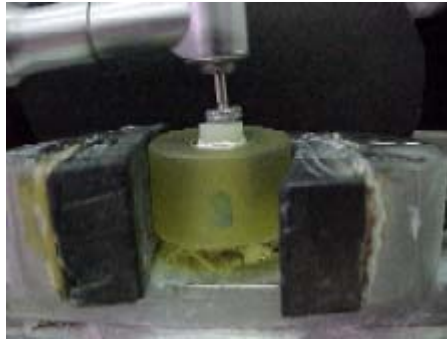


Figura 19: Posição do corpo-de-prova



Figura 20 Grupo 2 (G2) – Aspecto do corpo-de-prova

5.3 Grupo 3 - Jato abrasivo com pó de Óxido de Alumínio



Figura 21 Pó de Óxido de Alumínio

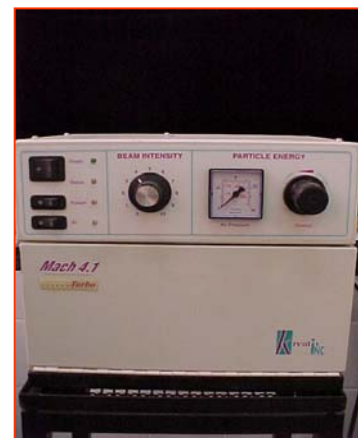


Figura 22: Aparelho Kreativ Inc

Para este grupo, 10 corpos-de-prova foram separados aleatoriamente. Para a realização do tratamento superficial destes, foi utilizado o aparelho Kreativ Inc Match 4.1 (modelo KV – 1A – match 4.0, Albany, Oregon, USA (Figura 22)) com pressão de ar comprimido regulada para 60 psi, pó abrasivo de óxido de alumínio com granulação de 27,5 μm (Figura 21) e uma ponta para aplicação do jato medindo 0,36mm de diâmetro. Intensidade do jato foi de 4 e o tempo de utilização foi de 10 segundos com movimentos horizontais. A ponta ativa do aparelho foi colocada a uma distância de 2 mm do corpo-de-prova realizando um ângulo de 90° com a superfície da resina (Figura 23).

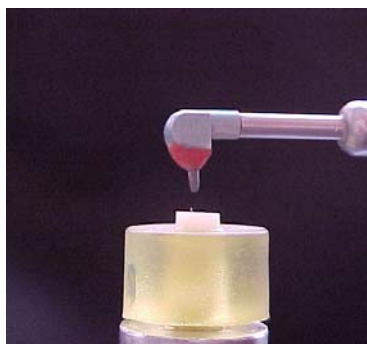


Figura 23: Posição da ponta utilizada (90°)

Pressão (psi)	Al ₂ O ₃ (μm)	Distância (mm)	Tempo (seg)	Diâmetro (mm)	Ângulo (graus)
60	27,5	2	10	0,36	90

Quadro 2: Parâmetros utilizados para o Jato de óxido de alumínio.



Figura 24: Grupo 3 (G3) - Aspecto do corpo-de-prova

5.4 Grupo 4 – Laser de Er:YAG (200mJ)

Para este grupo 10 corpos de prova foram separados aleatoriamente. Para a realização dos tratamentos superficiais destes utilizou-se o aparelho TWINLIGHT™ -Er:YAG (Fotona Medical Laser– Slovênia (Quadro 3).Este aparelho opera no regime de microssegundo com duração de pulso entre 200 e 450 μ s, emitindo comprimento de onda de 2940nm, máximo de energia por pulso de 500mJ, taxa de repetição ou frequência de pulsos de 2 a 15Hz. Apresenta um sistema de entrega com braço articulado, peça de mão com janela de safira e feixe não contato com área de “spot” focado de aproximadamente 0,466mm.

CARACTERÍSTICAS	LASER DE Er:YAG
Meio ativo	Cristal de yttrium-alumínio e granada dopado com érbio
Comprimento de onda	2940nm
Modo de operação	Pulsado
Largura de pulso	200-400µs
Modo de aplicação	Não contato
Distância focal	12-15mm
Área de “spot”	0,466mm ²
Transmissão	Braço articulado de 5 espelhos com peça de mão óptica
Efeito	fotomecânico

Quadro 3: Especificações e características do aparelho laser utilizado

Para este grupo a frequência utilizada foi de 10 Hz, o laser foi focado (distância de 12mm do tecido-alvo), tempo de exposição de 10 segundos e energia de 200mJ, com jato de água.

Foram realizados movimentos horizontais, simulando a remoção da resina na cavidade oral. A incidência do raio laser foi perpendicular à superfície da resina (Figura 25).



Figura 25: Movimentos realizados quando da utilização do laser



Figura 26: Grupo 4 (G4) – Aspecto do corpo-de-prova

5.5 Grupo 5 – Laser de Er:YAG (300mJ)

Para este grupo foram selecionados aleatoriamente 10 corpos-de-prova. Foi utilizado o mesmo aparelho laser e o mesmo parâmetro utilizado para o Grupo 4, variando-se apenas a energia que foi de 300mJ (Figura 27).

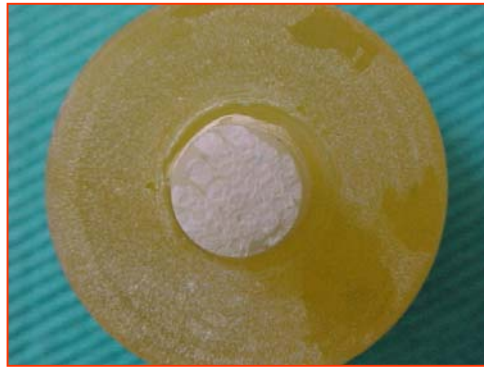


Figura 27: Grupo 5 (G5) – Aspecto do corpo-de-prova

5.6 Grupo 6 – Laser de Er:YAG (400mJ)

Para este grupo foram selecionados aleatoriamente 10 corpos-de-prova. Foram utilizados o mesmo aparelho laser e o mesmo parâmetro para os Grupos 4 e 5, variando-se apenas a energia que foi de 400mJ (Figura 28).



Figura 28: Grupo 6 (G6) – Aspecto do corpo-de-prova

	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Frequência	10Hz	10Hz	10Hz
Distância focal	12mm	12mm	12mm
Tempo de exposição	10seg.	10seg.	10seg.
Energia	200mJ	300mJ	\$400mJ

Quadro 4: Parâmetros utilizados para o laser

6. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

6.1 Preparo das amostras

Foram confeccionados 5 corpos-de-prova em resina Z250 com 5mm de diâmetro e 1mm de altura. A matriz foi apoiada sobre uma lâmina de vidro e a Resina composta Z-250 foi inserida e acomodada em um único incremento no interior da matriz com a espátula de Thompson. Em seguida, foi colocado um peso de 1000 g com a finalidade de compactar a resina e deixar a superfície lisa e padronizada. Após 30 segundos o peso foi removido e a fotopolimerização foi executada com o aparelho Ultralux (Dabi-Atlante) por 20 segundos, sendo que a intensidade da luz, foi de 470mW/cm².

Estes corpos de prova foram mergulhados em água destilada sendo em seguida submetidos a termociclagem para simular o envelhecimento deste material. Neste teste a temperatura variou entre 5°C e 55°C, 500 ciclos por 15 segundos, em um aparelho Ética (Ética Equipamentos Científicos S/A – São Paulo).

Após a termociclagem, os corpos-de-prova foram aleatoriamente submetidos aos seguintes tratamentos superficiais:

1- Controle: sem nenhum tipo de tratamento superficial

2- Ponta Diamantada: Foi utilizada ponta de número 4103 da marca KG Sorensen que é cilíndrica e de corte regular.

3- Jato de Óxido de Alumínio: com partículas de 27,5µm com distância de 2mm entre a ponta e o corpo de prova por 10 segundos e com uma pressão de 60psi.

4- Laser Er:YAG 200mJ – 10Hz, focado (12mm de distância do tecido alvo) por 10 segundos.

5- Laser de Er:YAG 400mJ – 10hz, focado (12mm de distância do tecido alvo) por 10 segundos.

Os corpos-de-prova após terem sofrido os respectivos tratamentos superficiais foram colocados em um dessecador contendo Sílica gel onde permaneceram por 7 dias. Este procedimento de secagem é fundamental para que o vácuo no compartimento do microscópio eletrônico de varredura seja adequadamente obtido.

Os corpos-de-prova foram fixados nos stubs (Figura 29) utilizando-se Base para Unha incolor (Colorama).



Figura 29: Corpo-de-prova fixado ao stub

Para que possamos observar as amostras no microscópio, estas devem ser transformadas em condutores elétricos, para tal, sofrem um processo de metalização com ouro, no Metalizador Balzers SCD 050 Sputter Coater (Figura 30) que depositou sobre as amostras uma camada de ouro com espessura de 20nm (Figura 31).



Figura 30: Metalizador



Figura 31: Corpos-de-prova metalizados

Os corpos-de-prova foram levados então para avaliação em um Digital Scanning Microscope – DSM 960 – Zeiss, West Germany (Figura 32).



Figura 32: Microscópio Eletrônico de Varredura

7-Procedimento adesivo

7.1 Condicionamento ácido

Os 60 corpos de prova tiveram suas superfícies superiores condicionadas com o ácido Super Etch (SDI). Este é um ácido fosfórico a 37% em forma de gel, acondicionado em seringa (Figura 33). Foi deixado sobre a superfície da resina por 15 segundos (Figura 34) e lavado com água por 10 segundos conforme as instruções do fabricante. O excesso de água foi removido com bolinha de algodão, deixando a superfície ligeiramente úmida (Figura 35). Após o procedimento de secagem foi utilizado o adesivo selecionado para a pesquisa.



Figura 33: ácido



Figura 34: Aplicação



Figura 35: Secagem

7.2 Adesivo

O adesivo selecionado para a pesquisa foi o Single Bond (3M Dental Products–St. Paul. MN 55144), que é um adesivo dental fotopolimerizável de frasco único (Figura 36). Segundo instruções do fabricante, duas camadas consecutivas do adesivo foram aplicadas (Figura 37) e espalhadas com ar por 5 segundos e então fotopolimerizado por 10 segundos.



Figura 36: Adesivo utilizado



Figura 37: Aplicação do adesivo

7.3 Fotopolimerização

A fotopolimerização foi realizada com o aparelho Ultralux (Dabi Atlante –Ribeirão Preto – S.P.) por 10 segundos e potência de 470mw/cm².

8 Reparos em resina

Para a realização do reparo foi utilizada uma matriz cilíndrica (Matriz B) de latão medindo 33mm de comprimento e 23mm de diâmetro (Figura 41). Esta era posicionada sobre a parte superior dos corpos de prova de forma que a porção que sofreu o tratamento superficial coincidisse com o orifício central da matriz metálica. Para que o conjunto não se movimentasse, foi utilizado um centralizador medindo 19mm de largura e 20,5mm de diâmetro de bronze TMO 660 (Figuras 38, 39 e 40).



Figura 38



Figura 39



Figura 40

Figura 38: Suporte com o corpo-de-prova e o anel centralizador

Figura 39: Anel centralizador em posição

Figura 40: Matriz B em posição



Figura 41: Matriz B em posição



Figura 42: Inserção da resina



Figura 43: Compactação da resina



Figura 44: Reparo concluído

A resina utilizada foi a Z 250 (3M) de cor A2. Ela era inserida no interior do orifício central da matriz metálica com uma espátula de Thompson #4 Composite (Dental MIG. CO. USA (Figura 42 e 43)) e fotopolimerizada por 20 segundos em um único incremento. A resina que foi colocada tinha 1mm de espessura (Figura 44).

9 Teste de Cisalhamento

O teste de cisalhamento é um ensaio mecânico de separação onde a força é colocada paralelamente à superfície adesiva³⁵.

A máquina de ensaios mecânicos utilizada foi a MTS 810 (Material Test System – Mineapolis, MN (Figura 45)), na célula de carga de 1KN com a velocidade de 0,5mm/min. Foi também utilizada uma haste cilíndrica com ponta em forma de cunha, com espessura de 1mm, a qual tangenciava a superfície plana da pastilha, na linha de reparo, promovendo esforço vertical.

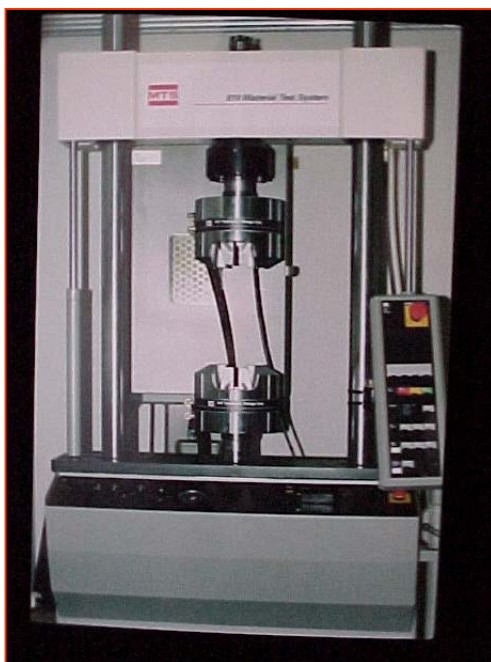


Figura 45: Máquina de ensaios Mecânicos MTS 810

10 Exame dos tipos de fratura



Figura 46: Lupa estereoscópica JENA – Carl-Zeiss.

Após a ocorrência das fraturas, os corpos-de-prova, foram examinados em lupa estereoscópica JENA (Figura 46), em aumento de 10 vezes, para a avaliação e classificação da fratura ocorrida.

FA – Falha adesiva = fratura ocorrida na linha de adesão

FC – Falha coesiva = fratura ocorrida no corpo da resina composta

FM – Falha mista = fratura ocorrida em resina composta e linha de adesão.

Resultados

Metodologia Estatística

A análise estatística deste trabalho foi realizada com o objetivo de comparar a variável tensão máxima entre os seis grupos estudados (Controle, ponta diamantada, jato de óxido de alumínio, laser de Er:YAG com 200, 300 e 400mJ). Esta análise visava avaliar os efeitos sobre a resistência de união ao cisalhamento, em MPa, causada pelos diferentes tratamentos superficiais. Foi realizada uma análise descritiva através de medidas de posição e dispersão para variáveis contínuas. Para comparação das variáveis entre os grupos foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA). Devido à variabilidade dos valores foi aplicada a transformação por postos (ranks). Para identificar as diferenças foi aplicado o teste de comparações múltiplas de Tukey. Adotou-se o nível de 5% de significância como regra de decisão para considerar um efeito significativo ou uma diferença de médias significativa⁴⁹. O programa computacional utilizado foi SAS System for Windows (Statistical Analysis System), versão 8.1. SAS Institute Inc, 1999-2000, Cary, NC, USA.

5.1 Resultados

Podemos observar a seguir o Quadro 5, onde são apresentados os valores de resistência de união ao cisalhamento, em MPa, e os diferentes grupos testados. As médias e os desvios padrão (dp) referentes a cada grupo experimental, também são apresentados. Estatisticamente, as diferenças não foram significantes (p-valor=0.5120). Os valores medianos nos levam a observar que o grupo tratado superficialmente com óxido de alumínio (G3), apresentou uma maior resistência ao teste de cisalhamento (8,91MPa) e que o grupo tratado com laser de Er:YAG com energia de 400mJ (G6) apresentou a menor resistência ao teste de cisalhamento (6,76 MPa).

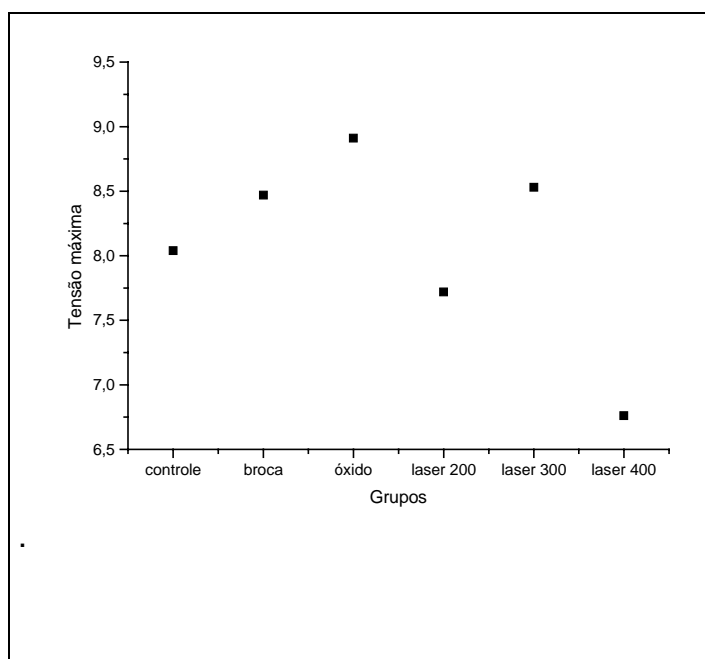
GRUPO	Variável	N	Média	dp	Mínima	Mediana	Máxima
controle	TENSAOMX	10	8.17	2.32	4.95	8.04	12.46
ponta	TENSAOMX	9	8.39	0.75	6.95	8.47	9.33
óxido	TENSAOMX	10	8.24	2.53	4.07	8.91	12.20
laser200	TENSAOMX	10	8.12	1.44	6.04	7.72	10.56
laser300	TENSAOMX	10	8.36	1.88	5.64	8.53	11.60
laser400	TENSAOMX	10	6.92	1.67	4.26	6.76	9.76

ANOVA: p-valor=0.5120

Quadro 5 – Análise descritiva. Valores de resistência de união ao cisalhamento, em MPa.

No Quadro 6, podemos observar o gráfico onde foram colocados os valores medianos correspondentes a cada grupo testado.

Quadro 6– Dispersão dos valores medianos das variáveis



Resultados

5.2 - Microscopia Eletrônica de Varredura

Figura 47 Fotografia em MEV da resina sem nenhum tratamento superficial (G1 – Controle). Aumento de 2000X (45 μ)

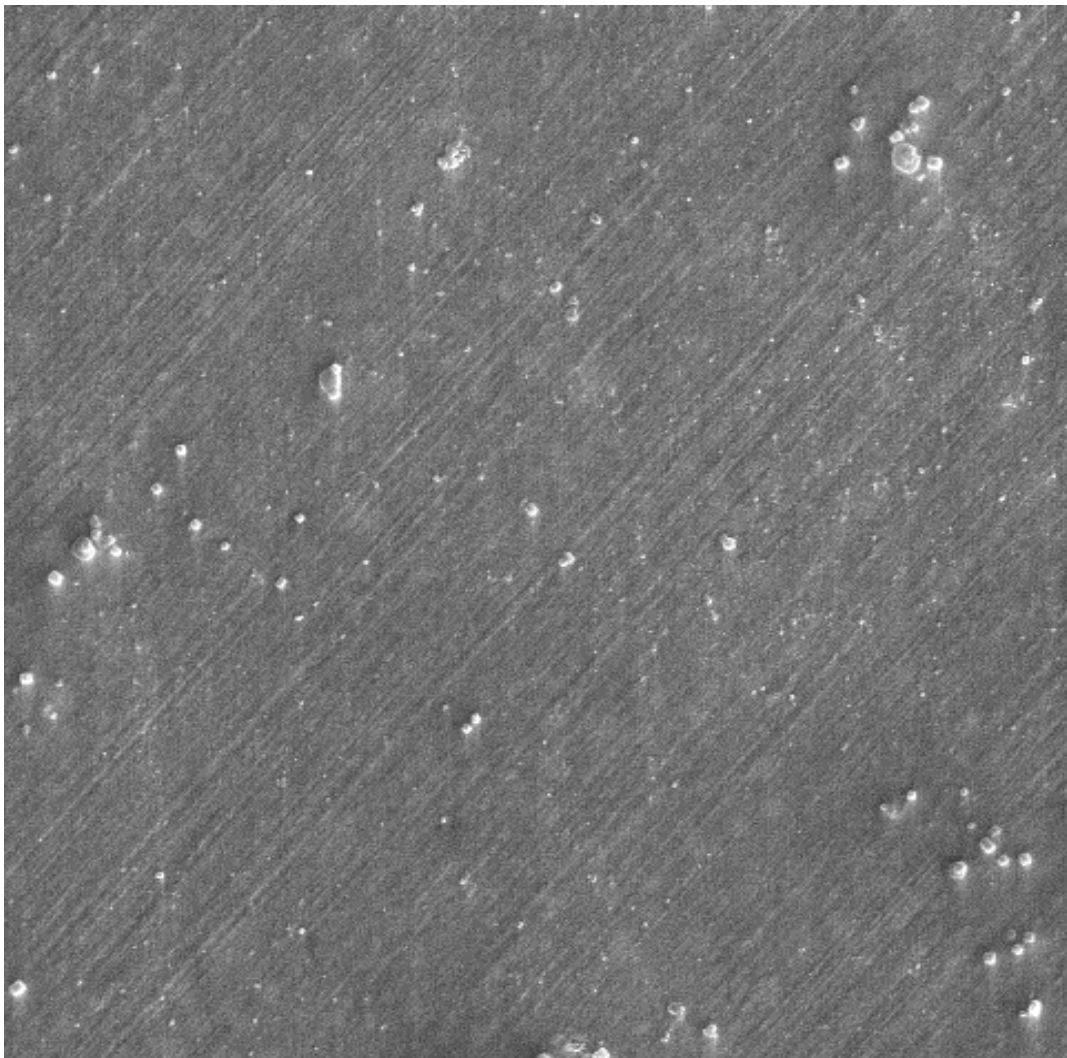


Figura 48: Fotografia em MEV da resina sem nenhum tratamento superficial (G1 – Controle). Aumento de 5000X

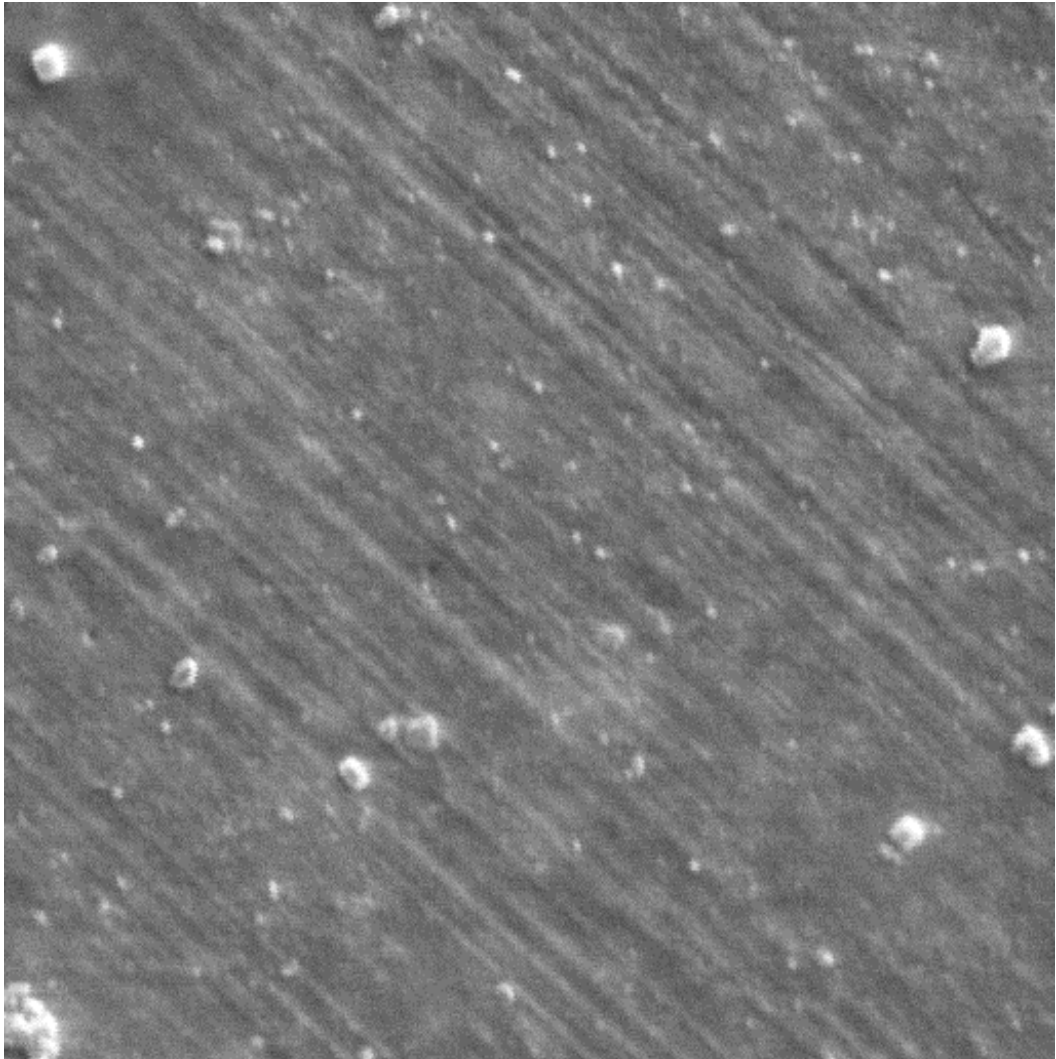


Figura 49: Fotografia em MEV da resina tratada com ponta diamantada (G2). Aumento de 2000X

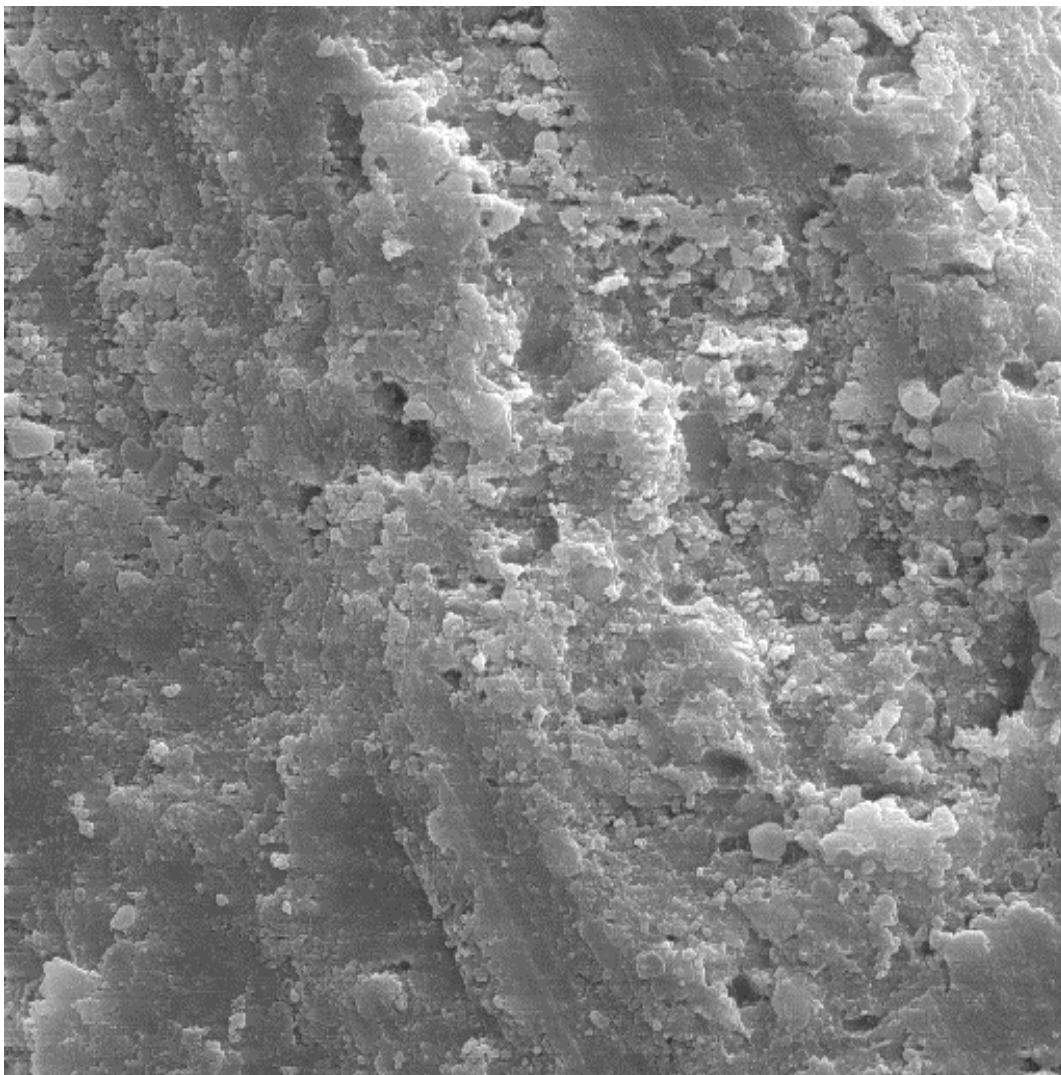


Figura 50: Fotografia em MEV da resina tratada com ponta diamantada (G2). Aumento de 5000X

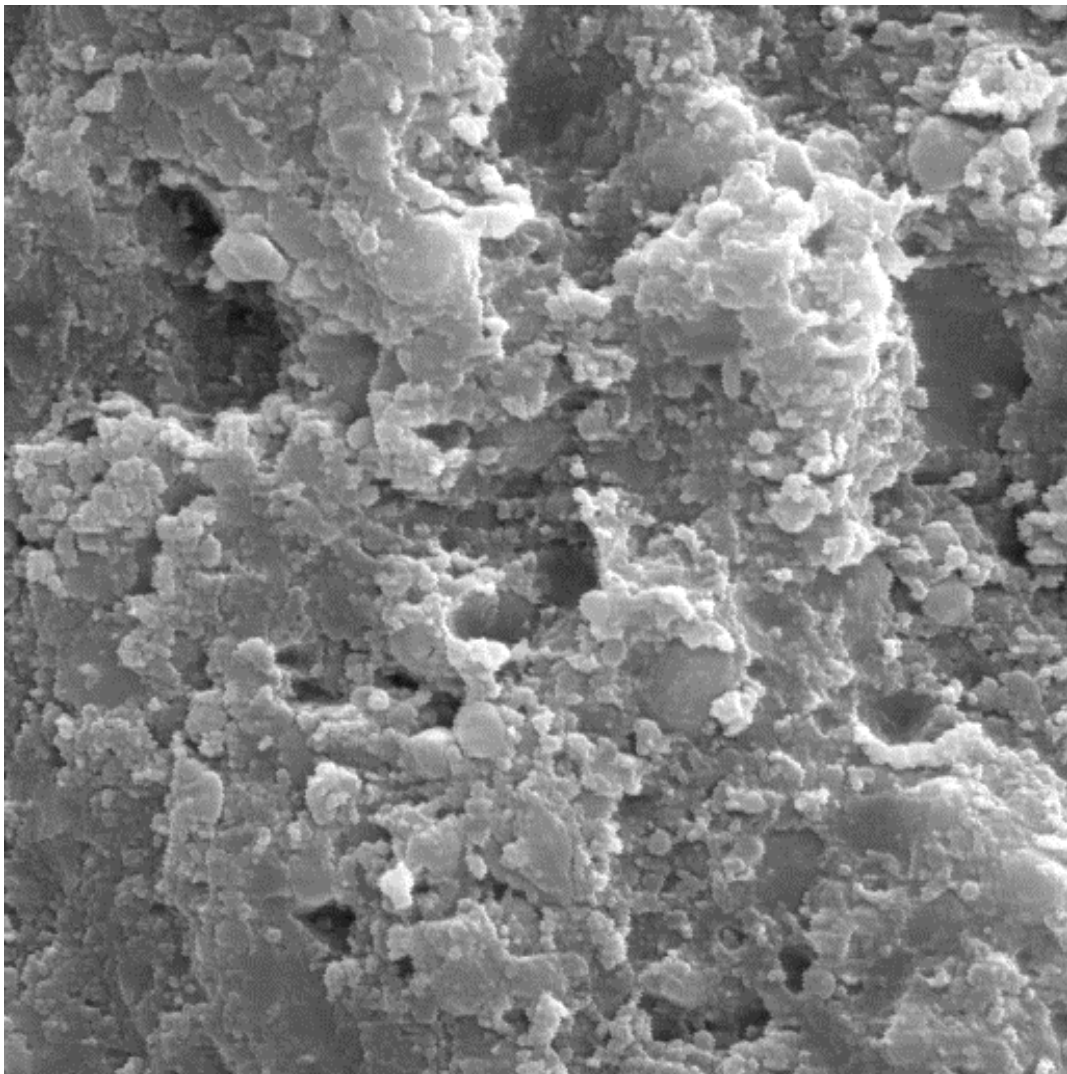


Figura 51: Fotografia em MEV da resina tratada com ponta diamantada (G2). Aumento de 10000X

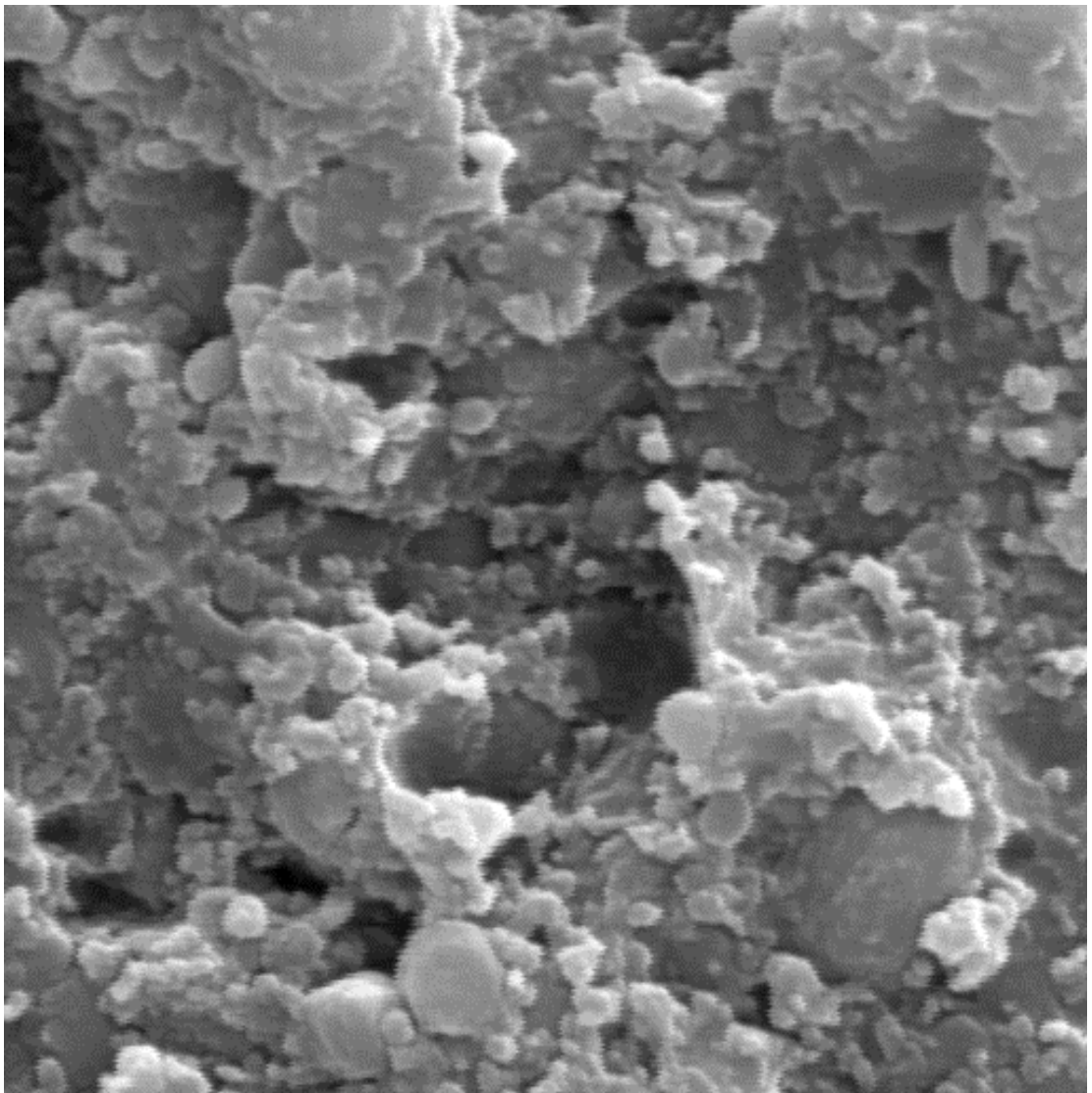


Figura 52: Fotografia em MEV da resina tratada com jato abrasivo de óxido de alumínio (G3). Aumento de 2000X

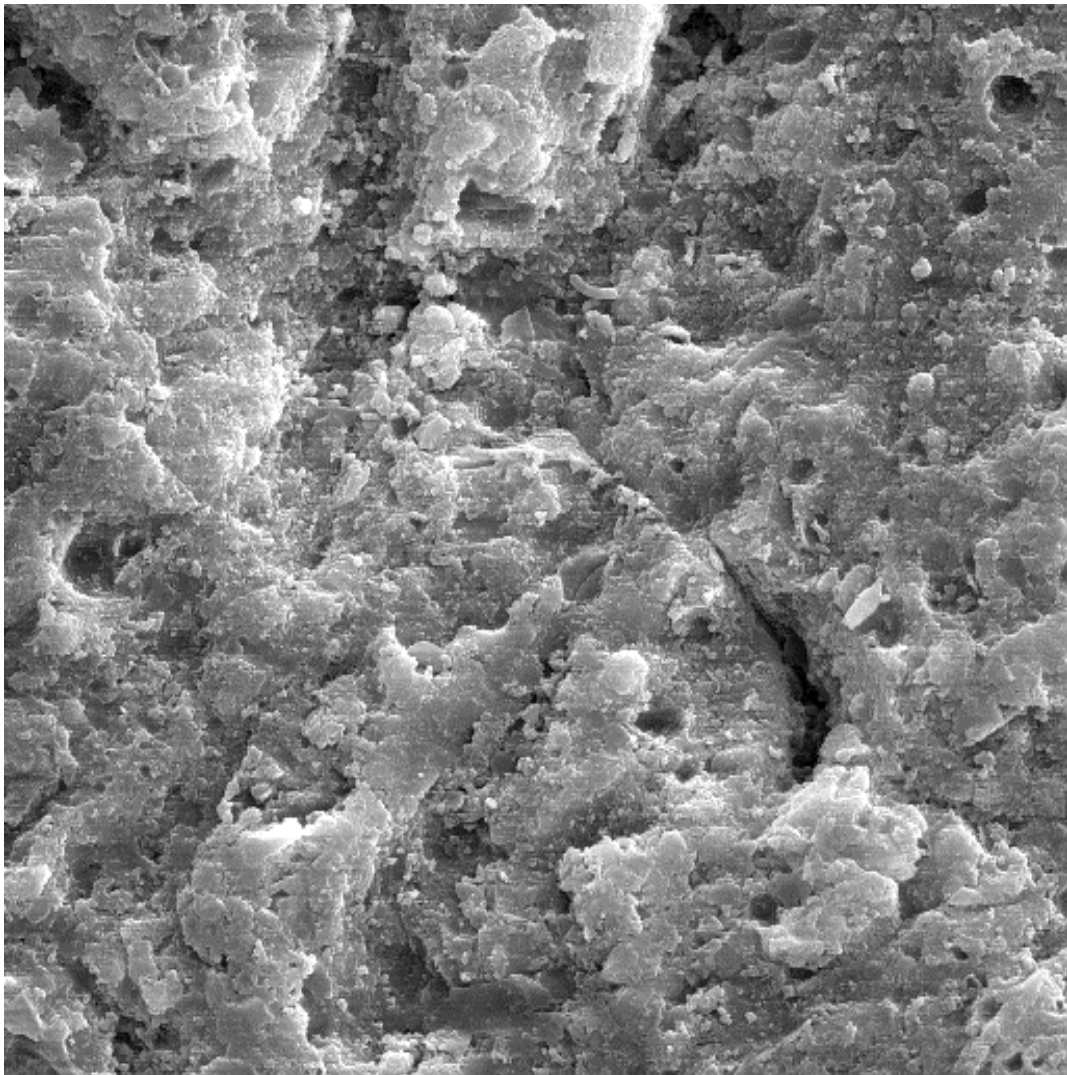


Figura 53: Fotografia em MEV da resina tratada com jato abrasivo de óxido de alumínio (G3). Aumento de 5000X

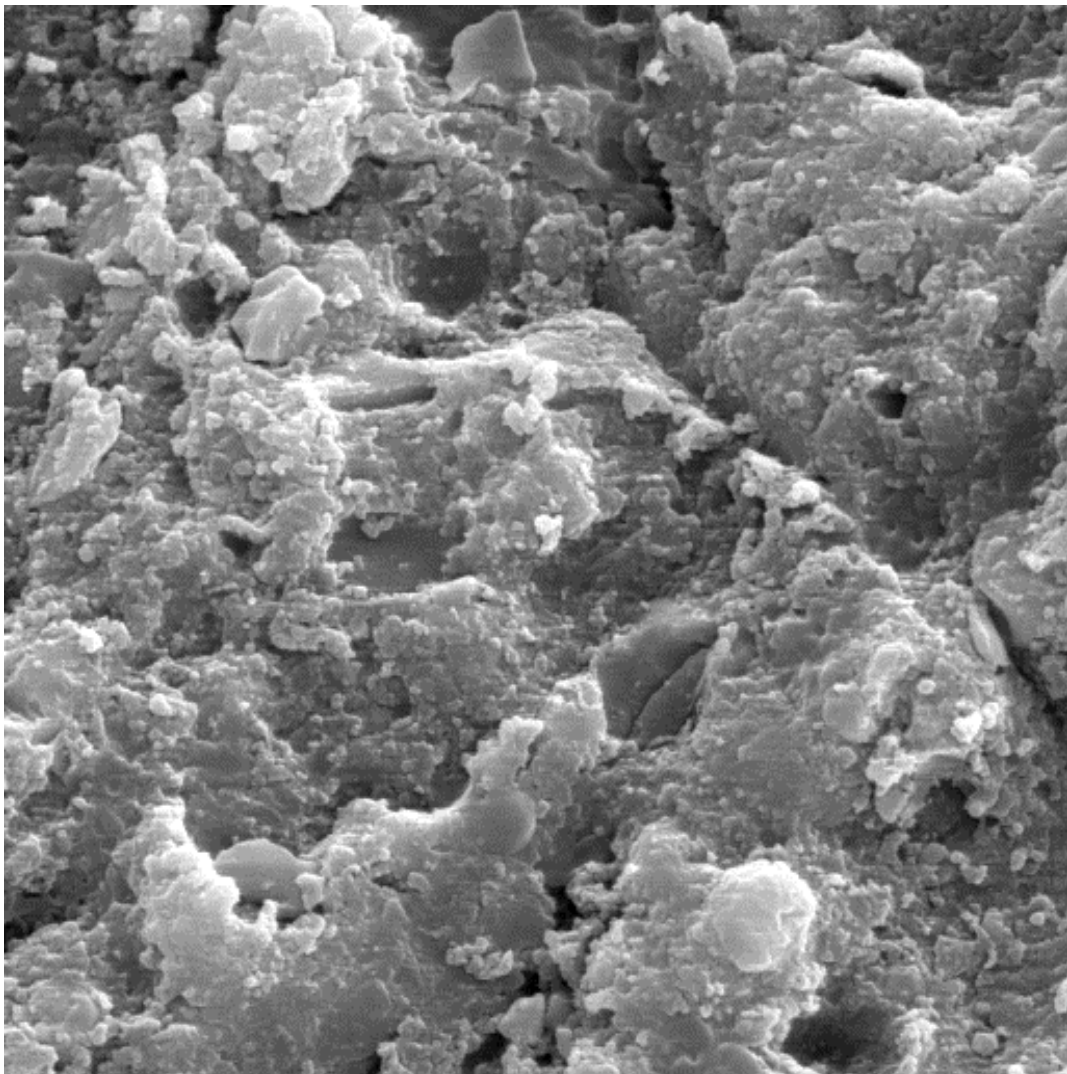


Figura 54: Fotografia em MEV da resina tratada com jato abrasivo de óxido de alumínio (G3). Aumento de 10000X

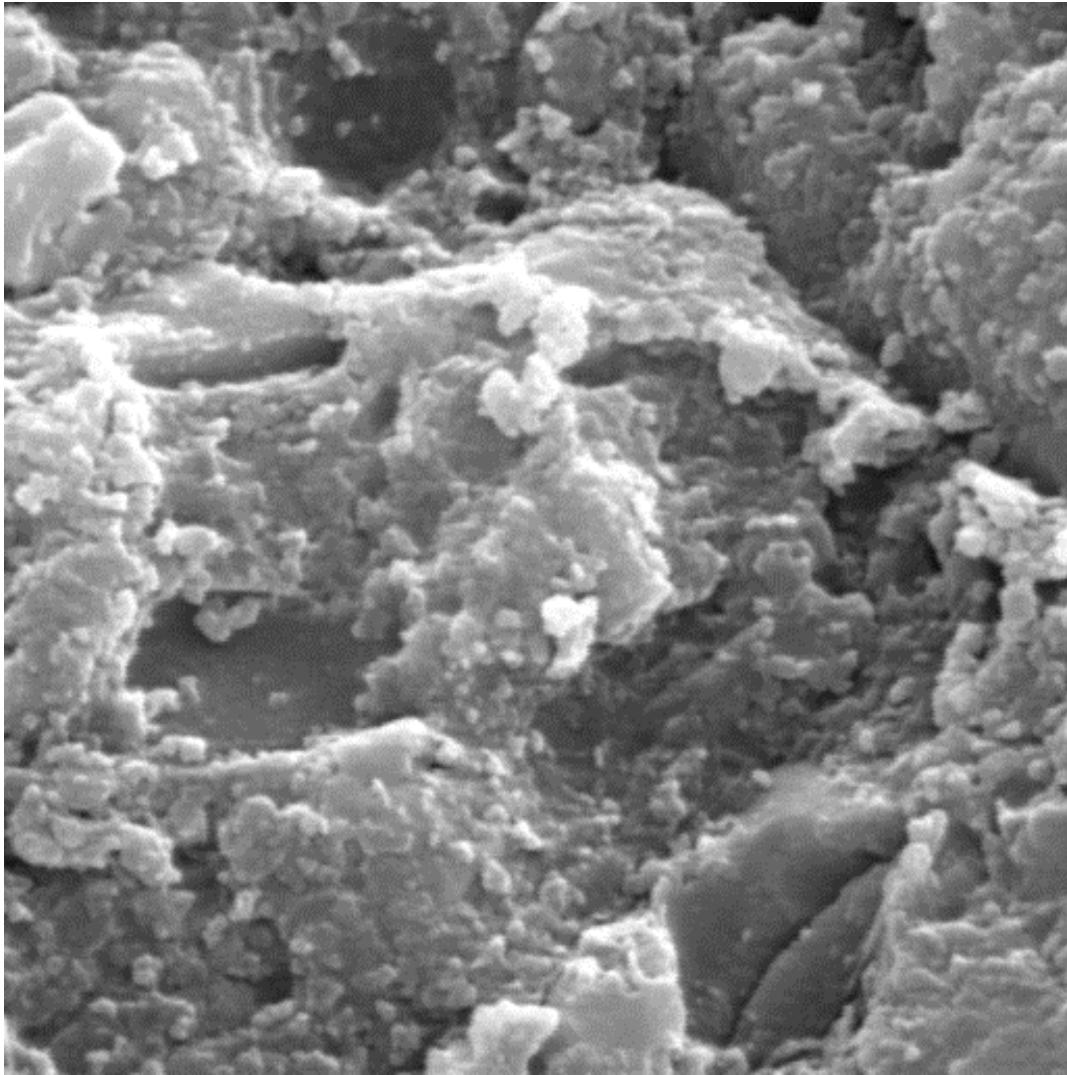


Figura 55: Fotografia em MEV da resina tratada com laser de Er:YAG – 200mJ (G4). Aumento de 2000X

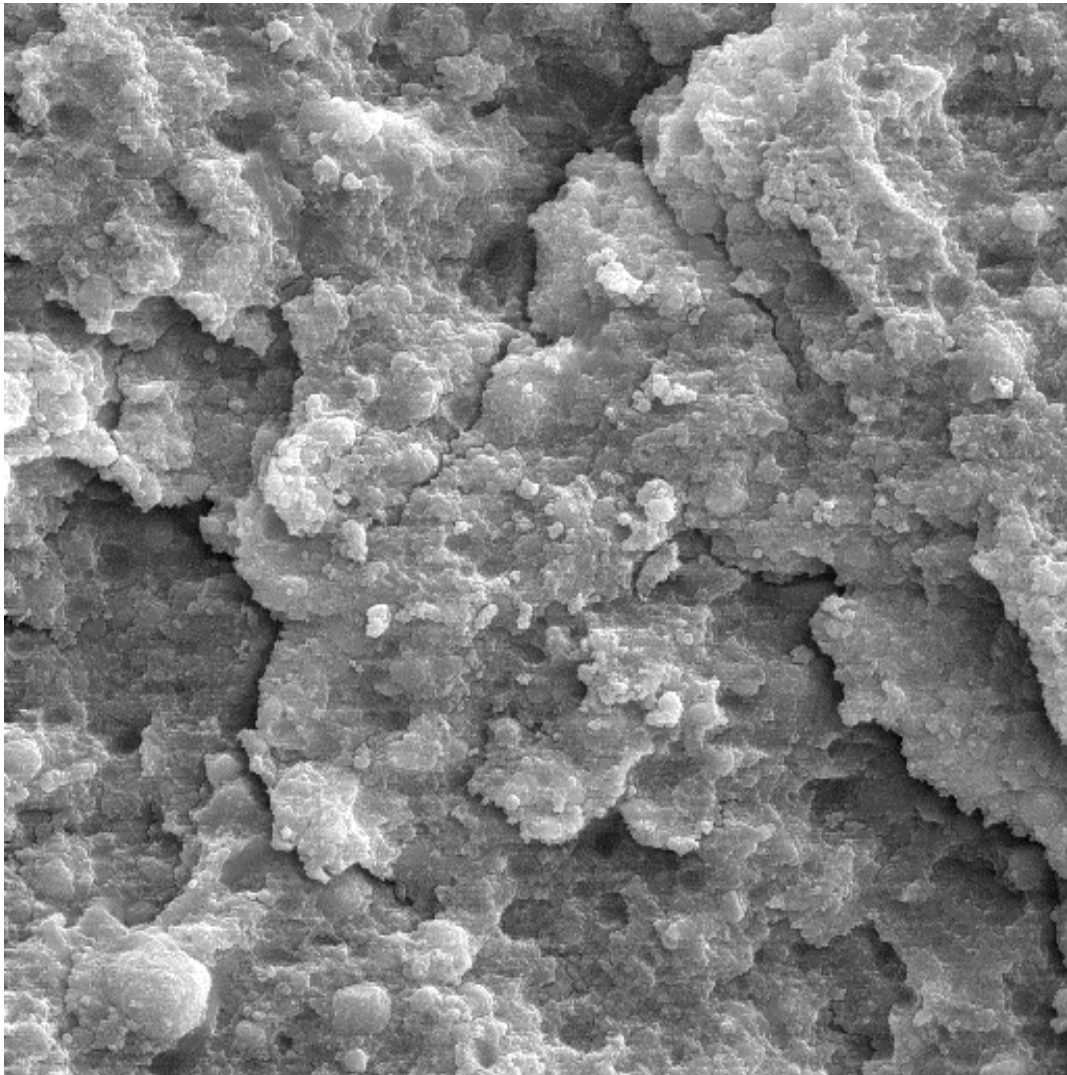


Figura 56: Fotografia em MEV da resina tratada com laser de Er:YAG – 200mJ (G4). Aumento de 5000X

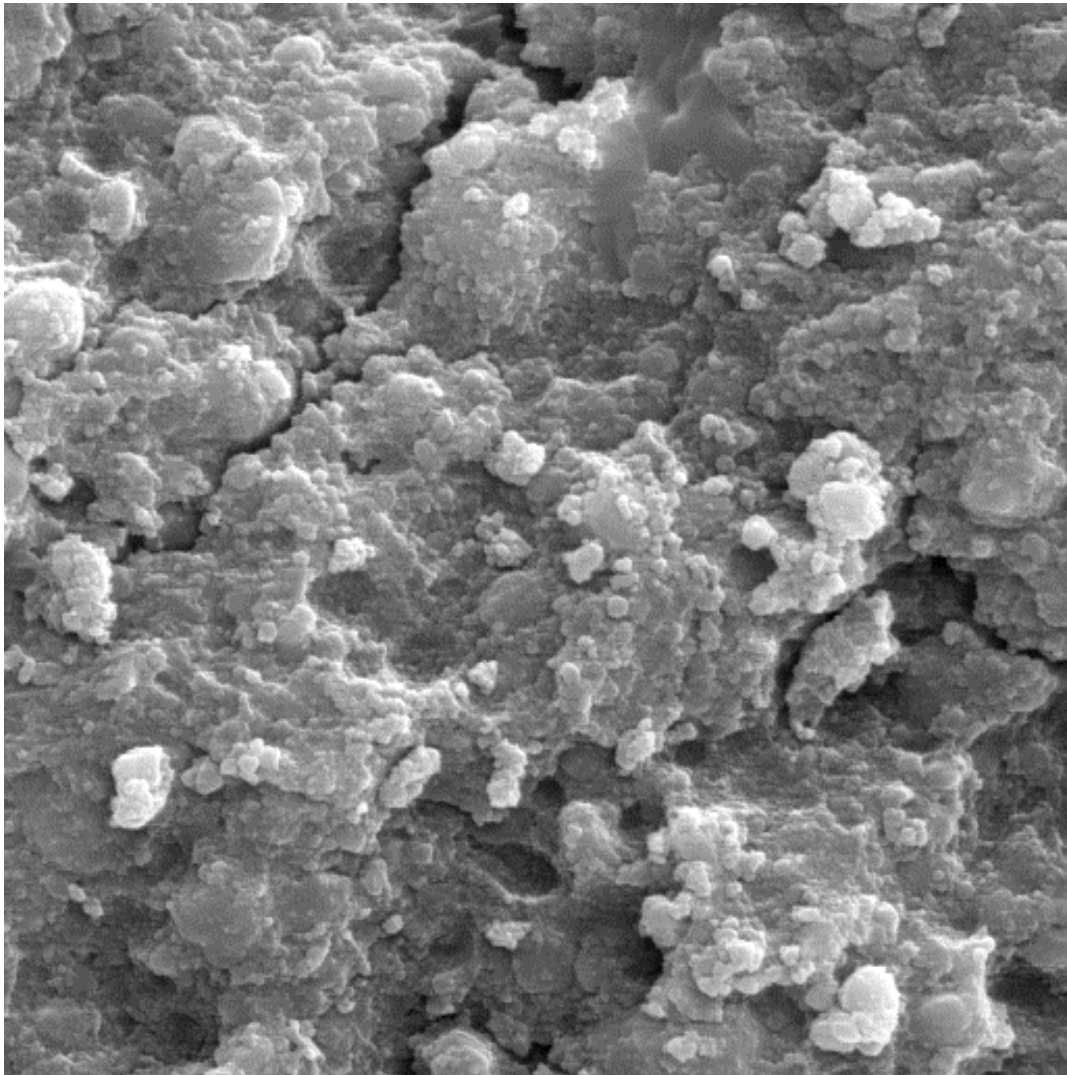


Figura 57: Fotografia em MEV da resina tratada com laser de Er:YAG – 200mJ (G4). Aumento de 10000X

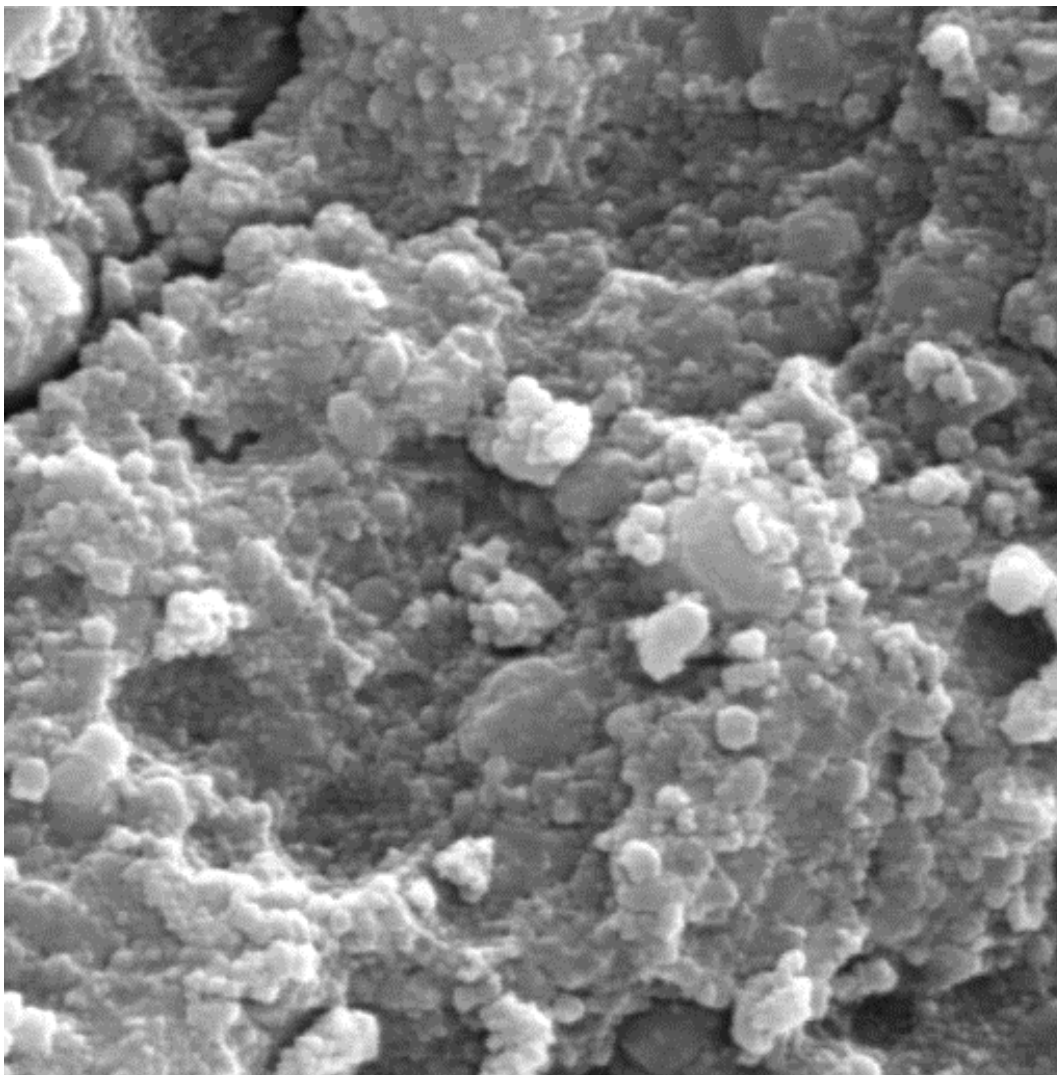


Figura 58: Fotografia em MEV da resina tratada com laser de Er:YAG – 400mJ (G6). Aumento de 50X

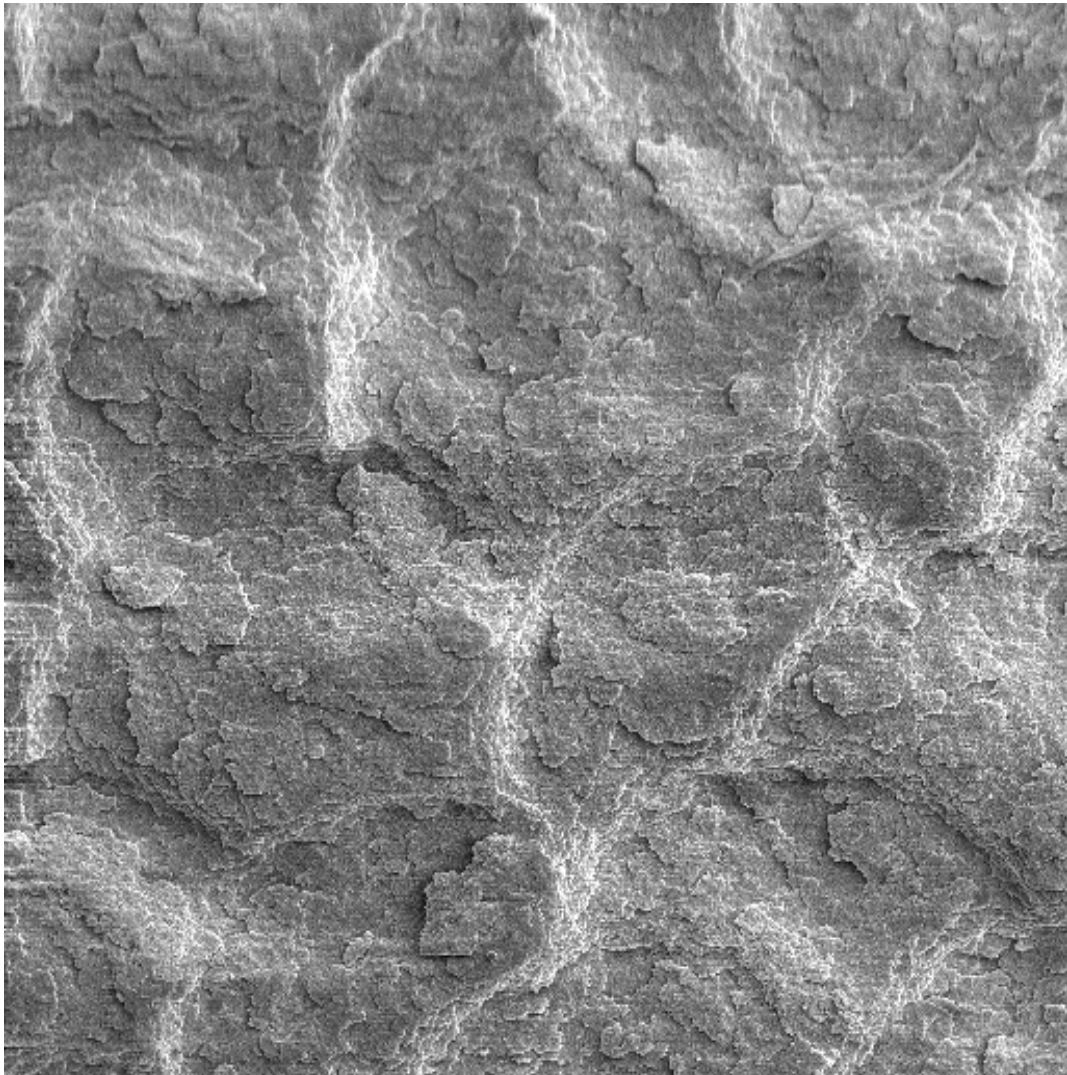


Figura 59: Fotografia em MEV da resina tratada com laser de Er:YAG – 400mJ (G6). Aumento de 2000X

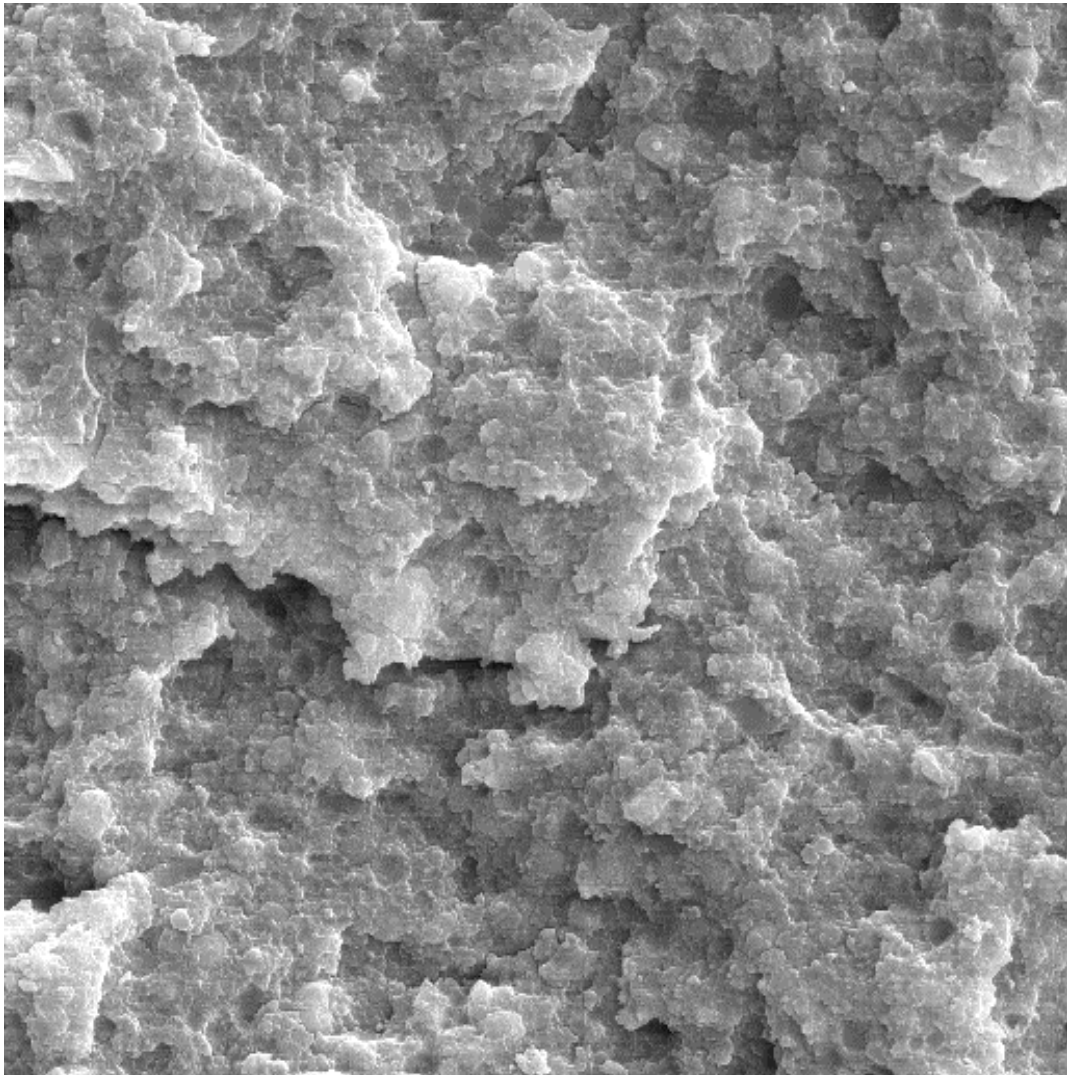


Figura 60: Fotografia em MEV da resina tratada com laser de Er:YAG – 400mJ (G6). Aumento de 5000X

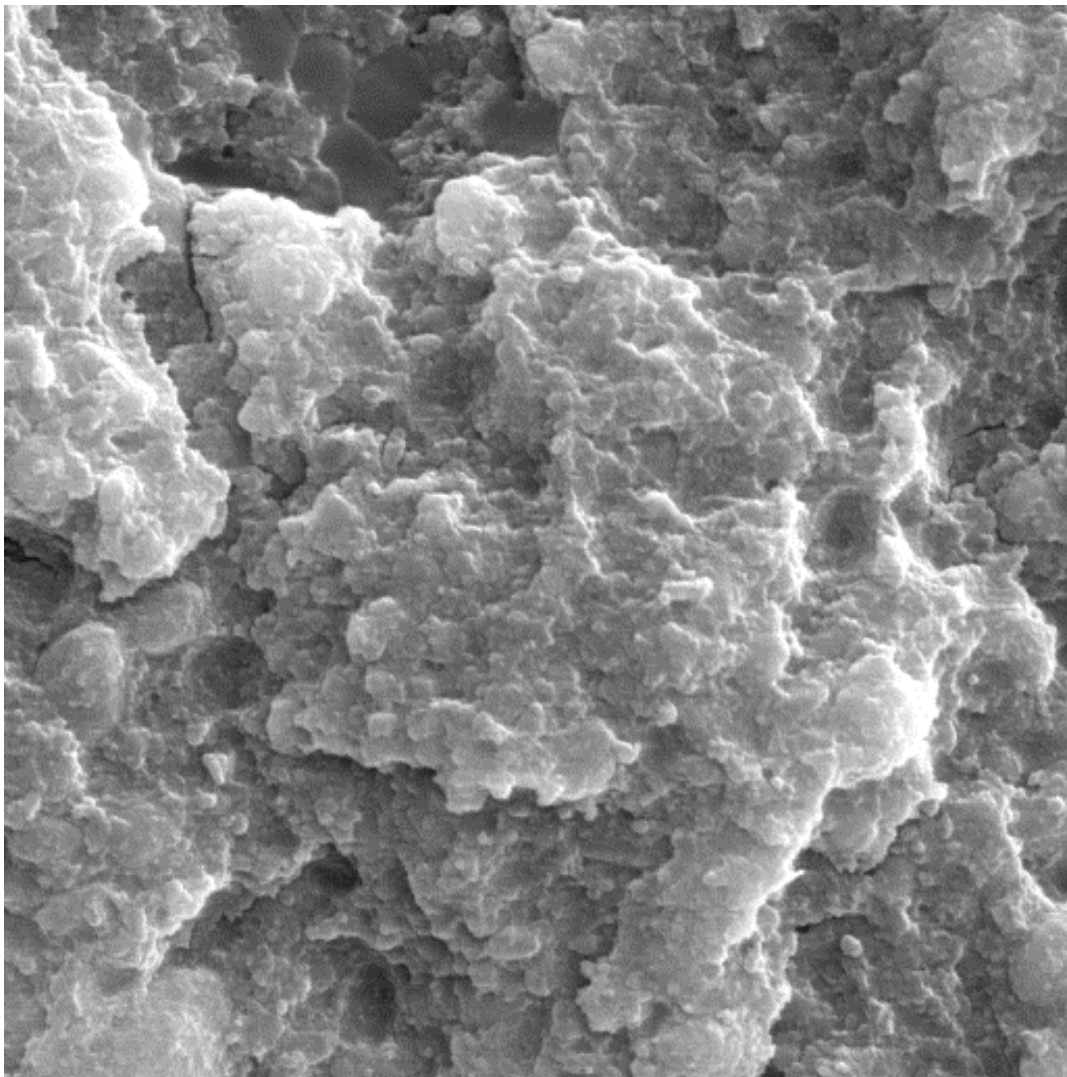
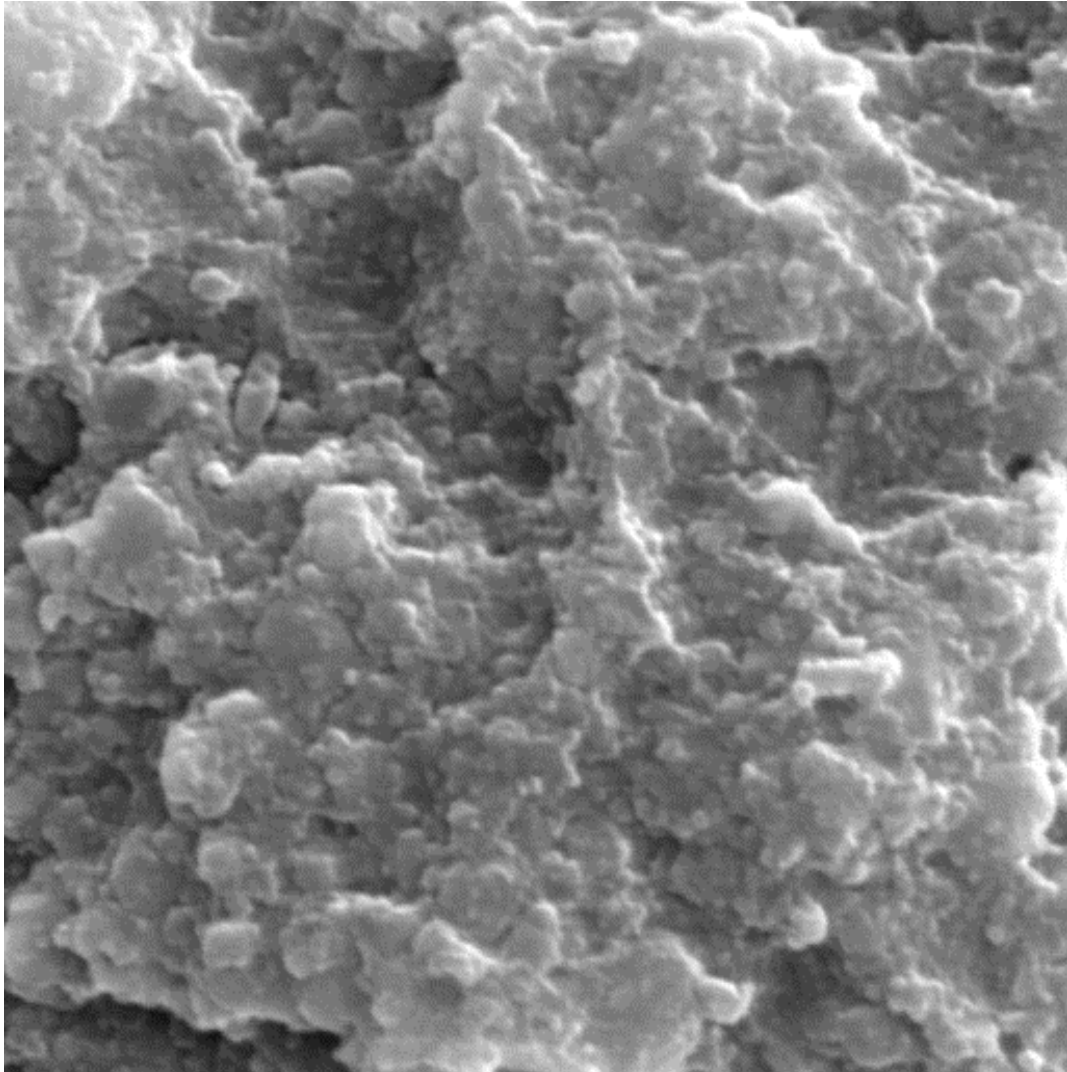


Figura 61: Fotografia em MEV da resina tratada com laser de Er:YAG – 400mJ (G6). Aumento de 10000X



Resultados

5.3 - Análise dos tipos de fratura

	Controle G1	Ponta G2	Óxido G3	200mJ G4	300mJ G5	400mJ G6
1	Coesiva	Mista	Coesiva	Mista	Mista	Coesiva
2	Mista	Mista	Mista	Coesiva	Coesiva	Coesiva
3	Mista	Mista	Coesiva	Mista	Mista	Mista
4	Adesiva	Mista	Coesiva	Adesiva	Mista	Adesiva
5	Coesiva	Coesiva	Coesiva	Adesiva	Mista	Mista
6	Mista	Mista	Coesiva	Mista	Mista	Mista
7	Adesiva	Mista	Coesiva	Mista	Coesiva	Coesiva
8	Mista	Coesiva	Coesiva	Mista	Coesiva	Adesiva
9	Adesiva	Mista	Coesiva	Coesiva	Adesiva	Coesiva
10	Coesiva	Adesiva	Coesiva	Coesiva	Mista	Mista

Quadro 7: Tipos de fraturas obtidas em cada corpo de prova

Para a análise dos tipos de fratura foi utilizado o teste Exato de Fisher. Não houve diferença significativa para o tipo de falha entre os grupos (p -valor=0.0907). No quadro 8, podemos observar a distribuição percentual dos tipos de falhas entre os grupos. O grupo 3, tratado com óxido de alumínio, apresentou o maior percentual de falha coesiva (90%).

grupo	frat			
Frequency				
Percent				
Row Pct				
Col Pct	Adesiva	Coesiva	Mista	Total
G1	3	3	4	10
	5.00	5.00	6.67	16.67
	30.00	30.00	40.00	
G2	1	2	7	10
	1.67	3.33	11.67	16.67
	10.00	20.00	70.00	
G3	0	9	1	10
	0.00	15.00	1.67	16.67
	0.00	90.00	10.00	
G4	2	3	5	10
	3.33	5.00	8.33	16.67
	20.00	30.00	50.00	
G5	1	3	6	10
	1.67	5.00	10.00	16.67
	10.00	30.00	60.00	
G6	2	4	4	10
	3.33	6.67	6.67	16.67
	20.00	40.00	40.00	
Total	9	24	27	60
	15.00	40.00	45.00	100.00

Quadro 8: Comparação da distribuição percentual dos tipos de falha entre os grupos.

Discussão

6.Discussão

As restaurações de resina composta são amplamente utilizadas nos tratamentos restauradores. Este material tem grande aceitação pelos profissionais da área odontológica e pelos pacientes. Para os cirurgiões dentistas, a resina é um material que tem um custo baixo quando comparado às restaurações indiretas e de utilização relativamente simples. Para os pacientes, devolve a estética ao sorriso.

Quando na cavidade oral, com o passar do tempo, a resina composta pode apresentar falhas como manchamento, aumento da rugosidade, perda de brilho, fraturas. Isto se dá devido à imersão das restaurações em saliva o que acarreta uma degradação hidrolítica do agente silano. Este, é um agente que proporciona a união da parte orgânica com as partículas inorgânicas de uma resina composta¹. As diferenças de temperatura que ocorrem dentro da boca, causam microfraturas na resina composta que também podem acarretar o enfraquecimento deste material ⁶⁷.

Algumas destas falhas podem ser resolvidas sem a necessidade da remoção total da restauração que se encontra insatisfatória. O reparo de resina composta é um procedimento viável e a força de união da interface é semelhante à força coesiva do material. No entanto, caso haja contaminação por saliva ou a resina já estiver com um certo tempo de uso a adesão de um novo compósito tem força coesiva

original reduzida entre 25 e 80%.⁶¹. Os estudos realizados visam aumentar a força de união da interface entre as duas porções resinosas.

O método mais utilizado clinicamente é a remoção parcial da resina antiga com pontas diamantadas e exposição das margens de esmalte da cavidade. Em seguida, resina e esmalte são condicionados com ácido fosfórico e é utilizado um sistema adesivo. As novas porções resinosas são acrescentadas e polimerizadas com a intenção de restabelecer forma, função e estética².

Neste experimento, os corpos-de-prova de resina composta foram submetidos à ciclagem térmica com o objetivo de reproduzir *in vitro* as mudanças térmicas que ocorrem clinicamente. Este procedimento foi utilizado por vários pesquisadores, no sentido também de simular o envelhecimento do material^{52, 36,4}.

O aumento da importância da adesão na dentística restauradora fez com que fosse necessário buscar cada vez mais informações a respeito do comportamento dos materiais adesivos. Na escassez de estudos clínicos, muita ênfase tem sido dada às avaliações laboratoriais de força adesiva, porém estes testes não podem prever o comportamento clínico destes materiais. Os testes laboratoriais mais utilizados são os de tração, cisalhamento ou uma combinação destes, porém não existe um teste laboratorial específico para as várias aplicações clínicas dos materiais adesivos. O que se faz, é uma correlação entre o comportamento clínico e laboratorial destes materiais³⁵.

Frente a este fato, foi escolhido o teste de ensaio mecânico de cisalhamento para compararmos três tipos de tratamentos superficiais realizados na interface previamente à aplicação da nova porção resinosa. Os tratamentos superficiais analisados foram a ponta diamantada, o jato abrasivo com pó de óxido de alumínio e o laser de Er:YAG.

Para o aumento da união entre uma resina composta envelhecida e uma nova, faz-se necessário um aumento na rugosidade da superfície para promover inter-relação mecânica entre elas.

Na utilização do jato abrasivo com óxido de alumínio utilizamos partículas de 27,5µm, pois em trabalho realizado por Bouchlicher observou-se através de MEV que o tamanho das partículas (27 ou 50 µm) produz superfícies bastante similares. Em alguns trabalhos o tratamento superficial realizado na restauração de resina original com pontas foi comparado ao efetuado pelo jato de óxido de alumínio. Esta técnica segundo alguns autores produziu a melhor força de união na interface do reparo^{68,65,45}. Quando a resina é tratada por este método, a microscopia eletrônica de varredura mostra uma substancial rugosidade⁴⁵.

Na análise de nossos espécimes em MEV, pudemos observar que o tratamento superficial com ponta diamantada mostrou uma topografia aparentando uma menor rugosidade quando comparada aos grupos tratados com jato abrasivo de óxido de alumínio e com o laser com energia de 200mJ. O laser com energia de 400mJ, apresentou uma superfície mais regular não havendo evidências da presença de retenções

mecânicas. É como se a resina se apresentasse fusionada. Nos grupos tratados com laser, observamos uma espécie de fenda na massa resinosa. Lizarelli⁴² relata em seu estudo que as resinas que são tratadas com laser, tem sua matriz polimérica removida, deixando para trás os espaços previamente ocupados pelas partículas. Aumentando a energia no pulso do laser parece não ocorrer mudanças nos aspectos gerais, mas uma maior modificação ocorre no polímero.

O aumento da rugosidade da porção antiga associada a um agente de união sem carga confere melhor retenção mecânica, químico e melhor umedecimento desta resina elevando os níveis de adesão entre as duas porções^{29, 39}. O agente de união utilizado neste trabalho foi o Single Bond (3M), aplicado em duas camadas segundo as orientações do fabricante. Segundo os estudos de Powers⁵⁴, o sucesso do reparo depende da capacidade da nova porção de resina penetrar na porção a ser reparada.

Alguns trabalhos mostram que a utilização de um agente silanizador poderia ter importância na eficácia do reparo^{1, 64}.

Os resultados encontrados embora não sejam estatisticamente significativos, mostram que o grupo tratado com óxido de alumínio apresentou os melhores resultados de união na interface do reparo. Esta técnica segundo alguns autores, também produziu os melhores resultados^{68,65,45}. A menor força de união na interface foi encontrada no grupo tratado com laser de Er:YAG com energia de 400mJ.

Estes resultados não foram similares aos encontrados no estudo de DeGois²¹, no qual foi concluído que o jato de óxido de alumínio apresentou as menores médias e que a ponta diamantada e o laser de Er:YAG (100mJ) apresentaram os melhores resultados. Este resultado diverge também de outro trabalho que mostra que a ponta diamantada apresentou as menores médias⁴.

Ao levarmos em consideração a rugosidade causada pelos diferentes tratamentos superficiais podemos observar que os resultados obtidos neste trabalho são coerentes. As fotografias em MEV mostraram que o óxido de alumínio causou bastante rugosidade na superfície da resina apresentando também os maiores números de resistência ao cisalhamento. Por outro lado, o laser de Er:YAG com energia de 400mJ, apresentou em MEV uma superfície mais uniforme, conseqüentemente valores menores de resistência ao cisalhamento.

Ao analisarmos os tipos de fratura observamos que 90% dos corpos-de-prova tratados com o jato de óxido de alumínio foram coesivas o que sugere que a força adesiva obtida com este tratamento superficial se mostrou bastante eficiente.

Embora a utilização do laser de Er:YAG seja indicada na remoção de tecido cariado e na confecção de preparos cavitários por não elevar a temperatura pulpar e ser seletivo ao tecido cariado, sua utilização no tratamento superficial da restauração de resina composta antes do

reparo, não se mostrou eficiente quando comparado ao jato abrasivo de óxido de alumínio.

Conclusão

7. Conclusão

Considerando a proposição, a metodologia empregada e os resultados obtidos, podemos concluir que:

1. O reparo entre duas porções de resina composta é viável.
2. A análise dos valores de resistência ao cisalhamento não mostrou diferenças estatisticamente significativas entre os três métodos de tratamento superficial utilizados.
3. Quando analisados os tratamentos superficiais, o jato de óxido de alumínio apresentou os melhores resultados quando comparado com a ponta diamantada e o laser de Er:YAG.

Referências Bibliográficas

8 Referências Bibliográficas*

1. ARIKAWA, H., KUWAHATA, H., SEKI, H., KANIE, T. FUJII, INOUE, K. Deterioration of Mechanical Properties of Composite Resins. **J. Dent. Mater.**, Japan, v. 14, n.1, p.78-83, 1995.
2. BAYNE, S.C., HEYMANN, H.O., SWIFT JR, E.J. Update on dental composite restorations. **JADA** , v.7, n. 125, p. 687-701, June, 1994.
3. BORSATTO, M.C., CATIRSE, A.B.E.B., DIBB, R.G.P., NASCIMENTO, T. N., ROCHA, R.A.S.S., CORONA, S.A.M. Shear bond strength of enamel surface treated with air-abrasive system. **Braz. Dent. J.**, v.13, n.3, Ribeirão Preto, 2002.
4. BOUSCHLICHER, M.R., REINHARDT, J. W., VARGAS, M.A. Surface treatment techniques for resin composite repair. **Am. J. Dent.**, Iowa, v.10, n.6, p.279-83, Dec., 1997.
5. BOWEN, R.L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **J. Am. Dent. Assoc.**, Washington, v.66, p.57-64, Jan.1963.
6. BOYER, B.B., HORMATI, A.A. Rebonding Composite Resin to Enamel at Sites of Fracture. **Oper. Dent.**, Iowa, v.5, p.102-6, 1980.
7. BOYER, D.B., CHAN, K.C., REINHARDT, J.W. Build-up and Repair of Light-cured Composites: Bond Strength. **J. Dent. Res.**, Iowa, v.63, n.10, p.1241- 44, Oct. 1984.

8. BOYER, D.B., CHAN, K.C., TORNEY, D.L. The strength of multilayer and repaired composite resin. **J. Prosthet. Dent.**, Iowa, v. 39, n. 1, p. 63-67, Jan. 1978.
9. BROSH, T., PILO, R., BICHACHO, N., BLUTSTEIN, R. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. **J. Prosthet. Dent.**, Tel Aviv, v. 77, n. 2, p. 122-6, Feb., 1997.
10. BUONOCORE, M.G., A simple method of inceasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, Nova York, v.34 n.6, p.849-853, Dec., 1955.
11. BUONOCORE, M., WILEMAN, W., BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. **J. Dent. Res.**, Nova York, v.35, p846-51, Dec., 1956.
12. BURKE, F.J.T., WILSON, N. H. F., CHEUNG, S. W., MJÖR, I. A., Influence of patient factors on age of restorations at failure and reasons for their placement and replacement. **J. Dent.**, Florida, v.29, p.317-24, 2001.
13. BURKES, E.J., HOKE, J., GOMES, E., WOLBARSHT, M. Wet tissue versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. **J. Prosthet. Dent**, v.67, n.6, p.847-51, June.1992.
14. BURNETT Jr., L.H., CONCEIÇÃO, E.N., PELINOS, J.E., EDUARDO, C.P. Comparative Study of Influence on Tensile Bond Strength of a Composite to Dentin Using Er:YAG Laser, Air

- Abrasion, or Air Turbine for Preparation of Cavities. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, São Paulo, v.19, n.4, p.199-202, 2001.
15. CALAIS, J. G., SÖDERHOLM, K. J. M. Influence of Filler Type and Water Exposure on Flexural Strength of Experimental Composite Resins. **J. Dent. Res.**, Florida, v.67, n.5, p.836-40, May, 1988.
16. CESAR, P.C., FAARA, P.M.M., CALDART, R.M., JAEGER, R.G., RIBEIRO, F.C. Tensile bond strength of composite repairs on Artglass using different surface treatments. **Am. J. Dent.**, São Paulo, v.14, n.6, p.373-7, 2001.
17. CHALKLEY, Y., CHAN, D.C.N., Microleakage between light-cured composites and repairs. **J. Prosthet. Dent**, Iowa, v.56, n.4, p.441-44, October, 1986.
18. CHAN, K. C., BOYER, D. B. Repair of conventional and microfilled composite resins. **J. Prosthet. Dent.**, Iowa, v.50, n.3, p.345-50, Sep., 1983.
19. CHIMELLO, D.T., RAMOS, P.R., CHINELATTI, M.A., DIBB, R.G.P. Effect of Laser and Air Abrasion on the Tensile Bond Strength of Two Adhesive Restorative Systems to Dentin. **J. Oral Laser Applications** v.2, n.4., p.223-29, São Paulo, 2002.
20. DAVIES, B.R., MILLAR, B.J., WOOD, D.J., BUBB, N.L. Strength of secondary-cured resin composite inlay repairs. **Quintessence int.**, London, v.28, n.6, p.145-9, 1997.

21. DeGOIS, A.M., ANDRADE, M.F., BAGNATO, V.S., LIZARELLI, R.F.Z., Resistência adesiva de reparos em resina composta – Tratamento da superfície com ponta diamantada, jato de óxido de alumínio e laser de Er:YAG. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista. Araraquara. 2003.
22. ELI, I., LIBERMAN, R., LEVI, N., HASPEL, Y. Bond strength of joined posterior light-cured composites: Comparison of surface treatments. **J. Prosthet. Dent.**, Tel Aviv, v.60, n.2, p.185-89, August, 1988.
23. FRUITS, T.J., DUNCANSON, M.G., MIRANDA, F.J. In vitro weathering of selected direct esthetic restorative materials. **Quintessence Int.**, Oklahoma, v.28, p.409-14, 1997.
24. GIMBLE, C., HANSEN, R., SWEET, A., WINN, D., PELAGALLI, J., COZEAN, C. Er:YAG clinical studies for hard tissue applications. In: **4TH International Congress on Lasers in Dentistry**, 1994, Singapore. Proceedings.p.267-71.1994.
25. GOLDMAN, L. Effect of laser beam impacts on teeth. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.70, p.761-6, 1995.
26. GONÇALVES, M., CORONA, S.A.M., BORSATTO, M.C., SILVA, P.C.G., PÉCORA, J.D. Tensile bond strength of dentin-resinous system interfaces conditioned with Er:YAG laser irradiation. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, São Paulo, v.5, n.2, p.89-93, 2002.

27. GORDON JR, T.E. Some effects of laser impact on extracted teeth.
J. Dent. Res., v.5, n.2, p.372-5, Mar./Apr. 1966
28. GREGORY, W. A., BERRY, E., DUKE, E., DENNISON, J. B.
Physical properties and repair bond strength of direct and indirect
composite resins. **J. Prosthet. Dent.**, Michigan, v. 68, n. 3, p. 406-
11, Sep., 1992.
29. GREGORY, W.A., POUNDER, D., BAKUS, E. Bond strengths of
chemically dissimilar repaired composite resins. **J. Prosthet. Dent.**
Michigan, v.64, n. 6, p.664-8, Dec., 1990.
30. HIBST, R., KELLER, U., STEINER, R. Die wirkung gepulster
Er:YAG Laserstrahlung auf zahngewebe. **Lasers Med. Surg.** v.4,
p.163-5, 1988.
31. HIBST, R., KELLER, U. Bond strength and microleakage of
composite restorations after Er:YAG laser preparation and
conditioning. In: International Congress on lasers in Dentistry,
Singapore, 1994, Proceedings.
32. HIBST, R., KELLER, U. Removal of dental filling materials by
Er:YAG laser radiation. Lasers in Orthopedic, Dental and Veterinary
Medicine, v.1424, p.120-6, 1991. *aput A Odontologia e o Laser.*
Gutknecht, N.e Eduardo, C.P., editora Quintessence, p230, 2004.
33. HOKE, J., BURKES, E., GOMES, E., WOLBARSHT, M.L. Erbium-
YAG (2,94 μ m) laser effects on dental tissues. **J. Laser Appl.**,
p.61-5, Summer / Fall, 1990.

34. HOSSAIN, M., NAKAMURA, Y., KIMURA, Y., YAMADA, Y., ITO, M., MATSUMOTO, K. Caries-preventive effect of Er:YAG laser irradiation with or without water mist. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v.10, n.2, p.61-65, 2000.
35. INTERNACIONAL STANDARTIZATION FOR ORGANIZATION Dental Materials-Guidance on testing of adhesion to tooth structure ISO/TR11405. Geneve, 1994.
36. IMAMURA, G.M., REINHARDT, J.W., BOYER, D.B., SWIFT Jr, e.J. Enhancement Resin Bonding to Heat-cured Composite Resin. **Oper. Dent.** Iowa, v.21, p.249-56, 1996.
37. KELLER, U., HIBST, R. Er:YAG laser in caries therapy: Indications and first clinical results. In: **International Congress on Lasers in Dentistry**, 1992, Salt Lake City, Proceedings. p.151-52, 1992.
38. KELLER, U., HIBST, R., GEURTSSEN, W., SCHILKE, R., HEIDEMANN, D., KLAIBER, B., RAAB, W.H.M. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. **J.Dent.**, v.26, n.6, p.649-56, nov.1998.
39. KUPIEC, K.A., BARKMEIER, W.W. Laboratory Evaluation of Surface Treatments for Composite Repair. **Oper. Dent.**, Omaha, v.21, n. 2, p.59-62, 1996.
40. LAMBRECHTS, P., BRAEM, M., VANHERLE, G. Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. **Oper. Dent.**, Chicago, v.12, p.53-78, 1987.

41. LEWIS, G., JOHNSON, W., MARTIN, W., CANERDY, A., CLABURN, C., COLLIER, M. Shear Bond Strength of Immediately Repaired Light-cured Composite Resin Restorations. **Oper. Dent.**, Memphis, v.23, n.3, p.121-7, 1998.
42. LIZARELLI, R.F.Z., Ablação a laser de substratos dentais: Esmalte, dentina e resinas compostas. São Carlos, 2002. 253 p. Tese (Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais) Universidade de São Paulo.
43. LLOYD, B.S.C, BAIGRIE, D.A., JEFFREY, I.W. The tensile strength of composite repairs. **J. Dent.**, Great Britain, v.8, n.2, 171-77, 1980.
44. LOPES, G.C., FERREIRA, R.S., BARATIERI, L.N., VIEIRA, L.C.C., MONTEIRO, S. Direct posterior resin composite restorations: New techniques and clinical possibilities. Case reports. **Quintessence int.**, Santa Catarina, v.33, n.5, p.337-46, 2002.
45. LUCENA-MARTIN, C., GONZÁLEZ-LÓPES, S., MONDELO, J., M., N. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. **J. Prosthet. Dent.**, Granada, v.86, n.5, p.481-8, Nov., 2001.
46. MAIMAN, T.H., Stimulated optical radiation in ruby. **Nature**, v.187, n.4736, p.493-494, Aug. 1960.
47. MANHART, J., KUNZELMANN, K.-H., CHEN, H.Y., HICKEL, R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. **Dent. Mater.**, Munich, v. 16, p.33-40, 2000.

48. MITSAKI-MATSOU, H., KARANIKA-KOUMA, A., PAPADOYIANNIS, Y., THEODORIDOU-PAHINE, S. An in vitro study of tensile strength of composite resins repaired with the same or another composite resin. **Quintessence int.**, Greece, v.22, n. 6, p.475-81, 1991.
49. MONTGOMERY, D.C. Design and Analysis of Experiments. 3rded. New York: John Wiley & Sons. 1991.
50. MORIOKA, T., TAGOMORI, S., OHO, T. Acidresistance of laser human enamel with Erbium:YAG laser. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, p.215-17, June. 1991.
51. ØYSÆD, H. e RUYTER, E. Water Sorption and Filler Characteristics of Composites for Use in Posterior Teeth. **J. Dent. Res.**, Oslo, v.65, n.11, p.1315- 18, Nov., 1986.
52. PAZINATTO, F.B., CAMPOS, B.B., COSTA, L.C., ATTA, M.T. Effect of the number of thermocycles on microleakage of resin composite restorations. *Pesqui. Odontol. Bras. São Paulo*, v.17, n.4, Oct., 2003.
53. POUNDER, B., GREGORY, W.A., POWERS, J.M. Bond Strengths of Repaired Composite Resins. **Oper. Dent.**, Michigan, v.12, p.127-31, 1987.
54. POWERS, J.M. Spreading of oligomers on polymers. **Dent. Mater.**, v.88-91, 1991.

55. PUCKETT, A.D., HOLDER, R., O'HARA, J.W. Strength of Posterior Composite Repairs Using Different Composite/Bonding Agent Combinations. **Oper. Dent.**, Mississippi, v.16, p.136-40, 1991.
56. RIBEIRO, L.L., SÁ, F.C., FRANCO, E.B., NAVARRO, M.F.L. Avaliação da interação entre resina composta e diferentes adesivos dentinários. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.13, n.1, p.31-36, jan./mar.1999.
57. SAUNDERS, W.P., Effect of fatigue interfacial bond strength of repaired composite resins. **J. Dent.**, U.K., v.18, n.3, p.158-62, 1990.
58. SHAHDAD, S.A., KENNEDY, J.G. Bond strength of repaired anterior composite resins: an in vitro study. **J. Dent.**, Belfast., v.26, n.8, p. 685-94, 1998.
59. SILVA, P.C.G., GONÇALVES, M., NONAKA, T., VINHA, D. Dental enamel: qualitative evaluation of the surface after application of aluminum oxide (microetching) using the scanning electron microscope. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.14, n.4, p.334-9, Oct., 2000.
60. SILVEIRA, G.P. Estudo da resistência de união do reparo com resina composta e sistema adesivo em cerâmica dental e resina composta. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista. 150p. Araraquara, 1999.

61. SÖDERHOLM, K.J.M.; Flexure strength of repaired dental composites. **Scand. J. Dent. Res.**, Florida, v.94, p.364-69, 1986.
62. SÖDERHOLM, K.J.M.; ROBERTS, M.J. Variables influencing the repair strength of dental composites. **Scand. J. Dent. Res.**, Florida, v.99, n.2, p.173-180, 1991.
63. STERN, R.H., SOGNNARES, R.F. Laser beam on dental hard tissues. **J.Dent. Res.**, v.43, n.5, p.873, 1964.
64. SWIFT JR, E. J., CLOE, B.C., BOYER, D.B. Effect of silane coupling agent on composite repair strengths. **Am. J. Dent.**, North Carolina, v.7, n. 4, p. 200-02, August, 1994.
65. SWIFT Jr. E. J., BRODEUR, C., CVITKO, E., PIRES, J. A. F. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. **Dent. Mater.**, Iowa, v. 8, n.6, p.193- 96, May,.1992.
66. SWIFT Jr. E. J., LE VALLEY, B.D., BOYER, D. B., Evaluation of new methods for composite repair. **Dent. Mater.**, Iowa, v. 8, n.6, p.362- 5, Nov., 1992.
67. TIRADO, J.M.T., NAGY, W.W., DHURU,V.B., ZIEBERT, A.J. The effect of thermocycling on the fracture toughness and hardness of core buildup materials. **J. Prosthet. Dent.**, Milwaukee, v.86, n.5, p.474-80, Nov, 2001.
68. TURNER, C.W., MEIERS, J.C. Repair of an aged, contaminated indirect composite resin with a direct, visible light-cured composite resin. **Oper. Dent.**, M.D., v.18, p.187-94, 1993.

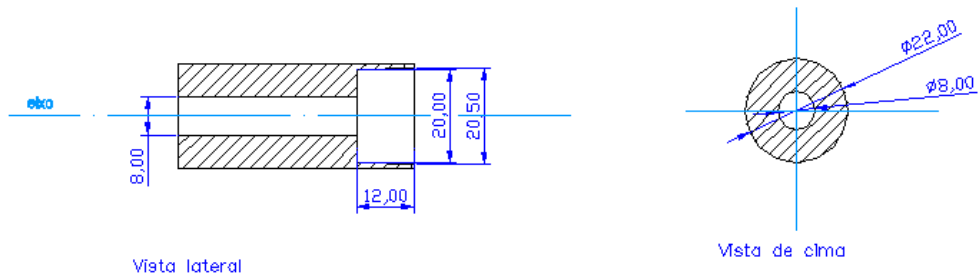
* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:**
informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro:
ABNT, 2000. 22p.

Apêndice

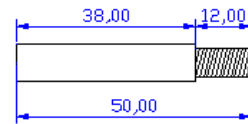
9. Apêndice

Apêndice 1

Matriz A



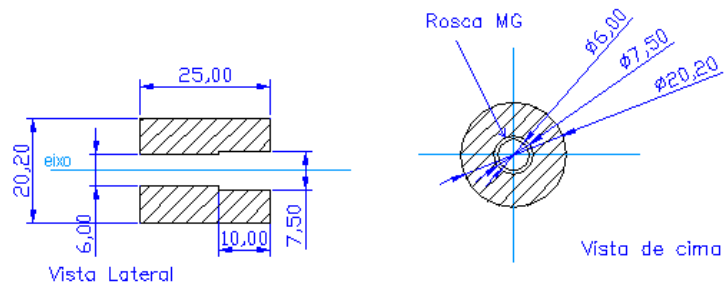
Material : Latão
Quantidade : 01 peça
Nome: Matriz A



Parafuso A 1

Apêndice 2

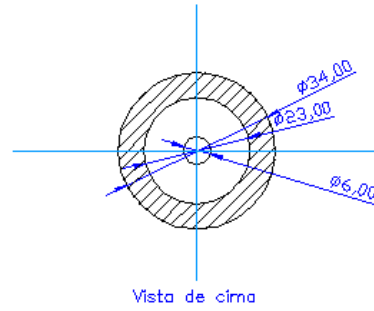
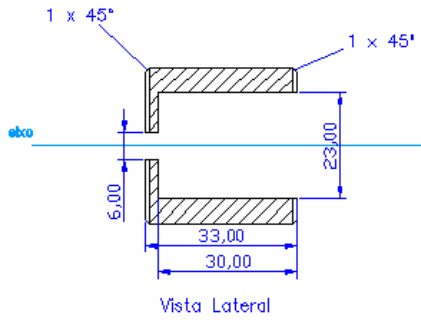
Suporte



Material : Aço SAE 1010/1020
Quantidade : 01 peça
Nome : Suporte

Apêndice 3

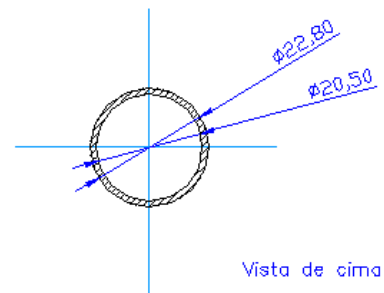
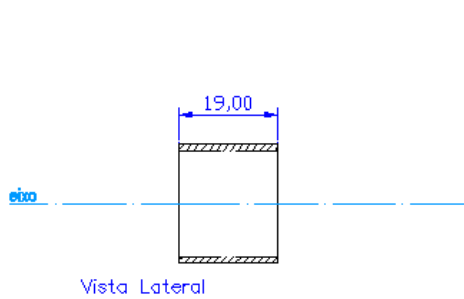
Matriz B



Material : Latão
Quantidade : 01 peça
Nome : Matriz B

Apêndice 4

Centralizador



Material : Bronze TMO 660
Quantidade : 01 peça
Nome : Centralizador

Resumo

ROSSATO, D.M. **Avaliação da resistência ao cisalhamento de reparos quando a interface é tratada com laser de Er:YAG, Ponta diamantada e Jato abrasivo com óxido de alumínio.** 2004. 140p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista. Araraquara.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar avaliação da resistência de união ao cisalhamento de reparos de resina compostas em restaurações com resina composta envelhecidas, em função de diferentes tratamentos superficiais. Foram confeccionados 60 corpos-de-prova de resina composta Z250 (3M) e levados a termociclagem para simular o envelhecimento da restauração, foram realizados 500 ciclos de 15 segundos cada, variando entre 5°e 55°C. Separados aleatoriamente em seis grupos que sofreram os seguintes tratamentos superficiais: nenhum tratamento (G1 – controle), desgaste com ponta diamantada (G2), jato de óxido de alumínio com partículas de 27,5µm (G3) por 10 segundos, laser de Er:YAG – 200mJ (G4), laser de Er:YAG – 300mJ (G4) e laser de Er:YAG – 400mJ (G6), os três últimos com frequência de 10Hz por 10 segundo. Foi realizada microscopia eletrônica de varredura para observarmos o aspecto do material após os tratamentos terem sido executados. O reparo da restauração foi realizado utilizando-se a mesma

resina. O teste de cisalhamento foi feito na Máquina de Ensaio Mecânicos MTS – 810. Analisando os resultados por ANOVA e pelo teste de Tukey não foram encontradas diferenças significativas (p-valor=0.5120). A análise dos valores medianos, mostrou que o tratamento superficial com jato de óxido de alumínio apresentou uma maior resistência da interface do reparo ao cisalhamento (8.91Mpa) enquanto que o laser de Er:YAG com 400mJ de potência, apresentou a menor (6.76Mpa). A análise dos tipos de fratura mostrou que 90% dos corpos-de-prova do grupo 3 (óxido de alumínio) sofreram fraturas coesivas.

Palavras – chave: reparos, resinas, laser Er:YAG, cisalhamento.

Abstract

ROSSATO, D.M., **Evaluation of shear bond strength of repaired resin restorations using laser Er:YAG, Diamond bur and aluminum oxide (microetching)**. 2004. 140p. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista. Araraquara.

Abstract

The aim of this work was to perform the evaluation of the shear bond strength of the composite resin repairs in old composite restorations, modifying the superficial treatment of the samples. Sixty samples of the composite resin Z250 (3M) were prepared and thermocycled for 500 cycles at 5° and 55°C with a dwelling time of 15 seconds. Specimens were randomly divided into six groups and subjected to different surface treatments as follows: No surface treatment (G1 – control), grinding with a diamond bur (G2), sandblasting with a microetcher for 10 seconds with 27,5µm Al₂O₃ particles (G3), treated with Er:YAG laser with an energy intensity of 200mJ (G4), 300mJ (G5), 400mJ (G6), frequency of 10Hz for 10 seconds. The specimens after surface treatment were observed using the scanning electron microscope. The repair of the old resin was done with the same material. The shear bond strength test was performed in a Mechanic Testing MTS – 810. Statistical treatment by

ANOVA and Tukey's test showed no significant differences between the groups tested ($p=0.5120$). The highest shear bond strength values were achieved by sandblasting the surface with a microetcher with Al_2O_3 (8,91Mpa), whereas the lowest values were obtained with Er:YAG laser with energy intensity of 400mJ (6.76Mpa). Observing the rupture surface, G3 presented 90% of cohesive failures.

Keywords: repair, composite, laser Er:YAG, shear bond strength.