



*Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
Faculdade de Odontologia de Araraquara*

*Resistência adesiva de reparos em  
resina composta – Tratamento da  
superfície com ponta diamantada, jato  
de óxido de alumínio e laser de  
Er:YAG*

*Ana Maria de Gois*



*Araraquara  
2004*

**Ana Maria de Gois**

**Resistência adesiva de reparos em  
resina composta – Tratamento da  
superfície com ponta diamantada, jato  
de óxido de alumínio e laser de  
Er:YAG.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de Mestre em Odontologia – área de Dentística Restauradora.

Orientador: *Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade*

Co-orientadora: *Profª. Drª. Rosane de Fátima Zanirato  
Lizarelli*

Araraquara

2004

De Gois, Ana Maria

Resistência adesiva de reparos em resina composta. Tratamento da superfície com ponta diamantada, jato de óxido de alumínio e laser de Er:YAG / Ana Maria De Gois. – Araraquara : [s.n.], 2004.

144 f. ; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Co-orientador: Profª. Dra. Rosane de Fátima Zanirato Lizarelli

1. Resinas compostas 2. Reparo 3. Resistência adesiva 4. Er:YAG I. Título.

*“Uma mente que se abre a uma nova idéia  
jamais retornará ao seu tamanho original.”*

*Albert Einstein*

---

---

# *Dedicatória*

**À minha filha Mariana**

Pelo amor incondicional e Inspiração.  
Felicidade e Carinho diários.  
Você é a minha maior realização.

---

---

---

---

# *Agradecimentos* *Especiais*

## **A DEUS**

Pela vida, com saúde,  
inteligência e disposição  
para realização dos meus  
sonhos.

Porque os Seus planos para  
mim, vão além dos sonhos e  
desejos do meu coração.

## **Aos meus pais, Antônio e Maria José**

Amor verdadeiro.  
Incentivo sempre.  
Exemplo de vida.

Este também é um triunfo de vocês.

---

---

---

**Aos meus irmãos, Anderson,  
Yara, Rosângela, Marcos, Andréa,  
Lucas, Luciana, Marcelo e  
Rafael**

Amizade eterna.

Carinho e apoio.

Respeito mútuo.

**Aos meus sobrinhos Gabriel,  
Sophia e Maria Clarissa**

Pelo Carinho e por vocês serem  
maravilhosos.

Levo vocês sempre no meu  
coração.

**A amiga Cláudia**

Obrigado pelo convívio  
saudável e pela amizade.

Por me permitir conviver com a  
sua família.

Por termos compartilhado  
inúmeros momentos de alegria.

---

---

**Ao meu orientador,**

**Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi  
de Andrade**

Por ter me acolhido de maneira  
especial.

Pela humildade, conhecimentos  
transmitidos.

Por ter confiado no meu  
trabalho e pela amizade.

**À minha co-orientadora,**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosane de  
Fátima Zanirato Lizarelli**

Exemplo de autenticidade.

O amor ao que faz contagia a  
todos.

Obrigado pelas inúmeras  
oportunidades, ensinamentos  
e acima de tudo pela amizade  
e por ter acreditado em mim.

---



---

**Ao Prof. Dr. Vanderlei  
Salvador Bagnato**

Por sua orientação e suporte científico.

Pela oportunidade e confiança ao abrir as portas do departamento de Física e Ciência dos Materiais do IFSC - USP e permitir que eu estagiasse no consultório odontológico do CePOF.

**A Sillas Duarte**

Pela ajuda na realização deste trabalho.

Pelo carinho e atenção.

Você se fez presente mesmo estando longe.

---

---

**A Márcio Giampá Ticianeli**

Obrigada pela ajuda,  
incentivo, atenção e carinho.

Por ter compartilhado comigo  
momentos de alegria.

**A Jorge Noriega**

Pelo convívio e disposição em  
ajudar.

Por ter dividido comigo e  
minha filha a sua  
companhia.

**A Jairson das Graças**

Obrigada pela ajuda e  
compreensão.

---

---

## **Ao amigo Luiz Carlos**

Por acreditarmos no mesmo  
ideal.

Pela amizade de sempre.

---

---

---

# *Agradecimentos*

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" na pessoa do seu diretor Prof. Dr. Ricardo Samih Georges Abi Rached.

Escola que me acolheu, que permitiu meu crescimento e que me proporcionou novas e verdadeiras amizades.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / DF - CNPQ / DF, Brasil.

Pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

---

---

---

---

Ao Centro de Pesquisa em  
Óptica e Fotônica e ao Grupo de  
Óptica do Instituto de Física de  
São Carlos - USP.

Pelo apoio tecnológico e  
científico para o  
desenvolvimento desta  
pesquisa.

Ao Prof. José Roberto Cury  
Saad, Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Dentística  
Restauradora.

Pela seriedade e dedicação  
com que tratou dos interesses  
do Programa.

Ao Prof.Dr. Renato Leonardo,  
Chefe do Departamento de  
Dentística Restauradora.

Pela dedicação aos interesses  
do departamento.  
Pela amizade.

---

---

---

---

**Ao Prof. Dr. Wellington  
Dinelli**

Pelo convívio  
maravilhosamente agradável.

Você é um Educador  
Inato.

**A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elaine do  
Departamento de Semiologia**

Por ter confiado em mim  
e por toda atenção e ajuda.

Que Deus ilumine seus  
caminhos!

**Ao Prof. Dr. Luis Geraldo Vaz**

Pela ajuda na realização  
deste trabalho.

Pelo convívio agradável  
e amizade.

---

---

---

---

Aos amigos e colegas de  
mestrado:

Eduardo Oliva, Kina,  
Sérgio, Jéferson, Rinaldo,  
Sílvio, Pablino, Jean,  
Cláudia, Ana Maria, e  
Desirée.

Pelo convívio agradável  
Por acreditarmos no  
mesmo ideal.

Aos Funcionários da Pós-  
Graduação, especialmente a Mara

Pela disponibilidade e  
atenção na resolução dos  
problemas.

---

---

---

---

A todos que participam do  
Grupo de Óptica e Fotônica  
de São Carlos-USP,  
especialmente, Augusto  
Figueiredo, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>Luciana  
Almeida Lopes,  
Cristina Kurachi e Clovis.

Pela ajuda e atenção

A todos os Funcionários do  
Departamento de  
Dentística Restauradora, em  
especial a Cláudio,  
Marinho, Vanderlei e  
Cleuza.

Pela atenção com que  
sempre me trataram.

---

---



---

A todos aqueles que, de algum modo, ajudaram-nos na elaboração desta dissertação.

**Muito Obrigada!**

---

# SUMÁRIO

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| <b>1- INTRODUÇÃO.....</b>            | <b>15</b>  |
| <b>2- REVISÃO DA LITERATURA.....</b> | <b>21</b>  |
| <b>3- PROPOSIÇÃO.....</b>            | <b>65</b>  |
| <b>4- MATERIALE MÉTODO.....</b>      | <b>67</b>  |
| <b>5- RESULTADO.....</b>             | <b>94</b>  |
| <b>6- DISCUSSÃO.....</b>             | <b>106</b> |
| <b>7- CONCLUSÃO.....</b>             | <b>123</b> |
| <b>8- REFERÊNCIAS.....</b>           | <b>126</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                   | <b>134</b> |
| <b>RESUMO.....</b>                   | <b>141</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>                 | <b>143</b> |

---

# *1- Introdução*

A evolução das resinas compostas e dos sistemas adesivos permitiu que esses materiais fossem amplamente utilizados na Dentística Restauradora e que restaurações confeccionadas com estes materiais apresentem maior durabilidade na cavidade bucal. Entretanto, como todas as restaurações plásticas, fraturas e falhas podem ocorrer.<sup>30</sup> Restaurações de compósito deficientes ou que se tornaram deficientes com o tempo, não necessariamente requerem remoção de toda restauração. A remoção completa da restauração leva inevitavelmente, à ampliação da cavidade com perda adicional de substância dentária,<sup>30</sup> diminuição do tempo de vida útil da nova restauração e em casos de restaurações profundas pode levar a comprometimento pulpar.<sup>5,9,24</sup>

De acordo com a teoria da “Dentística Minimamente Invasiva,”<sup>24</sup> o reparo pode ser considerado um tratamento de escolha para: restauração com descoloração de superfície; pequenas áreas de cáries recorrentes ao longo das margens, quando o restante da restauração está adequada; contorno inadequado; defeitos marginais;

---

---

fraturas e, quando a remoção completa de restaurações extensas podem desnecessariamente, comprometer a saúde do dente. O reparo proporciona preservação da estrutura dentária e redução do potencial danoso para a polpa além do reduzido custo.<sup>14,19,24,25</sup> A decisão em reparar ou confeccionar uma nova restauração deve ser baseada no risco de desenvolver cárie do paciente, relação risco benefício e nos princípios de preparo da cavidade.<sup>24</sup> No entanto, existe a possibilidade do reparo levar a um inaceitável enfraquecimento da restauração. Devido a esse fator, a reparabilidade passa a ser uma desejável propriedade dos materiais restauradores.<sup>19</sup>

Uma medida de reparabilidade é o desenvolvimento de uma excelente adesão na interface entre as superfícies da restauração inicial e a camada do reparo, sendo que, este desenvolvimento é refletido na magnitude da resistência da interface, usualmente referido como resistência adesiva interfacial.<sup>19</sup> A resistência adesiva pode ser medida por meio dos ensaios mecânicos de cisalhamento e de tração. A maioria dos estudos sobre reparos tem analisado a resistência adesiva entre resinas através de teste de cisalhamento. No entanto, este tipo de teste é muito criticado por produzir alta concentração de estresse dentro do material.<sup>7</sup> O teste de microtração (variação do teste de tração) foi desenvolvido para permitir medidas de resistência adesiva entre dente e resina em várias regiões no mesmo dente<sup>28,29</sup> e é considerada a melhor opção para avaliar a resistência adesiva entre dois materiais adesivos.<sup>7</sup>

---

---

Existem várias técnicas de reparos que utilizam: condicionamento ácido,<sup>14</sup> abrasão a ar (partículas abrasivas aplicadas com compressão a ar),<sup>5,7,22,32</sup> uso de fresas,<sup>9,14,25,33</sup> meios químicos (adesivos, silanos)<sup>5,7,14,19,25,30,32</sup> e em 2001 Blum<sup>3</sup> relatou a partir de casos clínicos, alguns procedimentos que podem ser executados exclusivamente, com laser e, entre eles, foi citada a remoção de restaurações antigas para posterior reparo delas.

A primeira utilização do laser nos tecidos duros dentais ocorreu em 1964 por Stern & Sognaes,<sup>31</sup> os quais afirmaram que o esmalte dental poderia ser vaporizado pelo laser de Rubi ( $Al_2O_3$ ). Eles utilizaram parâmetros muito altos. Consideráveis danos foram observados nos tecidos dentais, entre eles carbonização da dentina. Quando as margens de restaurações de amálgama e ouro foram expostas ao feixe de laser, foi observado que o metal absorveu mais energia que o esmalte, resultando em considerável destruição do metal. Outros estudos foram feitos com os lasers Nd:YAG e  $CO_2$ , porém danos semelhantes foram encontrados no tecido dental.<sup>34</sup> Hibt & Keller<sup>15</sup> em 1988 descreveu o laser de Érbio como um laser capaz de ablacionar esmalte e dentina através do efeito fotomecânico, promovendo um efeito mecânico através do aquecimento da água do tecido irradiado, a qual é expandida e vaporizada, removendo partes do tecido que é ejetado da superfície, ocasionando uma cratera irregular.

---

---

A irradiação de laser Er: YAG é uma técnica que tem sido difundida na tentativa de substituir a de alta rotação e fresas de baixa velocidade usadas convencionalmente nos preparos dos tipos classe I e V. O laser oferece vários benefícios: uso de menor quantidade de anestesia, mais conforto para o paciente, reduzindo o calor, pressão, vibração; e, conseqüentemente, reduzindo estresse. O laser de Er: YAG foi liberado pela FDA em 1997<sup>27</sup> para o uso em dentes humanos e tem sido relatado como uma técnica segura e confortável para: ablacionar estruturas dentárias; para remoção de lesões de cáries; tratamento da superfície do esmalte e dentina e para preparação de cavidades, com perdas limitadas de estrutura dentária sadia e mínima injúria à polpa, tecidos moles e duros do dente.<sup>27</sup> Recentemente, Lizarelli, Moriyama & Bagnato (2003)<sup>21</sup> determinaram que o laser Er:YAG é capaz de ablacionar e remover partes dos materiais compósitos de maneira seletiva e diferencial, através da vaporização explosiva seguida de ejeção hidrodinâmica.

O laser de Er:YAG se constitui em um laser de estado sólido, cujo meio ativo é um “garnet” ou granada de ítrio e alumínio, dopado com érbio, a transmissão ocorre através de um braço articulado de 5 espelhos com peça de mão óptica, apresentando efeito fotomecânico. Este sistema emite laser com comprimento de onda localizados na faixa do infravermelho no espectro electromagnético (Er:YAG/ 2940nm), caracterizado para aplicações clínicas em

---

odontologia. Possui um laser-guia vermelho (diodo semiconductor) e opera num regime de microssegundos.<sup>20</sup>

Observa-se clinicamente que, ao se reparar restaurações de resinas compostas, os instrumentos convencionais não são capazes de remover apenas a restauração antiga ou insatisfatória de resina composta, sem comprometer o tecido dental sadio. A vantagem do uso do laser de Er:YAG com relação aos outros meios mecânicos é a possibilidade de um preparo ultraconservador, onde o material resinoso pode ser ablacionado seletivamente, preservando o tecido dental sadio. Não existem dados na literatura científica sobre o monitoramento do efeito do tratamento de superfície com laser de Er:YAG para preparos de resinas compostas, o que nos leva a pesquisar a possibilidade de viabilizar uma nova técnica de reparo ultraconservadora com o laser de Er:YAG.

---

---

## *2. Revisão da Literatura*

### *2.1- Reparo em resinas compostas*

Os estudos encontrados na literatura a respeito de reparo em resinas compostas apresentam-se com grande variação metodológica, resultando numa ausência de consenso quando os seus resultados são comparados. Diante disso, foram selecionados para este estudo, trabalhos de pesquisa relacionados ao assunto abordado, ou os que, por algum motivo de maior interesse, devido a sua linha de raciocínio, à metodologia empregada ou ainda às conclusões formuladas, pudessem contribuir mais efetivamente para o desenvolvimento do presente trabalho.

Alguns investigadores relataram que a resistência adesiva interfacial de compósitos reparados logo após sua confecção não foi diferente da resistência coesiva do material. Diante dessa afirmação, Boyer, Chan & Reinhardt<sup>4</sup> (1984) propuseram medir a resistência adesiva interfacial

---



---

de reparos de compósitos em função do envelhecimento da camada inicial. Os espécimes foram reparados após 2, 5, 10, 20 minutos, 24 horas e sete dias depois de sua confecção. Espécimes retangulares de compósitos foram feitos em matriz de alumínio e a resistência transversal coesiva dessas amostras, foi medida após um período de armazenamento de 24 horas em água. Metade dos espécimes foi recolocada na matriz de alumínio e após aplicação de uma fina camada de agente adesivo, fez-se o acréscimo de compósitos em vários tempos experimentais: 2, 5, 10, 20 minutos e 24 horas . A outra metade dos espécimes teve sua superfície desgastada com disco abrasivo e coberta com uma fina camada de agente adesivo antes de ser reparada nos tempos citados . A adesão entre essas duas metades foi medida com teste transversal a uma velocidade de 0.5cm/min, após estocagem em água destilada por 24 horas. A resistência adesiva do reparo diminuiu com o envelhecimento da camada inicial e os compósitos com grande quantidade de partículas exibiram maior resistência adesiva. O uso de agente adesivo em ambas as superfícies (desgastadas e não desgastadas) melhorou a resistência adesiva. Os valores de resistência adesiva dos compósitos fotopolimerizáveis foram similares aos autopolimerizáveis. Compósitos envelhecidos ao longo de uma semana e que tiveram suas superfícies desgastadas, apresentaram a resistência adesiva de reparo de 27% e 48% da resistência coesiva do material quando reparados sem e com agente adesivo, respectivamente.

---

---

Com o objetivo de identificar o melhor tipo de tratamento para reparar superfícies de compósitos desgastadas, Crumpler et al.<sup>9</sup> (1989) investigaram a adesão de compósito novo à resina composta envelhecida a partir de vários tipos de tratamento: agentes condicionadores químicos, primers condicionadores e tratamento mecânico; uma resina composta autopolimerizável (P10, 3M) e três resinas compostas fotopolimerizáveis (Estilux Posterior, Kulzer, Germany; Ful-Fil, L.D. Caulk, Milford, DE; Occlusin, Coe Laboratories, Chicago, IL) foram usadas. As amostras foram confeccionadas em moldes plásticos (cilíndricos) e envelhecidas por sete dias em saliva artificial (1% de cloreto de sódio, 1% de albumina bovina) a 37°C. A superfície da resina composta foi mecanicamente desgastada com brocas (carbide, nº245; ponta diamantada, nºD830) e discos para polimento (3M, Dental). Em seguida foram utilizados agentes condicionadores químicos: metil metacrilato (MMA, Dentsply) e 10% de BIS-GMA dissolvidos em etanol (10% BIS-GMA) e o grupo controle foi tratado com água destilada antes da aplicação do primer. Utilizaram-se os seguintes agentes primers: Scotchbond-1 (3M, Dental Products, USA), Prisma Universal Bond, Scotchprime silane (3M, Dental Products, USA). Compósitos frescos foram acrescentados às superfícies preparadas e polimerizados. Em seguida essas amostras foram novamente envelhecidas em saliva artificial antes de serem submetidas ao teste de cisalhamento. Um grupo de amostra para cada compósito não foi reparado e serviu de grupo controle. Mediu-se a

---

resistência adesiva das amostras em resinas compostas. O valor da resistência coesiva de cisalhamento para compósitos não reparados foi de 27MPa. Os valores de resistência adesiva de reparo foram 88% (Estilux), 77% (FUL-FIL), 92% (Occlusin) e 102% (P10) da resistência coesiva do material. Os testes revelaram que a melhor combinação de tratamento foi o desgaste com ponta diamantada, condicionamento com água e o uso do prime Scotchbond-1 antes do reparo. A maioria das fraturas ocorreu na interface adesiva entre os compósitos ou próxima à interface adesiva. Menos de 5% das fraturas das amostras ocorreram dentro do compósito original.

Sob condições "in vitro", Swift, LeValley & Boyer,<sup>32</sup> (1992) avaliaram a efetividade de reparos em resina composta usando uma técnica de abrasão a ar e gel condicionante. Cinco resinas compostas foram usadas para testar o efeito de diferentes números e tipos de partículas de carga. As resinas compostas utilizadas foram: Herculite XRV (Kerr,USA); P-50 (3M, Dental, USA); Pertac-Hybrid (ESPE-Premier, USA); Prisma-Fil (Caulk/Dentsply, USA) e Silux Plus (3M, Dental Products, USA). Amostras confeccionadas em uma matriz com 2.0 mm de profundidade e 2.5 mm de largura e 15 mm de comprimento foram estocadas em água destilada por 7 dias à temperatura ambiente e submetidas aos seguintes tratamentos de superfície: (1) abrasão com partículas de 50µm de óxido de alumínio usando um aparelho de jateamento intra-oral (microetcher, Danville, CA, USA); (2)

abrasionadas e aplicado ácido hidrófluorídrico (HF) a 9,6% (Pocelaine Etch Gel, Pulpodent Corp, Watertown, MA, USA) por 3 segundos; (3) abrasionadas e aplicado flúor fosfato acidulado a 1,23% (Nupro, Johnson & Johnson Dental Care Co., New Brunswick, NJ, USA) por 10 minutos. Após tratamento da superfície, as amostras foram reparadas e estocadas em água destilada por 24 horas e submetidas ao teste de resistência à tração numa Máquina de Teste Universal (Instron model TT-D, Instron Corp., USA). A resistência coesiva das amostras não reparadas foi 61.4 MPa a 111.6 MPa para o Pertac-Hybrid. Em geral a abrasão a ar permitiu uma resistência ao reparo de aproximadamente 60% da resistência coesiva. A maior resistência adesiva do reparo foi 71.1 MPa, obtida com a resina Herculite, submetida à abrasão e aplicação do HF. Concluindo-se que: a abrasão com 50µm de partículas de óxido de alumínio proporciona uma superfície mecanicamente retentiva para reparos de compósitos; o condicionamento da resina composta com 9,6% de HF(gel) por 30 segundos aumentou ou reduziu a resistência adesiva do reparo; o condicionamento do compósito com flúor fosfato acidulado a 1,23% reduziu a resistência adesiva obtida com a abrasão a ar sozinha; e não existe correlação entre o tipo e o número de partículas de carga e a resistência adesiva do reparo do material testado.

---

Utilizando diferentes agentes adesivos, seqüências de reparo e preparações de superfícies, Turner & Meiers<sup>33</sup> em 1993, determinaram a resistência adesiva interfacial de resinas compostas microparticuladas indiretas, reparadas com resinas compostas diretas. Confeccionaram-se 180 amostras em resina composta indireta, Concept (C) (Williams Dental Company, NY, Inc). Em seguida essas amostras foram envelhecidas por termociclagem e contaminadas com suco de tabaco por 7 dias a 37°C e divididas aleatoriamente em nove grupos. As superfícies das amostras foram lixadas com discos de lixa de óxido de alumínio (granulação-500) ou abrasionadas com partículas de 50µm de óxido de alumínio (Microetcher ,Danville Engineering). Após limpeza da superfície com ácido fosfórico a 37% por 10 segundos, lavagem com água e secagem com compressor a ar, aplicaram-se os seguintes agentes adesivos: Heliobond (HB) (Vivadent USA, Inc), Special Bond2 (SB2) (Vivadent USA, Inc), All-Bond system (SBS) (BISCO, Downers Grove, Inc), All-Bond unfilled resin (ABU) (BISCO, Inc); ou ainda não foi aplicado agente adesivo. As amostras foram reparadas com Heliomolar (HM) (Vivadent USA, NY, Inc), termocicladas e estocadas em soro fisiológico até o momento do teste, o qual foi feito em uma máquina de ensaio Universal (United Calibration Corp, garden Grove, CA). A abrasão a ar possibilitou uma maior resistência adesiva de reparo. O sistema All-Bond foi o agente adesivo que apresentou uma maior resistência

---

adesiva, tanto nos grupos lixados como nos submetidos à abrasão a ar. O exame visual e por Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM) indicaram falhas adesivas em todos os grupos.

Em 1995, Davis, Friedl & Powers<sup>10</sup> propuseram estudar “in vitro” a estabilidade de cor e a rugosidade de superfície de três ionômeros de vidro disponíveis comercialmente após aceleração do envelhecimento. Prepararam-se amostras em forma de disco com diâmetro e espessura de 2mm e fez-se a estocagem delas por uma semana a 37° C e 100% de umidade. Utilizaram-se os seguintes materiais: Fuji II LC (GC América); Photac-Fil Aplicap (ESPE-Premier, Norristown, PA) e Vitremer (3M Dental Products, St Paul, MN), de acordo com as instruções do fabricante. Nenhuma amostra desse experimento foi coberta com adesivo ou glaze após a cura. Após medir a cor e a rugosidade iniciais envelheceram-se as amostras em uma máquina de envelhecimento artificial (Ci35 Weather- Ometer; Atlas Electronic Devices Co Chicago, IL) , submetendo-as à irradiação ultravioleta de 150KJ/m<sup>2</sup> durante um período de 77 horas. Mediram-se a cor antes e após o envelhecimento com auxílio de um espectrofotômetro (Color-Eyes 7000; MacBeth Division, Kollmorgen Instruments Corp, Newburg, NY) e a rugosidade foi medida com um perfilômetro (Talysurf 10; Taylor-Hobson, Leicester, England). As superfícies dos ionômeros de vidro foram observadas após aceleração do envelhecimento através de microscopia

---

eletrônica de varredura (JSM-820; JOEL, Peabody, MA). Testaram-se quatro amostras de cada grupo perfazendo um total de 72 amostras. Após envelhecimento todas as amostras tornaram-se claras. O Fuji II LC teve uma maior mudança de cor, seguido pelo Photac-Fill Aplicap e Vitremer. Não houve diferença entre as cores mais claras, mas as cores escuras de cada produto demonstraram maior alteração. Todas as amostras tornaram-se significativamente rugosas após o envelhecimento. Concluindo-se que os ionômeros sem glazeamento na superfície tiveram uma alteração significativamente perceptível na sua cor após aceleração do envelhecimento “in vitro” e as superfícies tornaram-se mais rugosas e demonstraram evidências de trincas e degradação.

Brosh et al. em 1997,<sup>5</sup> investigaram o efeito da combinação de tratamento de superfície com agentes adesivos na resistência adesiva entre uma resina composta velha e uma resina nova e identificaram os tratamentos mais efetivos. Trezentos e sessenta espécimes de 5mm de diâmetros e 2.5 mm de altura foram confeccionados com a resina Pertac-hybrid (Espe, Seefeld, Germany), com o auxílio de uma matriz. Em seguida, foram armazenados em água destilada a 37°C durante 14 dias. Dividiu-se os espécimes aleatoriamente em 6 grupos com 60 repetições cada um, sendo que cada grupo foi submetido aos seguintes tratamentos: grupo 1 (controle) - ausência de tratamento; grupo 2- desgaste com ponta diamantada

---

(856/018Diatech Diamant AG, Switzerland); grupo 3- jateamento com partículas de óxido de alumínio com tamanho de 50 µm (microetcher Danville Engineering Inc., Calif.) por 10 segundos; grupo 4- jato de bicarbonato de sódio (Jet prophylaxis, Deldent Ltd., Israel) por 15 segundo, à pressão de 2.2 atmosfera e a 10 mm de distância; grupo 5- desgaste com pedras de carborundum verde (Dedeco Dental Products, St. Paul) sob refrigeração, em baixa velocidade; grupo 6- condicionamento com ácido hidrofluorídrico (Ultradent Products, South Jordan, Utah) por 60 segundos. Após tratamento da superfície, cada grupo foi dividido em três subgrupos com 20 representantes em cada um, totalizando 18 grupos, e em seguida foram submetidos a diferentes agentes adesivos: 1- grupo controle sem agente adesivo; 2- resina Bis-GMA, sem carga (Enamel Bond Ultradent Products) e 3- silano (Scotch Prime – Ceramic Primer, 3M Dental Products). Após, colocou-se resina composta microparticulada nova (Silux Plus, 3M Dental Products) sobre a resina envelhecida até o completo preenchimento da matriz. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 14 dias sendo, após este período, termociclados (300 ciclos de 5°C - 55°C) e submetidos ao teste de cisalhamento em uma Máquina de Teste Universal (Model 1026, Instron Corp.). Após análise de variância dos resultados obtidos, observou-se que o uso da resina sem carga (adesivo), sozinha ou combinada com o silano, foi o tratamento mais efetivo em relação ao aumento da resistência adesiva ao cisalhamento das amostras reparadas,

---



independente do processo de tratamento da superfície. A associação do silano com a resina sem carga não melhorou significativamente a resistência adesiva ao cisalhamento quando comparado com o uso do adesivo sozinho. A maior resistência adesiva foi encontrada quando se desgastou a superfície com pedra de carborundum verde ou quando a superfície foi jateada, e os menores valores foram obtidos tratando a superfície com ácido hidrofúorídrico.

Com o objetivo de avaliar a reparabilidade imediata, Lewis et al.<sup>19</sup> (1998) propuseram estudar como diferentes tratamentos de superfície na camada superficial afetam a resistência adesiva interfacial quando a restauração de resina composta é reparada 5 minutos após sua confecção. Usaram-se duas resinas compostas disponíveis no mercado: Pertac-hybrid (ESPE América) e Z100 (3M, Dental Products, USA). Prepararam-se três grupos de espécimes para cada material: no grupo A, a última camada da restauração foi polimerizada sem tira-matriz de poliéster, formando uma película de resina inibida por ar; no grupo B polimerizou-se a última camada com auxílio de uma tira-matriz de poliéster (Mylar, Du Pont polyethylene matrix, Moyco) de 0.05mm de espessura; e no grupo C não se utilizou a tira-matriz de poliéster durante a polimerização e a superfície foi abrasionada com discos Sof-lex (3M Dental Products). Após reparo todos os espécimes foram estocados por 6 semanas em água a 23°C e em seguida submetidos a

uma carga para fratura de cisalhamento. O resultado da resistência adesiva de cisalhamento foi tratado usando três parâmetros da equação de Weibull e esclarecendo o índice da performance (I) que é a medida da magnitude e da variabilidade da resistência adesiva de cisalhamento. Três conclusões foram apresentadas: (1) as restaurações reparadas imediatamente sem a tira de poliéster apresentaram a performance de resistência adesiva interfacial aumentada. (2) Para as restaurações confeccionadas com auxílio da tira-matriz, a abrasão da camada superficial induziu a uma diminuição na performance da resistência adesiva. (3) Independente da condição da superfície, a performance da resistência ao cisalhamento foi a mesma tanto para a Pertac- Hybrid como para Z100, exceto para os casos em que a camada inicial foi abrasionada, Z100 teve melhor performance.

Shahdad & Kennedy,<sup>30</sup> (1998) estudaram a resistência adesiva de reparo de amostras em resinas compostas reparadas valendo-se de uma variedade de materiais e métodos e compararam com a resistência coesiva das amostras não reparadas. Confeccionaram-se corpos-de-prova de 8mm de altura e 4mm de diâmetro com Hélio Progress (HP) (Vivadent). Após estocagem dos espécimes em água deionizadas à temperatura ambiente por 24 horas, os mesmos foram reparados com dois tipos de resinas compostas: (Helio Progress/ Vivadent e Herculite XRV (XRV) / KERR e dois agentes adesivos (All Bond 2 (AB2) / BIS- DENT e DenTASTIC (DT)/

Pulpdent). Avaliou-se o efeito da rugosidade de superfície da resina composta velha na resistência adesiva do reparo sobre vários períodos de estocagem: 48 horas , 1 semana, 1mês, perfazendo um total de 18 grupos após combinação dessas variáveis. Depois da armazenagem em água deionizada nos tempos descritos acima a depender do grupo, as amostras foram reparadas e submetidas a teste de cisalhamento em uma máquina de teste Universal LLOYD (Lloyd Instruments, Model 2000, Farnham, Hants, UK), para obtenção da resistência adesiva de cisalhamento em MPa. Submeteram o grupo controle também a teste a fim de calcular a resistência coesiva, a qual foi de 27,7MPa. A abrasão de superfície melhorou significativamente a resistência adesiva ( $P < 0.001$ ) e o uso de agentes adesivos adicionais, aumentou a resistência adesiva, mas não significativamente ( $P < 0.001$ ). O reparo de HP com HP após abrasão de superfície e aplicação de DT produziu maior resistência adesiva, que foi 99% da resistência coesiva das amostras controle (não reparadas). Logo, a abrasão da superfície de resinas compostas fraturadas produz um aumento significativo na resistência adesiva do reparo. O uso de um ou outro material intermediário (DT ou AB2) produziu um aumento significativo na resistência adesiva do reparo. A resina composta usada não apresentou diferença substancial na resistência adesiva dos espécimes reparados e a estocagem das amostras não afetou a resistência adesiva do reparo.

---

A estabilidade da cor de onze materiais provisórios foi avaliada por Doray & Powers,<sup>11</sup> em 2001, submetendo-os às condições de envelhecimento “in vitro”. Quatro resinas acrílicas e sete resinas compostas foram estudadas. Confeccionaram-se discos de 10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura de acordo com as instruções dos fabricantes. A cor dos espécimes foi medida por meio de um espectrofotômetro (Color-Eye 7000; MacBeth Division, Kollmorgen Instruments, Newburgh, NY) antes e após o envelhecimento. As amostras foram envelhecidas em uma máquina de envelhecimento artificial (Ci35 Weather-Ometer Atlas Electronic Devices Co, Chicago, IL) com exposição à irradiação ultravioleta de 60 KJ/m<sup>2</sup>, em incrementos de 15 KJ/m<sup>2</sup>. Calculou-se a mudança de cor após intervalos de 15 KJ/m<sup>2</sup> (inicial) e 60 KJ/m<sup>2</sup> (final). O teste estatístico de análise de variância demonstrou alteração estatisticamente substancial na cor de todos os materiais avaliados neste estudo após os intervalos de 15 e 60 KJ/m<sup>2</sup> de exposição à irradiação ultravioleta, sendo esta alteração mais evidente na resina acrílica Temp-Plus (Ellman International Hewlett, NJ) e nas resinas compostas Bis-Jet (Lang Dental Mfg Wheeling, DE), Maxi-Temp (Henry Schein Port Washington, NY), Turbo-Temp (Danville Materials San Ramon, CA) e Ultra-Trim (Harry J. Bosworth Skokie, IL). Os autores concluíram que: (1) apenas uma resina acrílica apresentou mudança de cor perceptível; (2) das 6 resinas compostas com mudança de cor perceptível, 4 delas

---

apresentaram uma mudança de cor inaceitável clinicamente; (3) os materiais que apresentaram melhores resultados quanto à estabilidade de cor foram as resinas acrílicas AccuSet (EDS S. Hackensack, NJ), Qyk-Set (Holmes Dental Co Hatboro, PA), Vita Zeta (Vita Zahnfabrik, Bad Seckingen, Germany) e a resina composta Integrity (Dentsply/Caulk Milford, DE).

Em 2001, Lucena-Martín, Gonzáles-Lópes & Mondelo,<sup>22</sup> avaliaram a eficácia de diferentes procedimentos mecânicos e químicos usados para melhorar a resistência adesiva de compósitos microparticulados e microhíbridos altamente polimerizado. Confeccionaram-se noventa espécimes de Herculite XRV (Kerr Manufacturing, Romulus, Mich) e 90 de Heliomolar radiopaco (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) com auxílio de uma matriz de alumínio e depois de sua pós-polimerização (120°C, 6 atmosfera, 10 min) estocaram-nos por 4 semanas. Dividiram-se os espécimes aleatoriamente em 9 grupos e submeteram-nos a diferentes combinações de tratamento de superfície e agentes adesivos. O protocolo de tratamento envolveu o uso de abrasão a ar; 37% de ácido ortofosfórico; 9.6% de ácido hidrófluorídrico, Special Bond II; 99% de acetona; Heliobond e ou Prime& Bond 2.0. Após tratamento de superfície o agente adesivo foi aplicado; e a resina composta acrescentada sobre o compósito pós-polimerizado (Herculite/ Herculite e Heliomolar/ Heliomolar) por meio de um matriz de silicone. Os espécimes foram submetidos a teste de resistência adesiva de

cisalhamento numa Máquina de Teste Universal (Iberest, Electrtest 500, Barcelona, Spain). O tratamento de superfície com abrasão a ar resultou em alta resistência adesiva; já o tratamento com ácido fosfórico resultou em fraca resistência adesiva. A composição da resina composta não modificou o efeito da abrasão a ar com relação à resistência adesiva. O uso do adesivo Prime & Bond 2.0 resultou em maior resistência adesiva que o produzido com Heliobond. Houve um efeito sinérgico entre os tratamentos mecânicos e os agentes adesivos. Logo, a abrasão a ar e o Prime & Bond 2.0 melhoraram consistentemente a resistência adesiva de cisalhamento dos compósitos testados.

Oztaş, Alaçam & Bardakçı,<sup>25</sup> em 2003, determinaram a resistência adesiva de cisalhamento de reparos confeccionados com resina composta Herculite (KERR), na qual dois diferentes tratamentos de superfícies, e duas novas gerações de adesivos foram usados. Prepararam-se 56 amostras de resina composta híbrida, Charisma (Heraeus Kulzer, USA, cor B3), com 6mm de diâmetro e 5mm de profundidade. As superfícies adesivas foram lixadas com lixa de óxido de alumínio ou abrasionadas com jato de óxido de alumínio de 25 $\mu$ m. A superfície da resina tratada foi condicionada com ácido, lavada, e em seguida aplicou-se o Optibond Solo (Kerr), ou o Solobond M (Voco); no grupo controle não foi aplicado agente

adesivo. Em seguida as amostras foram reparadas com a resina Herculite (KERR) , envelhecidas por termociclagem a 300 ciclos entre 5°C e 55°C e submetidas ao teste de resistência adesiva de cisalhamento. Sob análise de microscopia (SEM- JEOL JSM 5400) observou-se que o grupo abrasionado com ar apresentou uma superfície rugosa mais homogênea do que o abrasionado com a lixa. Portanto, a técnica de abrasão a ar resultou em uma maior resistência adesiva do que com a lixa de granulação 500 e o grupo cuja superfície foi tratada com abrasão a ar e que foi aplicado Optibond Solo plus apresentou maior resistência adesiva de cisalhamento.

Gordan et al.,<sup>14</sup> (2003) investigaram se as escolas odontológicas norte-americanas ensinavam seus estudantes a reparar restaurações de resina composta, e compararam os resultados com alguns dos achados de pesquisas anteriores, conduzidas nas escolas européias. A pesquisa questionava se as escolas ensinavam seus alunos a repararem restaurações de resina composta; a técnica que eles usavam; critérios utilizados para decidir se reparavam ou não; e inquiriam a respeito da longevidade das restaurações reparadas. 52 (81%) das 64 escolas questionadas retornaram o questionário. 37 (71%) das 52 escolas relataram que ensinavam a seus alunos a técnica de reparo de restaurações de resina composta como alternativa à confecção de nova restauração. 27 (73%) dessas 37 escolas relataram que as instruções eram dadas apenas a nível

---

clínico. As maiores razões dadas para reparar as restaurações de resina composta foram preservação da estrutura dentária e redução dos efeitos nocivos à polpa. A maioria das escolas relatou que usava ponta diamantada para polimento (70%) e condicionamento com ácido fosfórico (81%) para tratamento de superfície antes do reparo. 87% das escolas preferiram resinas compostas híbridas para repararem restaurações defeituosas. As respostas enviadas pelas escolas americanas foram similares às respostas dadas pelas escolas europeias obtidas em pesquisas anteriores. Sendo assim, 37 (71%) das 52 escolas norte-americanas relataram que elas ensinavam aos estudantes a técnica de reparo para restaurações de resinas compostas. A maioria das escolas que respondeu ao questionário, considerou que o reparo de restaurações defeituosas pode ser uma medida definitiva e relataram que, em média, a longevidade aceitável de restaurações reparadas era de 4 anos.

Em uma revisão recente (2003) Murdock- Kinch & Mc Lean<sup>24</sup> relataram uma teoria científica minimamente invasiva para detecção, diagnóstico e tratamento de cárie dental baseada em evidências científicas da patogênese da cárie, detecção precoce, desenho de preparação e seleção de material. Com o desenvolvimento de novos materiais restauradores e com os avanços na dentística adesiva, foi determinado um melhor entendimento do processo de cárie, um potencial aumentado para a

---



---

remineralização do dente e mudanças na progressão e prevalência de cárie dental. O tratamento da cárie tem evoluído da “extensão para prevenção” de G. V. Black, para “dentística minimamente invasiva” descrito por Tyas e colaboradores que inclui os seguintes conceitos: diagnóstico precoce da doença cárie; classificação da progressão e profundidade da cárie usando radiografias; avaliação do risco individual à cárie (alto, moderado e baixo); redução no índice de bactéria cariogênica, diminuindo o risco adicional de desmineralização e cavitação; detenção das lesões ativas; monitoração e remineralização das lesões paralisadas não cavitadas; confecção de restaurações em dentes com lesões cavitadas, usando um desenho de preparo de cavidade mínimo; reparo ao invés de recolocação nos casos de restaurações defeituosas. Com relação ao reparo de restaurações, a recolocação de restauração de amálgama e resina composta leva a um alargamento da cavidade já restaurada, com menor tempo de vida útil desta restauração nova com relação a sua predecessora, sendo que a decisão em fazer o reparo ao invés da confecção de uma nova restauração deve ser baseada no risco de desenvolver cárie do paciente, no julgamento profissional com relação ao risco/ benefício e nos princípios de conservação do preparo de cavidade. Logo, a “Dentística Minimamente Invasiva” é baseada nos avanços da ciência e a emergente tecnologia irá facilitar a evolução da prevenção de cáries primárias, embora hoje ainda existam obstáculos técnicos, culturais e econômicos.

---

## *2.2- Ensaio mecânico de microtração*

A relação entre a área da superfície adesiva e a resistência à tração foi estudada por Sano et al.,<sup>29</sup> em 1994. 20 molares humanos extraídos tiveram o esmalte da superfície oclusal removido em uma máquina de cortes seriados (Isomet, Buehler Ltd, Lake Buff, IL, USA) e a dentina oclusal foi tratada com um dos três adesivos: Scotchbond Multi-Purpose (3M Dental Products, USA), Clearfil Liner Bond 2 ((Kuraray Co,Japan) e Vitremer Primer (3M, Dental Products, USA). Coroas, com alturas de 3 a 5mm, de resina composta e de cimento de ionômero de vidro, foram construídas. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C, durante 24 horas. Em seguida fatias de aproximadamente 0,5mm a 3mm de espessura com curvatura na interface adesiva foram obtidas a partir de cortes feitos nos espécimes. A área de adesão foi calculada antes e depois do teste, medindo-se a largura e a espessura de cada espécime que variaram de aproximadamente 0,5x0,5mm a 3x3mm. Os espécimes foram então fixados em um aparelho de teste (Bencor- Multi-T, Danville Emgineering, USA) com cola a base de cianocrilato e submetidos à força de tração, com velocidade de 1mm/min. Após os testes, o tipo de fratura de cada espécime foi determinado por exame de microscopia (Stereozoom, Bausch & Lomb, USA)

---

a 10x de aumento. Os resultados deste estudo demonstraram uma relação inversa entre resistência adesiva à tração e a área da superfície aderida para os três sistemas adesivos. Áreas de superfícies menores que  $0.4\text{mm}^2$ , apresentaram resistência adesiva de tração de cerca de 55MPa para o Clearfil Liner Bond2, 38MPa para o Scotchbond MP e 20 MPa para o vitremer. Todos os espécimes apresentaram falhas de natureza adesiva. Logo, usando uma área de superfície pequena obtém-se alta resistência adesiva sem a presença de falhas coesivas na dentina.

Em uma revisão , Pashley et al.<sup>28</sup> em 1999, descreveram as várias modificações do teste de microtração, de maneira que os investigadores possam selecionar as modificações que forem mais convenientes para as suas necessidades. A metodologia usada no teste de microtração empregou essencialmente a secção de um dente restaurado com resina composta, a qual se encontrou aderida ao tecido dental com adesivo dentinário. Essas amostras foram desgastadas na interface adesiva de modo a permitir que a força de tração ficasse concentrada na região. Outra variação foi a não realização do desgaste na interface adesiva, sendo que esta gerou aparentemente uma menor quantidade de estresse na união. Os autores afirmaram que a técnica foi ideal para avaliação, a longo prazo, da durabilidade da união adesiva com os tecidos duros. Como vantagens da técnica tem-se que: um dente é capaz de produzir vários espécimes e não

há necessidade de matriz para delimitar a área. As interfaces adesivas de pequenas amostras (1mm<sup>2</sup>) têm melhor distribuição de estresse durante a carga, de maneira que as possibilidades de falhas coesivas na dentina são menores que as achadas nos testes convencionais de tração. Os autores concluíram que o ensaio de microtração oferece versatilidade que não podem ser alcançadas pelos métodos convencionais. Apesar de ser mais trabalhoso, o teste apresenta grande potencial para prover informações sobre a força de adesão dos materiais restauradores usados na odontologia em função do tempo.

A resistência adesiva de tração e o tipo de falha de reparos em Artglass, usando diferentes tratamentos de superfície, foram avaliados por César et al.,<sup>7</sup> (2001). Confeccionaram-se blocos em Artglass com 5mm de comprimento, 5mm de largura e 2mm de altura. O tratamento de superfície foi executado após limpeza com pedra-pomes e taça de borracha. Os tratamentos mecânicos foram: lixa de SiC com granulação de 220-600, ponta diamantada por 4 segundos e jateamento da superfície com partículas de óxido de alumínio de 50µm por 4 segundos. Os tratamentos químicos foram: 1- Prime & Bond 2.1(PB); 2- ácido fosfórico + PB; 3- ácido hidrofúorídrico/ 1min+ PB; 4-ácido hidrofúorídrico 3 min+PB; 5- líquido do Artglass; 6-silano+PB. A combinação de tratamentos mecânicos seguidos

---

dos químicos resultou em 18 grupos. Após tratamento de superfície, os blocos de Artglass foram reparados, com auxílio de uma matriz, utilizando a resina composta (Charisma). Após armazenagem durante 24 horas em água destilada a 37°C, submeteu-se os espécimes a teste de tração. Os tipos de falha foram observados usando estereomicroscopia a 10X de aumento. Os resultados revelaram que não existe diferença estatisticamente significativa na resistência adesiva entre os tratamentos mecânicos usados, exceto para o grupo em que o líquido do Artglass e o silano foram usados. O uso do ácido fosfórico e do líquido do Artglass não melhoraram a resistência adesiva dos espécimes, quando comparado com os grupos que apenas o PB foi aplicado. O tratamento com o ácido hidrofúorídrico por 1 e 3 min reduziu a resistência adesiva significativamente, quando comparada a outros tratamentos químicos. A associação do silano com microetcher resultou em uma resistência adesiva substancialmente alta comparada aos outros grupos experimentais. Os tipos de falhas foram 100% adesiva. A análise em SEM demonstrou que a aplicação de ácido fosfórico falhou em promover mudanças nas amostras tratadas mecanicamente. Por outro lado quando o ácido hidrofúorídrico foi associado à ponta diamantada ou ao jateamento, a topografia criada pelo tratamento mecânico foi parcialmente destruída por este último. Concluindo que o tratamento de superfície mais adequado para reparo em Artglass foi a combinação de microetcher com agente silano, e o uso do ácido hidrofúorídrico por 1 e 3 min como tratamento de superfície para

---

reparo de Artglass foi contra-indicado como resultado da reduzida resistência adesiva de tração.

A resistência adesiva da interface entre compósito e liga de ouro-paladium foi avaliada por Chang et al.<sup>8</sup> em 2002 após a utilização de vários tratamentos de superfície. 40 espécimes de liga foram fundidos com Eclipse (Ney International, Bloomfiel, conn.) a 52% de ouro e 37% de paladium em forma de cones truncados com 3mm de diâmetros na superfície adesiva e 5mm de diâmetro na base. Os espécimes foram divididos em 4 grupos com 10 repetições cada. No grupo I, a superfície adesiva do metal foi abrasionada com partículas de óxido de alumínio de 250µm por 15 segundos, tratada com Silicoater MD e duas camadas do compósito Dentacolor Opaque (Kulzer Inc) foram aplicadas e polimerizadas (Dentacolor XS; Kulzer Inc). No grupo II, a superfície adesiva do metal foi abrasionada com partículas de óxido de alumínio de 50 µm por 15 segundos e aplicado em seguida C&B Metabond e reparada com o compósito Epic-TMPT. No grupo III, a superfície adesiva do metal foi abrasionada com Cojet-Sand e cones de Pertac- hybrid foram aderidos aos cones de metal. Já no grupo IV a superfície adesiva do metal foi abrasionada com partículas de ar com Cojet-Sand e reparado com Visio-Gem. Após polimerização as amostras foram imersas em água por 24 horas a 37°C e submetidas a termociclagem com

1000 ciclos em água a 5°C e 55°C. Força de tração foi aplicada em todas os espécimes com máquina de teste universal a uma velocidade transversal de 0.5mm/ minuto. As resistências adesivas em MPa foram as seguintes: Dentacolor, 14 ; Epic-TMPT, 12; Pertac-Hybrid, 13 e Visio-Gem, 18. A resistência adesiva de tração do Visio-Gem foi significativamente maior que do Epic TMPT, mas nenhuma diferença foi achada entre o Dentacolor, pertac-Hybrid e Epic-TMPT. Dentro das limitações deste estudo todos os 4 sistemas testados produziram alta resistência adesiva entre os compósitos e a liga ouro-paladium, após ciclagem térmica.

---

### *2.3- Laser de Er:YAG*

Em 1964 Stern & Sognaes<sup>31</sup> relataram que o esmalte dental e a dentina poderiam ser vaporizados pelo laser de Rubi ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Eles utilizaram os seguintes parâmetros: Laser A com energia por pulso de 5-20 joules, largura do feixe de 10-30 miliraios, a uma distância de 39 mm do foco; Laser B com energia por pulso de 2-5 joules, largura do feixe de 12 miliraios, a uma distância de 42 mm do foco. Consideráveis danos foram observados no tecido dental: formação de cavidades, na qual o esmalte se apresentava fundido e vitrificado e a dentina com sinais de carbonização. Quando as margens das restaurações de amálgama e ouro foram expostas ao feixe de laser, observou-se que o metal absorveu mais energia do que o esmalte, resultando em considerável destruição da restauração.

Com o propósito de investigar a eficiência do laser pulsado de Er:YAG (2.94 $\mu\text{m}$ ) na dentina e esmalte, Hibst & Keller<sup>15</sup> (1989) utilizaram fatias de 2mm de espessura de dentes humanos extraídos, fixados em formaldeído. Avaliaram-se as ablações do esmalte e da dentina em 5 amostras (fatias) cariadas e 25 amostras intactas. A duração total de pulso foi cerca de 250 $\mu\text{s}$  a um nível de energia alta. Após irradiação examinaram-se os espécimes sob microscópio de luz. Durante a aplicação do laser, as

---



temperaturas foram medidas. Os resultados demonstraram que as crateras foram mais largas, quando a energia radiante foi maior. Para a mesma energia radiante usada, as crateras em esmalte foram menores que em dentina e a profundidade da cratera aumentava quando os tecidos duros dentais estavam com cárie. O efeito da temperatura de irradiação do laser de Er:YAG pulsado, nas fatias dentárias, foi muito menor se comparado com o uso do laser de CO<sub>2</sub>. Com um único pulso do laser Er:YAG a 400mJ (50J/cm<sup>2</sup>), apenas um pequeno e muito localizado aumento de temperatura foi medido. Após 0.1s, a temperatura da cratera foi de 50°C e a temperatura ambiente foi alcançada após 2 segundos. Portanto, a luz laser de Er:YAG foi efetivamente absorvida por água e por compostos inorgânicos, contidos na substância dura do dente, causando um rápido e pequeno aquecimento. Quando baixas energias foram incididas, a dentina sofreu um processo de vaporização sem fundir os componentes inorgânicos e orgânicos. Já no esmalte este baixo limiar de ablação não foi detectado. A remoção de tecido foi efetiva tanto para esmalte como para a dentina.

No mesmo ano, Keller & Hibt<sup>18</sup> avaliaram os efeitos do laser de Er:YAG nos tecidos mineralizados adjacentes, comparando os resultados encontrados com o laser de CO<sub>2</sub>. Para este propósito utilizaram 30 dentes humanos. O laser de CO<sub>2</sub> emitindo comprimento de onda de 10,6µm foi

focalizado a uma distância de 125 mm e irradiação de 1J de energia total, aplicado em combinação de potências e tempos de exposição de 20W / 50W e 2W / 500ms. As cavidades tiveram aproximadamente o mesmo tamanho quando comparadas com as realizadas com laser de Er:YAG. Os parâmetros de utilização do laser de Er:YAG foram os mesmos utilizados na primeira parte do trabalho anterior. O exame dos espécimes tratados com o laser de Er:YAG sob microscopia óptica e de varredura não revelaram nenhuma zona de carbonização ou fusão como as observadas nos espécimes tratados com o CO<sub>2</sub>, nem fissuras ou fraturas ao redor dos tecidos duros dos dentes. As cavidades irradiadas com o laser de CO<sub>2</sub> com 2W / 500ms, mostraram um esmalte com superfície irregular e paredes vítreas, prismas derretidos e fissuras bastante claras. Em contraste, estes fenômenos não foram observados nas cavidades produzidas com o laser de Er:YAG, sendo que elas se apresentaram com aspecto rugoso, sem sinais de injúrias sérias e sem modificações na disposição dos cristais de hidroxiapatita do esmalte e dentina

Burkes et al.<sup>6</sup> (1992) observaram a estrutura dental e as mudanças de temperatura na polpa de dentes extraídos. Ao serem analisados no microscópio eletrônico de varredura, os dentes irradiados com laser pulsado de Er:YAG sem jato de água (58mJ de energia) mostraram uma mínima taxa de ablação no esmalte, com fragmentos arredondados de

barras de esmalte, esmalte derretido, trincas e espaços vazios com margens suaves. A temperatura medida, através de um sensor térmico, se mostrou acima de 27°C. Por outro lado, quando utilizaram o laser de Er:YAG associado a um fino jato de água em diferentes energias (56mJ, 60mJ e 95mJ), visualizou-se uma taxa de ablação maior, fissuras e crateras cônicas com projeções pontiagudas de esmalte remanescente, quando observados no microscópio eletrônico de varredura; e observou-se uma elevação de 4°C da temperatura intrapulpar. Os autores sugerem que o laser de Er:YAG com jato de água remove esmalte e dentina sem produzir mudanças significativas na temperatura pulpar.

Estudando os efeitos das alterações na estrutura dental, elevação de temperatura e profundidade dos cortes produzidos pelo laser de Er:YAG, Paghdiwala, Vaidynathan & Paghdiwala<sup>26</sup> (1993) concluíram que a taxa de ablação e a elevação de temperatura variaram significativamente em função da potência e do tempo de exposição sobre o dente, sem a utilização de jato de água. No entanto, os resultados da irradiação com jato de água indicaram que o processo de ablação foi melhor, a elevação da temperatura foi menor e as mudanças estruturais foram mínimas se comparadas com as mudanças observadas nos dentes irradiados sem água durante o tratamento.

---

---

Pesquisando o passado, o presente e o futuro dos lasers em odontologia, Wigdor et al.<sup>34</sup> (1995) fizeram uma revisão das funções dos lasers em odontologia desde 1960, a fim de encontrar sentido nos esclarecimentos da época. Este artigo foi dividido em seções baseadas nas aplicações direcionadas para as duas maiores áreas de aceitação e possibilidade de futuro para aplicações dentais: uso nos tecidos moles e tecidos duros. As interações dos diferentes comprimentos de ondas dos lasers com os tecidos moles são bem conhecidas. Já para entender a interação dos vários tipos de lasers com os tecidos duros é necessário determinar as propriedades ópticas dos tecidos duros. O mineral do esmalte dental é formado de hidroxiapatita carbonada que apresenta forte absorção na região do infravermelho. A luz do laser de érbio é eficientemente absorvida por água e hidroxila presentes no interior do mineral apatita encontrado nos tecidos duros dentais. Além do érbio (~3µm), os lasers excimer (193, 248 e 308) são também fortemente absorvidos pelos tecidos duros.

Com o propósito de determinar o tratamento mais adequado para resinas compostas fotopolimerizáveis, quando a dentina é irradiada com laser de Er:YAG, Kataumi et al.<sup>17</sup> em 1998 avaliaram através de teste de microtração e Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM), a interface

---

---

adesiva e a superfície de dentina irradiada com e sem condicionamento à base de ácido fosfórico. Utilizaram o laser de Er:YAG (ML-22 HOYA Co. and Morita Co., Tokyo, Japan), da forma contato, com comprimento de onda de 2.94 $\mu$ m. O nível de energia utilizado foi 126mJ por pulso e 10 Hz (pps) de frequência com refrigeração. 42 dentes hígidos, recém-extraídos, foram utilizados. Distribuiu-se os dentes, ao acaso, em três grupos: grupo A (controle) - a superfície da dentina foi condicionada com ácido fosfórico (K-etch) por 40 s, lavadas, secas e o adesivo Clearfil Photobond (PB) foi aplicado.; grupo B - a dentina foi irradiada por laser a 126mJ por pulso, com refrigeração e seguido do mesmo procedimento do grupo controle; grupo C - a dentina foi irradiada por laser, com os mesmos parâmetros do grupo B, e o adesivo (PB) foi aplicado sem aplicação do ácido. Após aplicação do adesivo por 10 s, a coroa de resina composta com 3 a 5mm foi construída de forma incremental e estocada em água por 24 horas a 37°. Fatias de 1mm de espessura foram confeccionadas e submetidas ao teste de microtração a uma velocidade de 1mm/min. Todos os espécimes foram observados em SEM para avaliar a morfologia da superfície de dentina irradiada e o efeito do condicionamento da dentina irradiada com laser. Não existiu diferença significativa na resistência adesiva entre dentina irradiada e dentina cortada quando o Clearfil Photo Bond foi usado com condicionamento ácido. A camada superficial de dentina irradiada revelou morfologia rugosa e fendas

---

---

aparentes. Adicionalmente, a dentina irradiada com laser de Er:YAG foi ácido resistente, especialmente, a dentina peritubular, que demonstrou aumento da resistência a ácidos, quando comparada com a dentina intertubular. Este estudo indicou que a irradiação a laser afeta tanto a superfície como a subsuperfície da dentina a uma profundidade de 20  $\mu\text{m}$ .

Dostálová et al.<sup>12</sup> (1998) avaliaram a qualidade de ablação a laser comparando com o preparo convencional (broca). O experimento foi dividido em três partes de acordo com o critério para avaliação da ablação com laser Er:YAG, da forma não contato: (1) forma da cavidade comparada com o preparo convencional; (2) tempo gasto no preparo; e (3) forma da cavidade na retenção de materiais restauradores. Para avaliar a forma da cavidade, utilizaram-se 20 amostras de dentes extraídos. Duas cavidades ovais (diâmetros- 3x5 mm) foram preparadas na superfície de cada dente, uma com broca de aço (esférica, ISO 014 e cilíndrica, ISSO 012; ambas da Maillefer, Swiss) e a outra com o laser de Er:YAG (400mJ, taxa de repetição de 2Hz, 200 pulsos). O tempo de preparação foi medido através da velocidade por  $\text{mm}^2$  e baseada nos resultados de prática clínica. Para avaliar a influência da forma da cavidade na retenção de materiais restauradores foram confeccionadas 10 (classe I, II, III, IV e V) restaurações em cada um dos 46 pacientes. As ablações do esmalte e da dentina foram

---

---

feitas com laser de Er: YAG, a um nível de energia de 200 e 400mJ, taxa de repetição de 1-2 Hz e 2-4 Hz, respectivamente, dependendo da profundidade da cavidade. Cáries de esmalte e dentina foram tratadas da forma não contato. O número médio de pulsos foi 111,22. Os materiais restauradores foram: Charisma (Kulzer, Germany), Ketac-Fil e Photac-Fil (ESPE, Germany). As avaliações foram feitas em 1 semana, 6, 12, 18, e 24 meses. Exceto para amálgamas ou ligas metálicas, foi possível remover todas as restaurações antigas insuficientes. As vibrações das microexplosões foram sentidas por pacientes em 14 cavidades, no entanto ninguém sentiu desconforto doloroso. A forma da cavidade preparada com laser foi semelhante à preparada de forma convencional, entretanto as cavidades apresentaram superfície rugosa e sem smear layer. Após 24 meses, 93 restaurações foram checadas, apresentando vitalidade, ausência de dor, inflamação e desconforto. Nenhuma evidência de cárie foi encontrada. Comparando com os preparos clássicos, pode-se afirmar que a retenção e a qualidade dos materiais restauradores foram as mesmas ou muito similar quando comparados com o preparo convencional. Portanto, do ponto de vista da prática clínica, a ablação a laser de Er:YAG é um método promissor para remoção de cáries e restaurações.

Estudos teórico e experimental sobre ablação de tecido dental duro, utilizando o laser de Er:YAG com e sem refrigeração no local de

---

---

interação, foram feitos por MAJARON et al.<sup>23</sup> (1998), focalizando a influência da duração de pulso e da fluência na eficiência de ablação. Os autores estudaram a aplicação do laser pulsado de Er:YAG com largura de pulso de 100 $\mu$ s a 1ms e variando-se a energia fornecida ao esmalte e à dentina. Foi utilizado o laser de Er: YAG (Twilight laser by Fotona, Ljubljana), pulsado, com intensidade constante e duração de pulso ajustável. As larguras de pulsos escolhidos para o experimento foram: 100 $\mu$ s, 300 $\mu$ s, 600 $\mu$ s e 1ms. Utilizaram-se dentes humanos recentemente extraídos, os quais foram cortados longitudinalmente em fatias de 2mm e estocados a 4% de solução de formaldeído por no máximo 10 dias. Após secagem das amostras, 10 pulsos sucessivos de laser foram irradiados no mesmo ponto (área) com e sem refrigeração. A energia foi medida e a cada comprimento de pulso fatias do mesmo dente foram usadas. A profundidade e o diâmetro dos orifícios das crateras foram determinados por estéreo-microscopia óptica. Após irradiação dos pulsos curtos, a profundidade da cratera no tecido aumentou em função logarítmica com a fluência do laser. Ocorrendo a transmissão abrupta entre a ausência de ablação e o que chamamos de ablação fria, obtidas por meio de regimes de pulsos curtos, dando tempo para que ocorresse a relaxação do tecido com dano térmico mínimo e eficiência máxima de ablação. Já quando os tecidos foram irradiados com pulsos longos, a eficiência de ablação foi significativamente reduzida. A

---



profundidade da cratera aumentou apenas gradualmente com a dose do laser. Conseqüentemente, os valores da fluência a que a eficiência de ablação é reduzida e os danos térmicos excessivos, dependem da largura de pulso e das propriedades do tecido. Ablações repetitivas de tecidos dentais secos ocasionaram uma redução na eficiência de ablação que foi amplificada pela dessecação do tecido e provavelmente mascarada por outras transformações induzidas a partir calor, como a carbonização. Na ausência da difusão do calor, a eficiência da ablação depende diretamente da duração do pulso do laser.

Bahillo et al.<sup>2</sup> em 2002, estudaram “*in vitro*” (1) as diferenças entre as cavidades preparadas usando laser e as cavidades preparadas de maneira convencional; e (2) o grau de microinfiltração através do esmalte e do cimento. Utilizaram-se 135 dentes humanos unirradiculares nos quais foram preparadas cavidades cervicais com 3,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de profundidade com pontas diamantadas e com Laser 1242 (Kavo Dental, Bismarcking, Germany)]. Os parâmetros utilizados para a irradiação a laser foram: 300 mJ e 2,0 Hz para esmalte; 200 mJ e 2 Hz para dentina e 300 mJ e 2 Hz para cimento. Confeccionaram-se 45 cavidades de classe V utilizando instrumentos rotatórios e condicionamento ácido (grupo A - controle), 45 utilizando laser Er:YAG, sem condicionamento ácido (grupo B) e 45 utilizando laser Er:YAG e condicionamento ácido (grupo C). Em seguida

as cavidades foram restauradas utilizando o sistema adesivo Scotchbond Multadhesion Plus (3M) e a resina composta Z100 (3M) . Observou-se que as cavidades obtidas com laser foram menos precisas que aquelas preparadas com instrumentos rotatórios. Na análise do esmalte dentário as amostras do grupo C foram mais propensas à infiltração. Já na análise do cimento, as amostras do grupo C apresentaram melhor adesão aos materiais utilizados para restaurar, apresentando um menor nível de infiltração. Os autores concluíram que o uso do condicionamento ácido em cavidades preparadas com laser e de maneira convencional melhorou a adesão dos materiais utilizados para restauração ao nível do esmalte.

Hossain et al.<sup>16</sup> (1999), 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, valendo-se ou não do uso de jato de água. Os parâmetros utilizados foram: 100 a 400mJ, 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, observaram cavidades esbranquiçadas e opacas com margens definidas e limpas, superfícies tipo "escamosas" e ausência de danos térmicos ao redor do esmalte e da dentina, quando refrigeradas com água. Ao se submeter a dentina à irradiação com altas energias, foram

observados: túbulos abertos e carbonização de cor marrom nas margens e nas paredes das cavidades. Os autores concluíram que a relação entre energia e profundidade de ablação foi sempre linear, tanto em esmalte quanto em dentina.

Com o objetivo de encontrar uma técnica mais eficiente para remoção de restos de adesivos deixados após remoção de brackets, Dumore & Fried <sup>13</sup> (2000), pesquisaram os lasers pulsados infravermelhos com relação a sua adequação para remoção completa de compósitos através de uma ablação seletiva. Os lasers de Er:YAG (Schwartz Electro-optics), operando a 2,94 $\mu$ m e com duração de pulso de 150ns; e o laser pulsado de CO<sub>2</sub> (TEA) operando entre 9.6 e 10.6 $\mu$ m, com duração de pulso de 200 ns, foram avaliados com relação a sua habilidade em ablacionar, seletivamente, restos de compósitos deixados após remoção de aparelhos ortodônticos. O espectro de emissão óptico do plasma luminoso produzido durante a ablação do esmalte e a do compósito foi obtido por diferenciação entre a ablação do esmalte e do compósito. O laser pulsado de CO<sub>2</sub> (TEA), a um comprimento de onda 10.6 $\mu$ m foi mais adequado para remoção seletiva de compósitos, uma vez que remove 5 vezes mais resina do que esmalte (mais seletivo). A análise espectral identificou várias linhas de emissão de cálcio que potencialmente podem ser usadas para distinguir a ablação do esmalte da

---

ablação do compósito. O laser de Er: YAG de pulsos longos foi o menos seletivo, no entanto se mostrou eficiente para remover resina quando a seletividade não foi tão importante. Logo o laser de CO<sub>2</sub> (TEA) operando a 10.6µm, usado em conjunção com o feedback óptico, apresentou o potencial de ablacionar os compósitos residuais e minimizar os danos ao esmalte. A busca de otimização de parâmetros é importante uma vez que cresce o número de restaurações de resinas e aumenta o número de profissionais iniciando o uso dos lasers.

A partir de casos clínicos, Blum<sup>3</sup> em 2001, relatou que os lasers podem substituir as técnicas restauradoras tradicionais na Dentística Restauradora. Mostrando um pequeno número de intervenções possíveis da execução exclusivamente com laser de Er:YAG: remoção de lesão cariosa em esmalte, dentina e cimento, condicionamento da superfície dental, remoção de restaurações antigas insatisfatórias e modificação superficial das restaurações antigas para reparo delas. Sendo que, para reparo das restaurações, foi utilizada uma dosimetria de 120 mJ e 30 Hz e os autores afirmaram que o tratamento a laser oferece igual ou melhores resultados que as técnicas restauradoras tradicionais, não deixando dúvida de que, dentro de alguns anos, os lasers serão utilizados rotineiramente pelos dentistas.

---

Palma et. al.<sup>27</sup> (2002), avaliaram a performance de três agentes adesivos com relação à prevenção da infiltração marginal em cavidades de classe V tratadas com laser Er:YAG, associado ao condicionamento com ácido fosfórico a 37%. Trinta cavidades com margens oclusal em esmalte e cervical em dentina/cimento foram confeccionadas em terceiros molares humanos extraídos. Dividiu-se as amostras em 3 grupos de acordo com o sistema adesivo: (I) Bond I (Jeneric / Pentron); (II) Prime & Bond NT(Dentsply); (III) Etch & Prime3.0 (Degussa). Os grupos I e II foram condicionados com ácido fosfórico por 15 segundos e já no grupo III não foi feito nenhum tratamento, uma vez que o adesivo era autocondicionante. As cavidades foram preparadas com o laser Er:YAG (Fdelis Fotona Latin Méd. Inc., Stuart, FL) com pulso curto a uma energia de 500mJ a 5Hz, emitindo um comprimento de onda de 2,94µm. Após preparo do esmalte e da dentina, eles foram condicionados com o Er:YAG por 30 segundos usando dosimetria baixa (120mJ/ 4Hz). Em seguida o adesivo foi aplicado e as cavidades restauradas. Os valores maiores de microinfiltração foram observados na margem cervical dos preparos. O Prime & Bond NT foi o único sistema adesivo que possibilitou completa eliminação da infiltração em ambas as margens (cervical e oclusal), após tratamento da superfície de esmalte e de dentina/cimento com irradiação a laser associada ao condicionamento ácido.

---

Andrade<sup>1</sup> em 2002, avaliou, através de estudo de morfologia e proporção Ca/P, a resistência à cárie de esmalte dental desgastado acidentalmente por fresa diamantada e irradiado por dois tipos de lasers: Er:YAG e Nd:YAG. Foram utilizados 25 terceiros molares humanos, hígidos. Com auxílio de um Micrótomo (ISOMET™ 1000 PRECISION SAW), foi eliminada a porção radicular de cada dente e posteriormente seccionada a coroa clínica em sentido mesio-distal, a fim de obter duas faces de cada dente (vestibular e lingual). Cada face foi dividida em 4 regiões de 2mm cada. Os grupos experimentais foram: G1: controle sadio e controle com cárie; G2: Er:YAG (100,200, 300 e 400mJ / 10Hz/ 3seg.); G3: Nd:YAG (0,75, 1, 2, e 3W /10Hz/ 3 seg.); G4: Er: YAG mesmos parâmetros de G2+ cárie; G5: Nd:YAG, mesmos parâmetros que G3 + cárie; G6: fresa + sadio e fresa + cárie. Foram 10 repetições para cada subgrupos. O aparelho utilizado foi o TWINLIGHT (Fotona Medical Lasers, Slovenia), que possibilita a utilização tanto do laser de Er:YAG como do Nd:YAG. A indução de cárie foi realizada através do modelo dinâmico de Desmineralização e Remineralização. A análise morfológica foi realizada através do Microscópio Eletrônico de Varredura e avaliação da proporção Ca/P através de Espectrometria de Raios- X por Dispersão de Energia. Os resultados mostraram que houve alterações na morfologia do esmalte após ser danificado de forma acidental por fresa diamantada e lasers de Er: YAG e Nd: YAG. No caso dos lasers,

---

estas alterações se intensificaram à medida que os parâmetros de irradiação foram aumentados. Em função da proporção Ca/P, apesar das mudanças morfológicas observadas, todos os grupos apresentaram mudanças morfológicas e maior resistência à cárie do que o controle após desafio cariogênico. Contudo, não podemos afirmar que tais alterações causadas acidentalmente no esmalte, são benéficas para resistência à cárie do mesmo, já que deverão ser considerados outros fatores, que poderiam potencializar a formação de cárie.

Lizarelli<sup>20</sup> (2002) investigou a taxa de ablação e os aspectos morfológicos resultantes na superfície de resinas compostas após irradiação com laser de Er: YAG. Três tipos de resinas compostas foram utilizadas: microparticulada (Durafil VS, Kulzer) cor A2; híbrida (Z100, 3M) cor A2 e uma compactável (Alert) cor A2. Com auxílio de um molde metálico, 60 pastilhas cilíndricas de 8,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura foram confeccionadas. A metodologia deste experimento envolveu duas partes: uma parte em que 5 pastilhas de cada tipo de resina foram pesadas após 0, 4, 7, e 30 dias de imersão em água; e uma segunda parte em que 15 pastilhas de cada tipo de resina foram confeccionadas e ablacionadas, conforme os tempos de imersão em água acima citados. O laser empregado no experimento foi o Er: YAG (TwinLight, Fotona Medical Lasers, Slovênia). Os parâmetros escolhidos para uso foram: 10 Hz, laser focalizado (12,0mm

de distância do tecido-alvo), duração de exposição de 10 segundos e variação dos níveis de energia de 100, 200, 300 e 400mJ com as respectivas fluências de 21,5; 42,9; 64,4 e 85,8J/cm<sup>2</sup>; e intensidades de 2,15; 4,29; 6,44 e 8,58W/cm<sup>2</sup>. Cada corpo-de-prova foi ablacionado em 12 pontos, com três repetições para cada valor de energia por pulso e observado com auxílio do microscópio eletrônico de varredura (DSM960, ZeissJena, Alemanha). Segundo os resultados obtidos a energia por pulso foi o único fator de variação, que influenciou a taxa de ablação para todos os três tipos de resinas compostas aqui estudadas; os aspectos micromorfológicos resultantes da irradiação com laser de Er:YAG foram dependentes da composição química e da estrutura de todos os tipos de resinas compostas. A incorporação de água dentro da massa de resina composta não foi um fator importante para ablação a laser para todos os tipos de resinas compostas. Logo, os achados mostraram um mecanismo diferente para ablação de resinas compostas, a partir um mecanismo real de remoção seletiva: a vaporização explosiva seguida de ejeção hidrodinâmica.

Lizarelli, Moriyama & Bagnato<sup>21</sup> em 2003, compararam características de ablação no esmalte e na dentina de dentes decíduos e permanentes com três diferentes tipos de resinas compostas: microparticulada, híbrida e condensável. Primeiro, as características de cada substrato foram descritas; segundo, a possibilidade de preparação de



---

cavidades conservativas em que a resina pôde ser removida com mínimo efeito nos tecidos dentais; terceiro, um caso clínico foi apresentado. Onze dentes posteriores e anteriores e seis molares permanentes extraídos foram usados. Os dentes foram cortados em quadrantes. Usando um molde metálico, foram preparados 60 discos de resina composta de 2.0mm de espessura e 8.0mm de diâmetro. Três diferentes materiais foram escolhidos: uma resina microparticulada (Durafil VS, Haraeus Kulzer, Germany), A20; uma resina híbrida (Z100, 3M, St Paul, MN, USA), A2; e uma condensável (Alert, Jeneric Pentron, Wallingford, CT, USA) A2. O sistema a laser utilizado foi o de Er:YAG (Twin Light, Fotona Medical Lasers, Slovenia), que opera a 2940nm, pico de energia de 500mJ, freqüência de 15 Hz , duração de pulso de 200 a 450µs, e spot de 0.8mm. O laser foi irradiado a 10Hz de freqüência, focalizado a 12.0mm de distância com tempo de exposição de 10 segundos e nível de energia por pulso de 100, 200, 300, e 400mJ. Todos os procedimentos de ablação foram realizados sob refrigeração , com um fluxo de água de 0,14ml/s em forma de spray. O caso clínico foi realizado com uma paciente de 13 anos, a mesma apresentava restaurações de resina composta manchadas na mesial dos dois incisivos anteriores. A cavidade foi preparada (apenas a resina composta foi removida ou ablacionada) com o laser de Er: YAG, focalizado e aplicado por 120 segundos a 300mJ e 10 Hz. Em seguida nova restauração de resina composta foi confeccionada em

---

cada unidade dentária. Enquanto a ablação seletiva se mostrou aplicável para esmalte de dentes decíduos e permanentes, não foi aplicada bem para dentina de dentes decíduos e permanentes. Para dentina a composição e o conteúdo de água tornaram a taxa de ablação do laser de Er:YAG igual ou superior à encontrada nos três tipos de resinas usadas. Com base nos resultados deste trabalho, a técnica de ablação seletiva diferencial de restaurações de resinas compostas usando o laser de Er: YAG pode ser aplicada onde superfície de esmalte estiver envolvida, devido a sua maior mineralização, tornando o tecido mais resistente ao sistema laser. Para todos os tipos de resina composta a taxa de ablação do esmalte permanente foi de 5 a 10 vezes maior, permitindo a remoção segura destes materiais com pouco efeito no esmalte. Clinicamente essa nova técnica representa uma real possibilidade de uso do laser de Er:YAG como um instrumento interessante e único em procedimentos de estética, preservando a saúde dos tecidos duros dentais.

---

---

## *3- Proposição*

A proposta deste trabalho foi avaliar “in vitro” a resistência adesiva à microtração, de reparos em resinas compostas novas e envelhecidas, após ablação da superfície a ser reparada com laser de Er:YAG, comparando com o uso da ponta diamantada e jato de óxido de alumínio, com o objetivo de desenvolver uma nova técnica ultraconservadora para o reparo de resinas compostas com o sistema a laser de Er:YAG.

---

---

---

## *4- Material e método*

### *4.1- Planejamento experimental*

Para estudar “in vitro”, a resistência adesiva de reparos em resinas compostas foi realizado um estudo científico preliminar a fim de se determinar os fatores de variação com seus respectivos níveis (técnicas de tratamento de superfícies, envelhecimento de resinas compostas); o critério de avaliação (resistência adesiva de microtração), bem como a técnica de confecção dos blocos de resinas compostas.

Os resultados preliminares permitiram analisar as várias condições experimentais , situações de trabalho e, reduzir ao máximo a indução de erros experimentais. Fornecendo subsídios para a definição das várias etapas de estudo, onde se acertaram os detalhes técnicos, práticos e de adestramento utilizados na realização de cada etapa.

---

---

## 4.2 - RESISTÊNCIA ADESIVA

### 4.2.1 - Confecção dos blocos de resina composta

Utilizando uma matriz metálica bipartida (Figura1) quadrada de 6 mm de lado por 9 mm de comprimento, 36 blocos (3 blocos para cada variável estudada), em resina composta de 5 mm de comprimento e 6 mm de lado, foram preparados. De maneira que, apenas os 5 mm do comprimento inicial da matriz foram preenchidos inicialmente. A resina composta híbrida Z100 (3M, St Paul, MN, USA) cor A2 (lote: 3EK 2006-02) (Quadro 1) foi utilizada no preparo dos blocos, os quais foram confeccionados a partir da técnica incremental, com auxílio de uma espátula condensadora antiaderente para resina composta (Thompson GTX n. 9) (Figura 2). Cada incremento de 1,7mm foi polimerizado por 40 segundos a uma potência de 450 mW/cm<sup>2</sup> com o aparelho Curing Light XL 3000 (3M, Dental Products, USA). A última camada foi adaptada com a ajuda de uma tira-matriz de poliéster (Probem, Degussa Dental, SP, Brasil).

---

Quadro 1 - Composição das resinas compostas utilizadas neste experimento.

| Resina composta  | Matriz                 | Carga  |
|--|------------------------|--|
| Z100 (3M) – Híbrida  | Bis-GMA e TEG-DMA      | Partículas de sílica e zircônia com dimensão de 0,01-3,5 $\mu$ m                 |
| POINT4(KERR)–<br>Combinação de compósitos híbrido e microparticulado | Bis-GMA, TEGDM e EBADM | Partículas de sílica dispersa e vidro de bário com dimensão média de 0,4 $\mu$ m |



FIGURA 1: Matriz metálica bipartida.

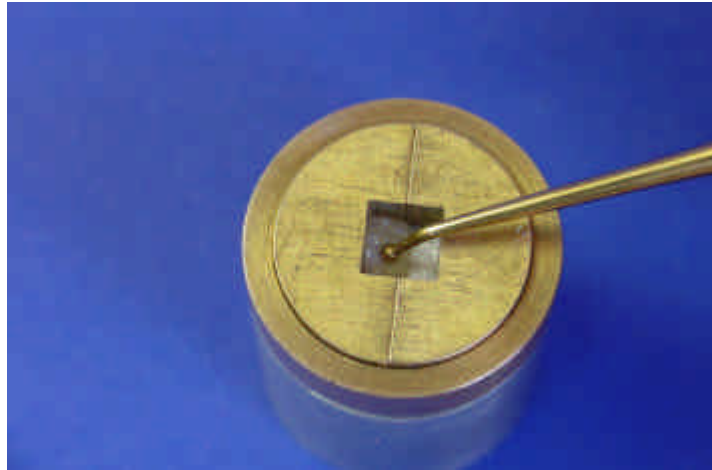


FIGURA 2: Confeção do bloco em resina composta Z100 de modo incremental.

Concluída a confecção (Figura 3A), os blocos foram submetidos a acabamento e polimento utilizando o sistema de discos de lixa seqüenciais sof-lex (3M, SP, Brasil) na seguinte ordem decrescente de abrasividade: azul-escuro, azul-médio e azul-claro em baixa rotação. Sendo que metade dos blocos (selecionado ao acaso) foi reparada 24 horas<sup>4</sup> após acabamento e polimento, e, metade foi submetida a um processo de envelhecimento físico artificial.<sup>10, 11</sup>

---

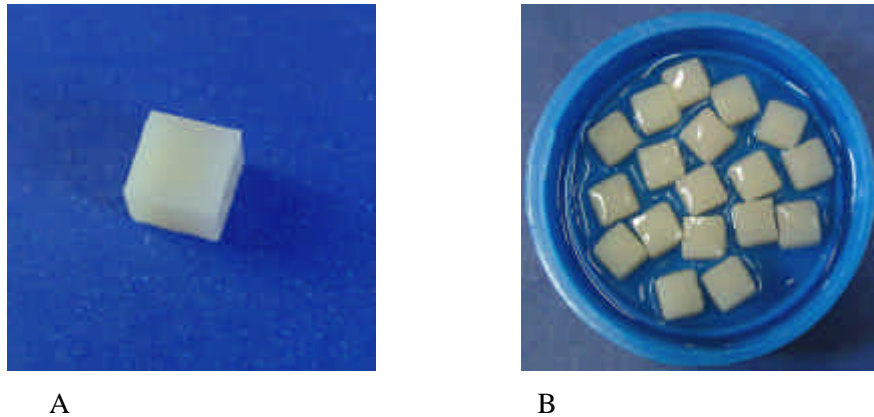


FIGURA 3: Bloco de resina composta Z100 (A) ; blocos de resina composta Z100 em soro fisiológico (B).

#### 4.2.2 - Envelhecimento artificial

Optamos pelo método de envelhecimento físico artificial proposto por Dawis et al.<sup>10</sup> (1995) & Doray et al.<sup>11</sup> (2001), os quais envelheceram amostras de resinas compostas e ionômero de vidro em câmara de envelhecimento artificial, submetendo os blocos à irradiação ultravioleta, por ser mais efetivo.<sup>10,11</sup> Após armazenamento em soro fisiológico por 15 dias em estufa a 37°C, os blocos foram levados a uma câmara (dimensões: 47,0 cm comprimento, 9,3cm de altura e 16,5cm de largura; numa área total de 2732,0 cm<sup>2</sup>) onde foram expostos à irradiação de uma lâmpada ultravioleta (S15T8/GL) com potência de 5W (Figura 4). As



amostras foram submetidas a 4 ciclos de 16,6 horas cada, perfazendo um total de irradiação ultravioleta de 60 KJ/m<sup>2</sup>.

Para permitir a circulação de ar na câmara, evitando o aquecimento e elevação da temperatura, foi feito um orifício na parede lateral e, colocada uma ventoinha dentro da câmara de envelhecimento. As amostras foram colocadas em um recipiente com soro fisiológico (Figura 3B) de maneira que, apenas a superfície a ser irradiada não ficasse encoberta com o soro e submetida irradiação. A fórmula utilizada para cálculo da intensidade de irradiação, foi representada como:

$$I = 5 / 2\pi \times 0.1 \times 0,47 = 17W/m^2$$

Onde :

I = intensidade

Potência = 5 W

Distância da lâmpada à amostra = 10cm

Comprimento da câmara= 47 cm

$\pi$  = "pi" (3,14)

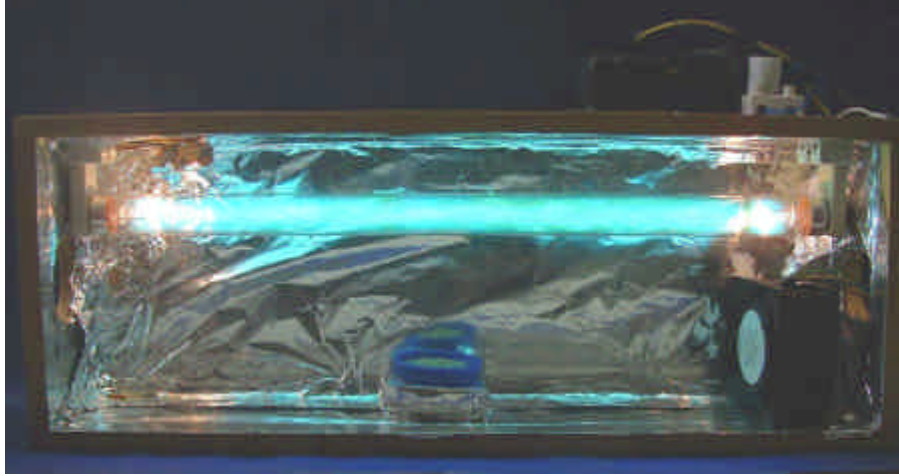


FIGURA 4: Blocos em resina composta Z100 expostos à irradiação de uma lâmpada ultravioleta (S15T8/GL).

#### 4.2.3 - Tratamentos da superfície a ser reparada

Após confecção, polimento e envelhecimento (metade dos blocos), os dois grupos : resina nova e resina envelhecida foram divididos aleatoriamente em 06 subgrupos experimentais cada , num total de 12 subgrupos e, após limpeza das superfícies com pedra-pomes e água, foram submetidos a tratamentos de superfície. Cada superfície foi desgastada em torno de  $0,2\text{mm} \pm 0,1\text{mm}$ , o qual foi padronizado com ajuda de um paquímetro digital (DIGIMATIC, Caliper, Mitutoyo, Japan). Os grupos experimentais estão dispostos no Quadro 2.

Quadro2: Grupos experimentais (FOAR, UNESP, 2004)

|  | Fresa | Jato de<br>óxido de<br>alumínio | Laser Er :YAG<br>Área de "Spot" = 0, 5mm <sup>2</sup> |                      |                      | Ausência de<br>tratamento |
|--|-------|---------------------------------|---|----------------------|----------------------|---------------------------|
|  |       |                                 | 100mJ<br>10Hz<br>35s                                  | 200mJ<br>10Hz<br>35s | 300mJ<br>10Hz<br>35s |                           |
| Resina Z100<br>(3M,USA)<br>Nova        | G1    | G2                              | G3  | G4                   | G5                   | G6 (controle)             |
| Resina Z100<br>(3M,USA)<br>Envelhecida | G1    | G2                              | G3  | G4                   | G5                   | G6 (controle)             |

Número de amostras por subgrupos = 20

Número total de amostras = 240

**GRUPOS:****Resina nova**

- G1-resina nova Z100+fresa+adesivo+resina POINT4;
- G2-resina nova Z100+ jato de óxido de alumínio+adesivo+resina POINT4;
- G3-resina nova Z100+laser Er:YAG (100mJ)+adesivo+resina POINT4;
- G4-resina nova Z100+laser Er:YAG (200mJ)+adesivo+resina POINT4;
- G5-resina nova Z100+laser Er:YAG (300mJ)+adesivo+resina POINT4;
- G6 (controle)- resina nova Z100+adesivo+resina POINT4.

**Resina envelhecida**

- G1- resina envelhecida Z100+fresa+adesivo+resina POINT4;
  - G2-resina envelhecida Z100+ jato de óxido de alumínio +adesivo+resina POINT4;
  - G3-resina envelhecida Z100+laser Er:YAG (100mJ)+adesivo+resina POINT4;
  - G4-resina envelhecida Z100+laser Er:YAG (200mJ)+adesivo+resina POINT4;
  - G5-resina envelhecida Z100+laser Er:YAG (300mJ)+adesivo+resina POINT4;
  - G6- (controle) resina envelhecida Z100+adesivo+resina POINT4.
-

Os blocos pertencentes aos grupos: resina nova e resina envelhecida, foram divididos aleatoriamente em 06 subgrupos experimentais cada, num total de 12 subgrupos e, receberam os seguintes tipos de tratamento de superfície:

#### Desgaste com ponta diamantada

As superfícies dos blocos de resina composta foram desgastadas com ponta diamantada<sup>5,9</sup> cilíndrica nº 3145 (KG Sorensen, Alphaville, SP, Brasil) em alta rotação e sob refrigeração abundante ar/água, de maneira que, o longo eixo da fresa ficasse paralelo à superfície do bloco de resina composta, o qual foi desgastado, com pressão moderada por 20 segundos (Figura 5).



FIGURA 5: Posição da ponta diamantada durante o desgaste.

### Abrasão com jato de óxido de alumínio

As superfícies foram abrasionadas com Partículas de óxido de alumínio de 60 $\mu$ m, usando um aparelho intraoral (Microjato, Bio-art, SN 10558, SP, Brasil), por 10 segundos a 10 mm de distância<sup>5,32</sup> (Figura 6).

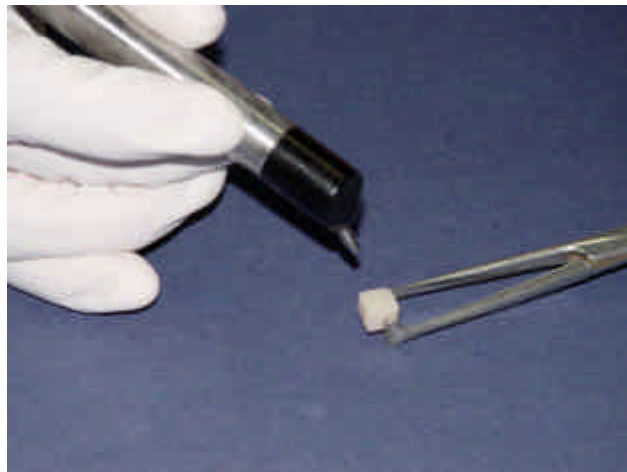


FIGURA 6: Abrasão da superfície com jato de óxido de alumínio.

### Ablação com laser de Er: YAG

O laser empregado neste experimento foi o sistema de laser de Er: YAG (Twin Light, Fotona Medical Lasers, Slovenia) que apresenta pulso no regime de microssegundos com duração de 200 e 450  $\mu$ s, emitindo comprimento de onda de 2940nm, máximo de energia por pulso de 500mJ, taxa de repetição ou frequência de pulsos de 2 a 15 Hz. 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, 5mm<sup>2</sup> (Figura 7).



FIGURA 7: Aparelho *TWIN LIGHT* Fotona Medical Lasers, Slovenia.

Os parâmetros escolhidos para uso foram: 10Hz de frequência, focalizado (13,0 mm de distância do tecido alvo) (Figura 9), duração do tempo de exposição de 35 segundos, frequência de 10Hz e energia por pulso variando em 100, 200 e 300mJ com as respectivas fluências de: 21,5; 42,9 e 64,4J/cm<sup>2</sup>; e intensidade de: 2,15; 4,29 e 6,44W/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Todo procedimento de ablação a laser foi executado com o sistema de refrigeração presente no próprio laser que correspondeu a um fluxo de água de 0.14ml/segundos.

Cada bloco de resina teve sua superfície ablacionada por 35 segundos de forma padronizada, utilizando um dispositivo que consistia de uma haste e uma garra para fixar a ponteira do laser de maneira que o laser permaneceu fixo e o operador movimentava uma mesa sobre a qual, estava o bloco de resina composta, permitindo que a irradiação a laser “varresse” toda superfície exposta, irradiando uniformemente, apenas a superfície que iria ser reparada<sup>20, 21</sup> (Figuras 8 e 10).

---



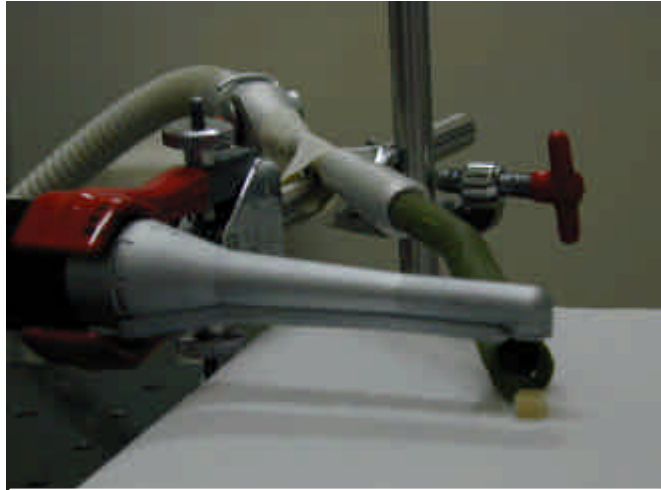


FIGURA 8: Fixação do braço articulado do laser de Er:YAG, para padronização da irradiação.

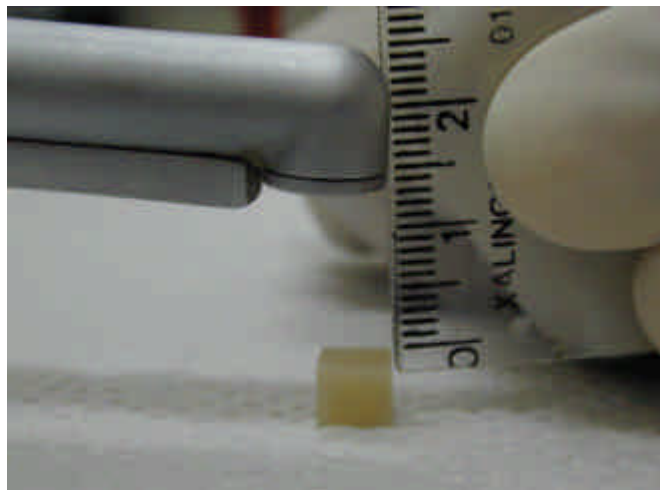


FIGURA 9: padronização da irradiação à distância de 13 mm (forma não contato).

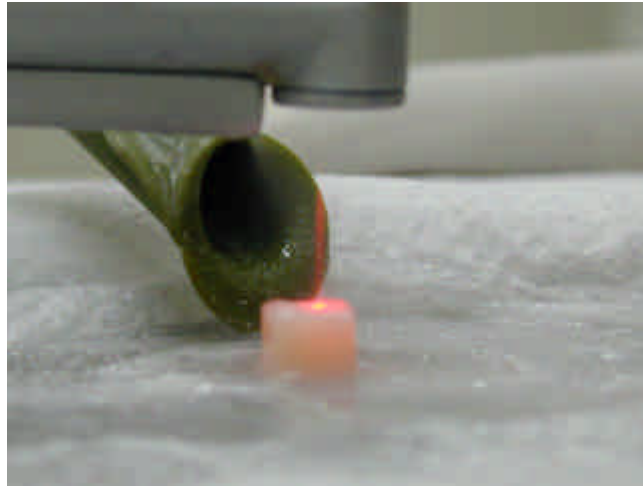


FIGURA 10: Irradiação a laser Er: YAG na superfície experimental, forma não contato.

#### Ausência de tratamento - Controle

Neste grupo, as superfícies dos blocos de resina composta não foram submetidas a nenhum tratamento mecânico, foram apenas limpas com pedra-pomes e água com auxílio de taça de borracha , secas com jato de ar e, em seguida, reparadas.

#### 4.2.4 - Reparo dos blocos de resina composta

Após tratamento, (Figura 11) as superfícies foram lavadas com ar /água (seringa tríplice) e secadas com jato de ar. Em seguida, o agente adesivo Single Bond (3M, St. Paul, MN, USA) foi aplicado em fina camada, aplicado um leve jato de ar e aplicada novamente mais uma fina camada de adesivo e fotopolimerizado por 20 segundos com o aparelho Curing Light XL 3000 (3M, Dental Products, USA).



FIGURA11: Superfície experimental desgastada.

Os blocos em resina composta foram recolocados na matriz (Figura12) e a resina POINT4 (KERR, West Collins, USA), que é uma combinação de material híbrido e microparticulado, cor A3, (lote: 303457) (Quadro1) foi inserida de maneira incremental com auxílio de uma espátula de inserção (Tompson GTX) e polimerizado cada incremento de 1,7 mm de espessura por 40 segundos com o aparelho Curing Light XL 3000 (3M, Dental Products, USA). A última camada foi adaptada com ajuda de uma tira-matriz de poliéster (Probem, Degussa, SP,Brasil). Concluído o reparo dos blocos em resina composta (Figura13), os mesmos foram submetidos a acabamento utilizando o sistema de discos de lixa seqüenciais sof-lex (3M, SP, Brasil) na seguinte ordem decrescente de abrasividade: azul-escuro, azul-médio e azul-claro em baixa rotação. A cada três blocos os discos eram substituídos por outros novos, com um tempo de aplicação de 10 segundos para cada disco.

---



FIGURA 12: Recolocação dos blocos de resina composta na matriz.



FIGURA13: Bloco, em resina composta, reparado.

#### 4.2.5 - Obtenção dos espécimes para teste de microtração

Após 24 horas do acabamento e polimento, os blocos foram fixados em um pequeno cubo de madeira, com godiva verde de baixa fusão (Kerr), cujo objetivo foi sua estabilização para posterior secção em máquina de corte de precisão (Isomet-1000 Precision Saw, Lake Buff, IL, USA) (Figura 14), com disco diamantado , série15LC, nº11-4254 (BUEHLER, Lake Buff, IL, USA) sob refrigeração abundante à água e velocidade de 400rpm. Os blocos foram inicialmente seccionados verticalmente, em fatias de múltiplas séries de 1,0 mm de espessura. Os espécimes com formato de fatias foram fixados um a um, novamente no cubo de madeira, com godiva verde de baixa fusão (Kerr) e seccionada em múltiplas séries de 1.0 mm, obtendo-se 20 delicados espécimes para cada subgrupo, com formato retangular e secção transversal de  $1.0 \text{ mm}^2 \pm 0,1 \text{ mm}^2$  de espessura<sup>28</sup> (Figuras 15 A e 15 B) . Essas amostras foram armazenadas em estufa a 37° por 24 horas, antes do teste de microtração.<sup>29</sup>

---



FIGURA14: Máquina de corte de precisão (Isomet-1000 Precision Saw, BUFF, IL, USA).

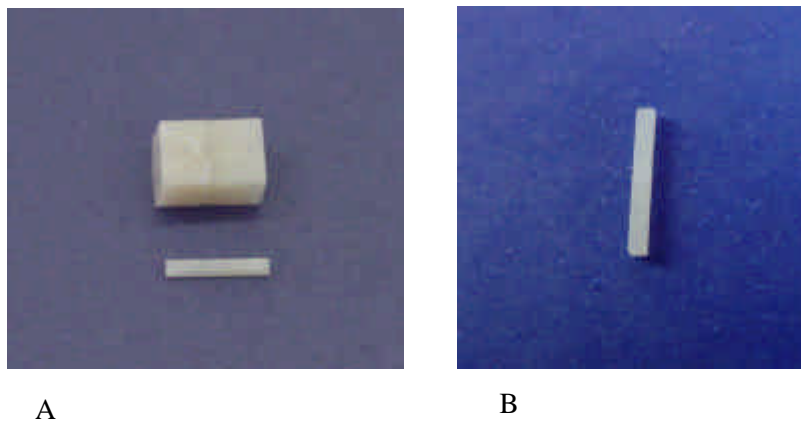


FIGURA 15: Bloco em resina composta (A) e espécimes de secção transversal de  $1\text{mm}^2$  (A e B).

#### 4.2.6 – Teste de microtração

O teste de microtração foi baseado nos trabalhos de Pashley et al.<sup>28</sup> & Sano et al.<sup>29</sup> Inicialmente, os espécimes foram observados em lupa estereoscópica (DF Vasconcelos S.A., São Paulo, SP, Brasil) com aumento de 10 vezes para certificar-se da ausência de falhas na interface adesiva que pudessem interferir com os resultados dos testes realizados, tiveram suas dimensões aferidas com um paquímetro digital (DIGIMATIC, Caliper, Mitutoyo, Japan) e anotadas. Em seguida, os espécimes foram fixados em dispositivo especial (garra) (Figura 16) para microtração com cola à base de cianocrilato (Super bond gel) + catalisador (Zapit Accelerator-Dental Ventures Inc., of América, Anaheim, Corona, CA, USA), de modo que, a área de adesão ficasse perpendicular ao longo eixo da força de tração.

O teste de microtração foi realizado por uma máquina de ensaios mecânicos universal MTS (Material Test System 810, MTS Systems Corp., Minneapolis, MN, USA) a uma velocidade de 0.5mm/min<sup>7,8</sup> com adaptação de uma célula de carga de 10 KN (Load Transducer modelo 66118 D-01) e Força de 1N, com programa de software acoplado (test Works, Test Star2, MTS Systems Corp., Minneapolis, MN, USA). No momento da fratura, o movimento foi interrompido e os dados coletados para análise estatística. Os valores finais de resistência adesiva foram calculados

---



dividindo-se os valores de carga de ruptura em Newton (N) pelas secções transversais dos “palitos”, obtidas em  $\text{mm}^2$ , sendo expressos em MPa.



FIGURA 16: dispositivo especial (garra) para microtração acoplado a máquina de ensaios mecânicos universal MTS.

Após o teste de microtração, as superfícies fraturadas foram avaliadas sob microscopia óptica (Stereozoom, Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA) a 100 vezes de aumento, classificando as falhas em : adesivas(A), coesivas(C) e mistas(M).

### 4.3- *Análise morfológica*

Para melhor visualização do efeito conseguido pelos diversos tratamentos, utilizados neste trabalho e, análise dos diferentes aspectos morfológicos,<sup>20,21</sup> resultantes na superfície da resina composta híbrida Z100 (3M, St Paul, MN, USA); após a mesma ser submetida a tratamento superficial com ponta diamantada, ablação a laser e jato de óxido de alumínio, confeccionamos 6 corpos de prova (um para cada tipo de tratamento) e os submetemos a microscopia eletrônica de varredura (DSM 960, Zeiss Jena, Alemanha).

#### 4.3.1- *Confeção das pastilhas em resina composta*

Utilizando um molde metálico, 06 pastilhas de formato cilíndrico (diâmetro de 8,0mm e espessura de 2,0mm) foram confeccionadas com resina híbrida Z100, (3M, USA) cor A2 (lote: 3EK 2006-02).<sup>20, 21</sup>

#### 4.3.2 - *Tratamentos das superfícies das pastilhas*

Após sua confecção, as pastilhas foram submetidas a tratamentos de superfície, semelhantes ao experimento anterior. Cada superfície foi desgastada em torno de  $0,2\text{mm} \pm 0,1\text{mm}$ , o qual foi

---

padronizado com ajuda de um paquímetro digital (DIGIMATIC, Caliper, Mitutoyo, Japan). Os tratamentos de superfície foram os mesmos do experimento anterior:

#### Desgaste com ponta diamantada

As superfícies das pastilhas foram desgastadas com ponta diamantada cilíndrica nº 3145 (KG Sorensen, Alphaville, SP, Brasil) em alta rotação e sob refrigeração abundante ar/água, de maneira, que o longo eixo da fresa ficasse paralelo à superfície da pastilha em resina composta, a qual foi fixada por meio de uma pinça tipo Allis com pressão moderada, e desgastado por 20 segundos.

#### Abrasão com jato de óxido de alumínio

As superfícies das pastilhas foram abrasionadas com Partículas de óxido de alumínio de 60µm, usando um aparelho intraoral (Microjato, Bio-art, SN 10558, SP, Brasil), por 10 segundos a 10 mm de distância .

---

### Ablação com Laser de Er:YAG

Os parâmetros escolhidos para uso foram: 10Hz de frequência, focalizado (13,0 mm de distância do tecido alvo), duração do tempo de exposição de 35 segundos, frequência de 10 Hz e energia por pulso variando em 100, 200 e 300 mJ com as respectivas fluências de 21,5; 42,9 e 64,4J/cm<sup>2</sup> e intensidade de: 2,15; 4,29 e 6,44W/cm<sup>2</sup>. Cada pastilha em resina composta teve sua superfície ablacionada por 35 segundos de forma padronizada, utilizando um dispositivo que consistia de uma haste e uma garra para fixar a ponteira do laser de maneira que, o laser permaneceu fixo e o operador movimentava uma mesa, sobre a qual estava a pastilha de resina composta, permitindo que a irradiação a laser “varresse” toda superfície exposta, irradiando uniformemente a superfície. Todo procedimento de ablação a laser foi executado com o sistema de refrigeração presente no próprio laser que correspondeu a um fluxo de água de 0.14ml/segundos.

### Ausência de tratamento - Controle

Neste grupo as superfícies das pastilhas não foram submetidas a nenhum tratamento mecânico.

---

### 4.3.3 - Preparo das amostras para observação em microscópio eletrônico de Varredura

Após desgaste das superfícies, as amostras foram colocadas dentro de um dessecador a vácuo (TECNAL-TE-058) por 72 horas e transportadas para o local da microscopia dentro de um dessecador com sílica. Em seguida as amostras foram fixados em porta-espécimes apropriados (stubs) e receberam uma cobertura com 20nm de ouro na superfície a ser analisada, sendo , em seguida, observados por um microscópio eletrônico de varredura (DSM 960, Zeiss Jena, Alemanha). Obtidas as fotomicrografias com aumento de 80X e 1000X, essas foram salvas em disquete do tipo Zip para análise. As fotomicrografias de todos os corpos-de-prova podem ser visualizadas no Anexo B.

---



---

---

## 5- *Resultado*

Neste estudo foram realizadas medidas de resistência adesiva interfacial das amostras em resina composta Z100 (3M, St Paul, MN, USA) reparadas com o compósito Point 4 (KERR, West Collins, USA). Cada grupo (resina nova e resina envelhecida) foi subdividido em seis subgrupos experimentais, conforme o tipo de tratamento de superfície.

O delineamento experimental em estudo é um fatorial com dois fatores: tipo de resina (nova ou envelhecida) e tipo de tratamento de superfície (G1, G2, G3, G4, G5 e G6). Portanto há um total de 12 subgrupos experimentais para a análise, cada um com vinte repetições. A análise de variância foi empregada para testar a significância dos efeitos dos dois fatores e da interação deles, ao nível de 5% de significância. Esta análise foi complementada pelo Teste de Tukey, também ao nível de 5% de significância, para a comparação múltipla de médias duas a duas.

Foram construídos intervalos de 95% de confiança para a média real correspondente a cada grupo experimental, tanto para a resina nova como para a resina envelhecida. No cálculo da amplitude desses intervalos, empregou-se um desvio padrão único determinado pela média

---

---

quadrática do resíduo da análise de variância.

A análise de variância é apropriada se forem satisfeitas algumas pressuposições. As principais são: a independência dos dados experimentais, a qual foi obtida pela forma com que este trabalho foi realizado; a homogeneidade de variâncias, avaliada pelo teste de Levene e a normalidade dos resíduos, avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. O resíduo é uma estimativa do erro experimental e é calculado pela diferença entre o valor obtido da resistência e a média do grupo ao qual o valor pertence. A análise de variância pode ser empregada ainda que, essas pressuposições sejam válidas aproximadamente.

Nas tabelas 1 e 2 encontram-se, respectivamente, para a resina nova e a resina envelhecida, os valores de resistência adesiva relativos aos subgrupos dos experimentos, conforme o tipo de tratamento de superfície: G1 (ponta diamantada), G2 (jato de óxido de alumínio), G3, G4 e G5 (laser Er: YAG, nos níveis de energia por pulso de 100mJ, 200mJ e 300mJ) e G6 (controle- ausência de tratamento). Nessas tabelas encontram-se também as médias e desvios padrões das medidas de resistência.

Na tabela 3 é apresentado o sumário da análise de variância para a avaliação dos efeitos dos fatores em estudo sobre a resistência adesiva. Todos os valores de probabilidade  $p$  são muito menores do que 0,05. Considerando que a interação é significativa, pode-se interpretar que há diferença entre as médias dos grupos, e que essas

---



---

diferenças dependem de a resina ser nova ou envelhecida. Para detalhar essas diferenças foi empregado o teste de Tukey para comparação de médias de resistência adesiva duas a duas. Os valores de probabilidade correspondentes ao teste de Tukey são apresentados na tabela 4.

Considerando, em primeiro lugar, os subgrupos com a resina nova, observa-se na tabela 4 que todos os valores de probabilidade são maiores do que 0,05, portanto, não há evidência de que alguma média obtida com a resina nova seja significativamente diferente de outra com resina nova. Esse resultado pode ser visualizado no gráfico da figura 17. Neste gráfico, os traços verticais representam intervalos de 95% de confiança para a média real de resistência adesiva dos grupos com a resina nova. Alguns desses intervalos estão levemente deslocados em relação a um ou mais. Entretanto, seguindo o teste de Tukey, esses deslocamentos não foram acentuados a ponto de indicar diferenças significativas entre médias.

Tomando agora os subgrupos com a resina envelhecida, a média do grupo G1 só não é significativamente maior do que a média do grupo G3. Entretanto, a média G3 somente é significativamente maior do que as médias dos grupos G2 e G6 (controle). Por outro lado, as médias de G2 e G6 são significativamente menores do que as médias de todos os outros subgrupos com a resina envelhecida. As médias de G4 e G5, por sua vez, constituem valores equivalentes intermediários, significativamente menores do que a média de G1 e maiores do que as

---

médias de G2 e G6. Analogamente, esses resultados podem ser visualizados no gráfico da Figura 17.

Ainda na tabela 4, pôde-se identificar médias de grupos com a resina nova significativamente diferente de médias de grupos com a resina envelhecida. Assim, as médias dos grupos G2 e G6 com a resina envelhecida são menores que todas as médias dos grupos com resina nova. Além dessas, também foram significativas as diferenças entre a média do grupo G1 com resina envelhecida e as médias dos grupos G3 e G4 com resina nova.

Quanto às pressuposições de validade da análise de variância, o teste de Levene de homogeneidade de variância forneceu a estatística 1,100 à qual corresponde o valor de probabilidade  $p= 0,363$ . A estatística do teste de Shapiro-Wilk de normalidade dos resíduos forneceu o valor 0,993 ao qual corresponde um valor de probabilidade  $p= 0,289$ . Portanto, ao nível de 5% de significância não há evidência de que essas pressuposições não sejam válidas.

---

Tabela 1: Valores de resistência adesiva obtidos em corpos-de-prova de resina nova, de acordo com o tratamento da superfície nos subgrupos experimentais. Médias e desvios padrão dos subgrupos.

| <b>Corpo-de prova</b> | <b>G1</b>    | <b>G2</b>    | <b>G3</b>    | <b>G4</b>    | <b>G5</b>    | <b>G6</b>    |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                     | 49,98        | 58,38        | 28,07        | 25,70        | 28,54        | 44,05        |
| 2                     | 48,70        | 43,48        | 21,25        | 34,76        | 57,96        | 21,48        |
| 3                     | 53,40        | 48,10        | 40,42        | 45,29        | 35,62        | 20,30        |
| 4                     | 38,22        | 43,13        | 40,22        | 24,71        | 29,46        | 30,23        |
| 5                     | 28,24        | 49,12        | 33,14        | 28,95        | 26,66        | 31,46        |
| 6                     | 39,74        | 35,93        | 36,90        | 33,69        | 45,48        | 37,08        |
| 7                     | 40,45        | 39,34        | 35,13        | 28,86        | 34,65        | 26,71        |
| 8                     | 48,58        | 43,65        | 29,64        | 27,19        | 48,21        | 30,50        |
| 9                     | 40,35        | 40,81        | 35,24        | 43,02        | 39,18        | 51,76        |
| 10                    | 48,12        | 34,06        | 31,93        | 26,10        | 48,23        | 32,39        |
| 11                    | 30,43        | 33,48        | 40,67        | 41,33        | 52,58        | 31,01        |
| 12                    | 33,63        | 31,23        | 30,94        | 28,73        | 28,02        | 52,32        |
| 13                    | 33,82        | 24,61        | 36,64        | 28,77        | 35,23        | 47,82        |
| 14                    | 40,77        | 37,80        | 26,82        | 39,84        | 22,96        | 44,64        |
| 15                    | 42,09        | 30,90        | 25,71        | 53,80        | 39,66        | 34,00        |
| 16                    | 29,90        | 35,26        | 30,50        | 30,29        | 23,83        | 44,86        |
| 17                    | 24,99        | 28,77        | 31,46        | 38,72        | 25,80        | 35,24        |
| 18                    | 31,90        | 29,16        | 27,58        | 29,43        | 37,90        | 37,88        |
| 19                    | 31,95        | 43,83        | 32,43        | 18,18        | 38,67        | 29,39        |
| 20                    | 32,53        | 42,57        | 24,66        | 45,26        | 37,93        | 35,90        |
| <b>Média</b>          | <b>38,39</b> | <b>38,68</b> | <b>31,97</b> | <b>33,63</b> | <b>36,83</b> | <b>35,95</b> |
| <b>Desvio padrão</b>  | <b>8,19</b>  | <b>8,18</b>  | <b>5,43</b>  | <b>8,86</b>  | <b>9,85</b>  | <b>9,15</b>  |

Tabela 2: Valores de resistência adesiva obtidos em corpos-de-prova de resina envelhecida, de acordo com o tratamento da superfície nos subgrupos experimentais. Médias e desvios padrão dos subgrupos.

| <b>Corpo-de prova</b> | <b>G1</b>    | <b>G2</b>    | <b>G3</b>    | <b>G4</b>    | <b>G5</b>    | <b>G6</b>    |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                     | 29,52        | 13,47        | 28,32        | 33,47        | 30,05        | 28,02        |
| 2                     | 46,44        | 21,91        | 35,58        | 22,13        | 34,14        | 19,59        |
| 3                     | 41,07        | 10,11        | 21,01        | 18,84        | 39,40        | 23,47        |
| 4                     | 38,37        | 27,43        | 38,71        | 26,13        | 40,80        | 18,73        |
| 5                     | 48,39        | 22,47        | 34,14        | 40,66        | 30,09        | 30,72        |
| 6                     | 28,83        | 26,73        | 49,93        | 29,62        | 34,31        | 14,35        |
| 7                     | 59,76        | 18,21        | 43,65        | 34,44        | 23,91        | 8,06         |
| 8                     | 51,99        | 22,28        | 24,64        | 43,34        | 35,45        | 21,29        |
| 9                     | 24,29        | 23,43        | 37,17        | 31,81        | 39,38        | 16,90        |
| 10                    | 31,88        | 22,20        | 47,31        | 36,07        | 41,76        | 18,96        |
| 11                    | 43,93        | 16,87        | 35,36        | 37,13        | 41,87        | 25,75        |
| 12                    | 38,12        | 22,27        | 47,76        | 17,79        | 42,28        | 29,44        |
| 13                    | 33,56        | 10,50        | 31,91        | 14,21        | 35,17        | 30,67        |
| 14                    | 53,59        | 23,32        | 41,81        | 34,26        | 23,47        | 30,83        |
| 15                    | 49,58        | 27,75        | 46,18        | 41,28        | 39,00        | 13,84        |
| 16                    | 48,92        | 12,07        | 37,58        | 25,70        | 24,34        | 8,31         |
| 17                    | 44,42        | 16,52        | 45,26        | 42,34        | 34,58        | 23,74        |
| 18                    | 50,88        | 17,98        | 29,21        | 34,30        | 37,49        | 22,11        |
| 19                    | 43,63        | 17,68        | 40,91        | 32,91        | 29,88        | 40,47        |
| 20                    | 39,67        | 31,29        | 36,56        | 46,55        | 20,43        | 18,56        |
| <b>Média</b>          | <b>42,34</b> | <b>20,22</b> | <b>37,65</b> | <b>32,15</b> | <b>33,89</b> | <b>22,19</b> |
| <b>Desvio padrão</b>  | <b>9,33</b>  | <b>5,91</b>  | <b>7,96</b>  | <b>9,00</b>  | <b>6,78</b>  | <b>8,12</b>  |

Tabela 3: Sumário da análise de variância para a avaliação dos efeitos de resina, grupo e interação.

| <b>Efeito</b> | <b>Graus de liberdade</b> | <b>Média Quadrática</b> | <b>F</b> | <b>p</b> |
|---------------|---------------------------|-------------------------|----------|----------|
| Resina        | 1                         | 1215,18                 | 18,21    | <0,0001  |
| Grupo         | 5                         | 708,25                  | 10,61    | <0,0002  |
| Resina*Grupo  | 5                         | 934,40                  | 14,00    | <0,0003  |
| Resíduo       | 228                       | 66,74                   |          |          |

Tabela 4: Valores de probabilidade (p) obtidos pelo teste de Tukey para a comparação das médias duas a duas.

|                  | Grupo | Resina nova        |         |         |         |         |         |
|------------------|-------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  |       | G1                 | G2      | G3      | G4      | G5      | G6      |
| Res. Nova        | G1    |                    | 1,000   | 0,349   | 0,795   | 1,000   | 0,999   |
|                  | G2    | 1,000              |         | 0,280   | 0,724   | 1,000   | 0,996   |
|                  | G3    | 0,349              | 0,280   |         | 1,000   | 0,771   | 0,929   |
|                  | G4    | 0,795              | 0,724   | 1,000   |         | 0,986   | 0,999   |
|                  | G5    | 1,000              | 1,000   | 0,771   | 0,986   |         | 1,000   |
|                  | G6    | 0,999              | 0,996   | 0,929   | 0,999   | 1,000   |         |
|                  | Grupo | Resina envelhecida |         |         |         |         |         |
|                  |       | G1                 | G2      | G3      | G4      | G5      | G6      |
| Res. envelhecida | G1    |                    | <0,001* | 0,809   | 0,005*  | 0,049*  | <0,001* |
|                  | G2    | <0,001*            |         | <0,001* | <0,001* | <0,001* | 1,000   |
|                  | G3    | 0,809              | <0,001* |         | 0,601   | 0,952   | <0,001* |
|                  | G4    | 0,005*             | <0,001* | 0,601   |         | 1,000   | 0,007*  |
|                  | G5    | 0,049*             | <0,001* | 0,952   | 1,000   |         | <0,001* |
|                  | G6    | <0,001*            | 1,000   | <0,001* | 0,007*  | <0,001* |         |
|                  | Grupo | Resina nova        |         |         |         |         |         |
|                  |       | G1                 | G2      | G3      | G4      | G5      | G6      |
| Res. envelhecida | G1    | 0,933              | 0,960   | 0,003*  | 0,036*  | 0,598   | 0,356   |
|                  | G2    | <0,001*            | <0,001* | <0,001* | <0,001* | <0,001* | <0,001* |
|                  | G3    | 1,000              | 1,000   | 0,550   | 0,925   | 1,000   | 1,000   |
|                  | G4    | 0,395              | 0,322   | 1,000   | 1,000   | 0,812   | 0,948   |
|                  | G5    | 0,849              | 0,787   | 1,000   | 1,000   | 0,993   | 1,000   |
|                  | G6    | <0,001*            | <0,001* | 0,008*  | 0,001*  | <0,001* | <0,001* |

\* significativo ao nível menor do que 5%

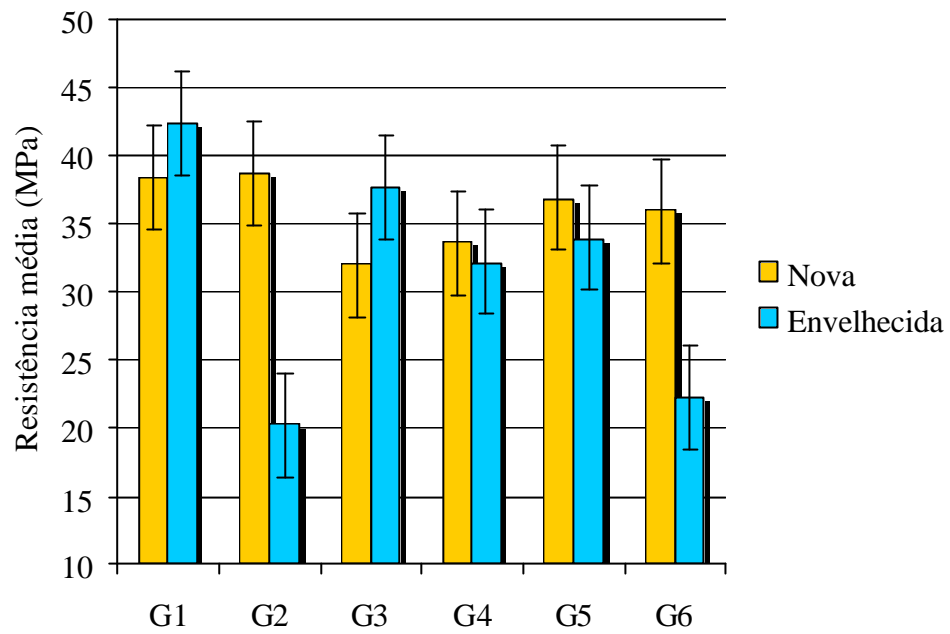


FIGURA17: Representação gráfica das médias de resistência adesiva de acordo com os grupos (resina composta nova ou envelhecida) e subgrupos. A barra vertical representa o intervalo de 95% de confiança para a média real.

O estudo em microscopia óptica (100X de aumento) da interface adesiva de cada subgrupo teste, revelou diferentes padrões de fraturas. A maioria das fraturas ocorreu predominantemente, ao longo da interface adesiva do reparo. Portanto, a fratura adesiva foi o tipo de falha predominante, tanto na resina nova como na envelhecida. Comparando-se o grupo da resina envelhecida com a resina nova, a fratura do tipo adesiva foi observada em maior número na resina envelhecida. Algumas amostras apresentaram fraturas dentro do material (coesivas) e em um menor número de amostras foi observado fraturas do tipo mista (coesiva+adesiva). Alguns espécimes foram perdidos durante o teste de tração, não sendo possível avaliar o tipo de fratura.

Na Tabela 5 são apresentados os números de espécimes que apresentaram determinado tipo de fratura: adesiva, coesiva ou mista.

---



Tabela 5: Número de corpos-de-prova em cada subgrupo de acordo com o tipo de fratura.

| Resina             | Grupo<br>(n=20) | Adesiva | Coesiva | Mista | Não<br>avaliado |
|--------------------|-----------------|---------|---------|-------|-----------------|
| <b>Nova</b>        | G1              | 12      | 7       | 1     | 0               |
|                    | G2              | 13      | 6       | 1     | 0               |
|                    | G3              | 13      | 2       | 4     | 1               |
|                    | G4              | 15      | 1       | 3     | 1               |
|                    | G5              | 13      | 2       | 2     | 3               |
|                    | G6              | 13      | 5       | 0     | 2               |
| <b>Envelhecida</b> | G1              | 18      | 2       | 0     | 0               |
|                    | G2              | 19      | 1       | 0     | 0               |
|                    | G3              | 17      | 1       | 2     | 0               |
|                    | G4              | 15      | 2       | 3     | 0               |
|                    | G5              | 17      | 2       | 1     | 0               |
|                    | G6              | 18      | 1       | 1     | 0               |

---

---

## 6- *Discussão*

### 6.1- *Resistência adesiva*

Vários tratamentos mecânicos de superfície<sup>5,14,19,24,25,30,32</sup> e agentes adesivos<sup>5,7,14,19,25,30,32</sup> têm sido utilizados para melhorar a adesão entre o compósito novo e o compósito a ser reparado.<sup>5,14,19,24,25,30,32</sup> Entretanto, não existe um consenso dentro da odontologia com relação ao melhor protocolo de reparo<sup>25</sup> e nem relatos na literatura sobre reparos de resinas compostas com laser.

Existem três possíveis mecanismos de adesões entre a resina a ser reparada e o adesivo: adesão química entre o adesivo e a matriz da resina composta, adesão química às partículas de carga expostas e retenção mecânica causada pela penetração de monômeros nas microfendas da matriz.<sup>5</sup> O umedecimento da superfície a ser reparada com uma resina sem carga (adesivo) permite uma adesão química, otimizando a adaptação entre os compósitos, importante para o desenvolvimento de uma alta resistência adesiva.<sup>4</sup> Esse umedecimento da superfície a ser reparada é

---

---

controlado pela diferença de energia livre de superfície entre o substrato e a resina adesiva e pela viscosidade do agente adesivo.<sup>25</sup>

Brosh, et al.<sup>5</sup> em 1997, determinaram que o uso do adesivo é efetivo em promover aumento da resistência adesiva ao cisalhamento. Um ano depois, Shahdad & Kennedy<sup>30</sup> também afirmaram que o uso do adesivo aumentou significativamente a resistência adesiva do reparo.

Entretanto, os trabalhos têm indicado que a rugosidade de superfície a ser reparada tem maior influência na resistência adesiva do reparo do que propriamente o tipo de agente adesivo.<sup>33</sup> O interbricamento mecânico entre a resina nova e a velha é o fator mais significativo que contribui para a resistência interfacial,<sup>5,9</sup> aumentando a área disponível para adesão micromecânica.

As diferenças metodológicas de trabalhos prévios sobre reparo em resina composta, com relação ao tipo de tratamento de superfície utilizado, tipo de ensaio mecânico para obtenção da resistência adesiva e métodos de envelhecimento do compósito, impedem uma comparação direta entre os resultados deste trabalho e as pesquisas anteriores.

Neste estudo, quando a resina foi reparada após 24 horas de sua confecção, não houve diferença significativa na resistência adesiva entre os diferentes tratamentos de superfície. Já, quando a resina foi envelhecida, os maiores valores de resistência adesiva foram alcançados quando a mesma foi desgastada com ponta diamantada ou ablacionada com

---

laser de Er:YAG a uma energia por pulso de 100mJ e os menores valores foram obtidos no grupo em que a superfície foi tratada com jato de óxido de alumínio e, no grupo que não recebeu tratamento mecânico de superfície (controle).

Apesar de vários trabalhos pesquisados atribuírem os maiores valores de resistência adesiva quando a superfície foi abrasionada com jato de óxido de alumínio,<sup>5,7,22,32</sup> relatos de melhora na resistência adesiva tanto com pontas diamantadas e jato de óxido de alumínio foram encontrados.<sup>25,33</sup> Crumpler et al.<sup>9</sup> obtiveram os maiores valores de resistência adesiva, quando as superfícies foram tratadas com ponta diamantada. Clinicamente, a maioria das escolas utiliza ponta diamantada para tratamento mecânico da superfície do compósito a ser reparado.<sup>14</sup>

Estudos anteriores afirmam que a abrasão da superfície, em resina composta com partículas de óxido de alumínio é adequada para tratamento do compósito ser reparado.<sup>5,7,22,32</sup> Swift, et al.<sup>32</sup> determinaram que a abrasão da superfície do compósito a ser reparado com partículas de óxido de alumínio de 50µm proporciona uma superfície mecanicamente retentiva, quando comparado com o desgaste com ponta diamantada ou fresa carbide, determinando alta resistência adesiva ao reparo, resistência essa, que alcançou 45 a 70% da resistência coesiva do próprio material. Shahdad & Kennedy<sup>30</sup> também encontraram que a abrasão da superfície

---

com óxido de alumínio + aplicação de um adesivo, produziram uma resistência adesiva ao cisalhamento que foi de 99% da resistência coesiva do material (27,7% MPa). Entretanto, Boyer et al.<sup>4</sup> notaram uma redução na resistência de reparos após abrasão da superfície, atribuindo essa redução dos valores de resistência adesiva à exposição de partículas de carga após à abrasão, conseqüentemente, reduzindo a adesão. Outra possibilidade é que, fragmentos (partículas de óxido de alumínio) interfiram na adesão ou que a inclusão de ar reduza a área de superfície disponível para adesão.<sup>30</sup>

No presente trabalho, após a resina ser envelhecida artificialmente, a mesma apresentou uma superfície com mudança de cor, rugosa e com alguns orifícios arredondados. Ao jatearmos essa superfície, com partículas de óxido de alumínio esses orifícios aumentaram de diâmetros, o que poderia ter facilitado a inclusão de bolhas de ar e a permanência de partículas de óxido de alumínio, diminuindo a área disponível para adesão.<sup>30</sup>

Quando envelhecemos a resina composta, o subgrupo controle (ausência de tratamento mecânico), apresentou os menores valores de resistência adesiva interfacial, estando de acordo com os trabalhos pesquisados.<sup>4,5,7,22,25,30,32,33</sup> Sendo assim, os achados do nosso trabalho vêm reforçar a importância de associar o tratamento mecânico de superfície com o uso de agentes adesivos.<sup>4,5,7,22,25,30,32,33</sup>

---

O condicionamento com ácido fosfórico a 37% tem sido preconizado como um método para melhorar a resistência adesiva de reparo em compósitos, sendo empregado pela maioria das escolas norte-americanas e européias.<sup>14</sup> No entanto, essa técnica não está de acordo com os trabalhos laboratoriais pesquisados. Lucena-Martín et al.<sup>22</sup> relataram em seu trabalho que o uso do ácido fosfórico propiciou uma inaceitável resistência adesiva clínica, tanto para resinas microhíbridas como para microparticuladas. Em 2003 Oztas, Alaçam & Bardakcy<sup>25</sup> realizaram um trabalho onde a superfície foi tratada com ácido fosfórico a 37% por 10 segundos, embora o condicionamento ácido não tenha sido uma variável a ser pesquisada, sendo aplicado em todos os grupos somente para limpar a superfície.

O condicionamento da superfície a ser reparada com o ácido hidrófluorídrico (HF) também não é recomendado como método rotineiro para reparar compósito.<sup>5</sup> Swift, et al.<sup>32</sup> afirmaram que o ácido hidrófluorídrico (HF) não melhora significativamente a resistência do reparo, podendo afetar adversamente o reparo de alguns tipos de compósito. Sendo assim, optamos por não condicionar a superfície com ácidos antes da aplicação do adesivo, uma vez que, os mesmos não criam mudanças morfológicas na superfície do compósito,<sup>7</sup> tendo apenas função de limpeza<sup>25</sup> e acidificação,<sup>7</sup> não sendo relevantes para a resistência adesiva de reparo em compósitos.

---

Para nos aproximarmos da situação clínica em que em muitos casos, não sabemos que resina composta foi utilizada para confecção da restauração a ser reparada, escolhemos a resina Point 4 (KERR, West Collins, USA) para reparar os blocos de resina Z100 (3M, St Paul, MN, USA) por ser uma resina de composição e marca diferente (Quadro1), uma vez que, as pesquisas anteriores não mostraram nenhuma correlação entre o tipo e o número de partículas de carga da resina composta e a resistência adesiva.<sup>19,30,32</sup> No entanto, sugerimos pesquisas adicionais comparando a resistência adesiva de reparos com a mesma resina composta utilizada para confecção da restauração a ser reparada.

A resistência interfacial adesiva de uma resina que foi reparada logo após sua confecção (7 a 10 minutos depois) é a mesma resistência coesiva do material.<sup>4</sup> O número de grupos metacrilatos não reagidos diminui com a polimerização e com o envelhecimento da resina, de maneira que, o potencial para adesão diminui com o tempo.<sup>4,32</sup> Entretanto, superfícies de compósitos tratados ou não, depois de algum tempo da confecção (24 horas a uma semana após sua confecção),<sup>4</sup> apresentam resistência adesiva interfacial entre 20 a 70% da resistência coesiva do material.<sup>4</sup> Quando a superfície do compósito é cortada ou desgastada, partículas de cargas inorgânicas ou pré-polimerizadas são expostas, com aumento da resistência interfacial.<sup>4</sup>

---

Shahdad & Kennedy<sup>30</sup> não encontraram diferença na resistência adesiva de amostras em resina composta reparadas após 48 horas, uma semana e 1 mês da confecção. Também em nosso trabalho, as médias de resistência adesiva obtidas tanto na resina reparada 24 horas após sua confecção, como na envelhecida artificialmente, foram semelhantes, com exceção do grupo tratado com jato de óxido de alumínio e no grupo que não recebeu tratamento de superfície, os quais apresentaram menores valores de resistência adesiva, quando a resina foi envelhecida artificialmente.

Dawis et al.<sup>10</sup> & Doray et al.<sup>11</sup> envelheceram amostras de resina composta e ionômero de vidro em câmara de envelhecimento artificial, submetendo as amostras à irradiação ultravioleta. A efetividade do envelhecimento foi medida por meio da alteração de cor e rugosidade de superfície.<sup>10,11</sup> Embora não exista ainda uma correlação perfeita entre o envelhecimento artificial e o real, optamos por esse método por ser mais efetivo em promover envelhecimento de resinas compostas<sup>10, 11</sup> do que os métodos que preconizam o envelhecimento dos compósitos apenas armazenando-os em saliva artificial<sup>9</sup> ou em água, por um período que varia de 24 horas a 6 semanas.<sup>5,19,30</sup>

A reparabilidade é reconhecida como uma propriedade desejável das resinas compostas. Uma maneira de medir essa reparabilidade é por meio da resistência adesiva interfacial<sup>19</sup>. Alguns dos testes que avaliam

---



a resistência adesiva entre dois materiais são: resistência adesiva de tração,<sup>7,8</sup> resistência adesiva de cisalhamento,<sup>5,19, 25,30,32</sup> resistência flexural<sup>7</sup> e resistência à tração diametral.<sup>7</sup> Embora vários trabalhos encontrados na literatura sobre reparo de resina composta empregassem teste de cisalhamento para medir a resistência adesiva interfacial,<sup>5,19,25,30,32</sup> este tipo de teste tem sido muito criticado por produzir alta concentração de estresse dentro do material que está sendo reparado.<sup>7</sup> O teste de tração é a melhor opção para avaliar a resistência adesiva entre dois materiais, de maneira que, a carga seja aplicada na interface adesiva.<sup>7</sup> O teste de microtração (modificação do teste de tração), avalia a resistência adesiva entre materiais adesivos e regiões pequenas das estruturas dentais.<sup>28</sup> Esse teste tem como vantagem uma melhor distribuição do estresse durante a carga.<sup>28</sup> Ao relacionar a resistência adesiva à tração à área da superfície adesiva, Sano et al.<sup>29</sup> determinaram que áreas de superfícies maiores demonstraram menores valores de resistência adesiva, atribuindo esse resultado ao efeito da distribuição dos defeitos do material. Uma vez que, espécimes com áreas maiores contêm provavelmente, muito mais defeitos comparados com espécimes menores.<sup>29</sup>

A resistência interfacial que é requerida, para satisfazer o reparo “in vivo” não foi completamente investigada. Por outro lado, a resistência adesiva do compósito ao esmalte dental tem sido extensivamente pesquisada e, é da ordem de 15 a 30 MPa.<sup>33</sup> Sabe-se que

---

compósitos raramente, falham mecanicamente na junção com o esmalte; e, portanto, sugere-se que a resistência adesiva de reparo, que é semelhante àquela da interface esmalte e compósito, é clinicamente adequada.<sup>30</sup>

A análise das superfícies fraturadas com microscopia óptica (100X de aumento) classificou a maioria de falhas como de natureza adesiva em todos os subgrupos, independente dos valores de resistência adesiva. Tanto nos subgrupos que apresentaram as maiores médias de resistência adesiva (G1 e G3) como nos subgrupos que apresentaram os menores valores de resistência adesiva (G2 e G6), a fratura de natureza adesiva foi predominante, o que facilitou a interpretação dos resultados, reforçando a importância do tratamento de superfície na resistência adesiva do reparo,<sup>8</sup> principalmente, quando se repara um compósito envelhecido.

Uma das vantagens do ensaio de microtração é que permite uma maior concentração de fratura na interface adesiva, uma vez, que volumes grandes de fraturas coesivas durante o teste, limitam a interpretação dos resultados de resistência adesiva.<sup>29</sup> Espaços e microfraturas observadas dentro do material podem ser resultantes do estresse da polimerização, enfraquecendo o material,<sup>25</sup> sugerindo que pode ter contribuído para as falhas do tipo coesivas ou mistas.

---

## 6.2- *Laser de Er: YAG*

O laser de Er: YAG, é o mais indicado para tecidos duros dentais.<sup>1,2,3,6,12,13,15,16,17,18,20,26,27,34</sup> A luz do laser de Érbio é eficientemente absorvida por água e hidroxila presentes no interior do mineral apatita dos tecidos duros. As cavidades produzidas com laser de Er:YAG se apresentaram com aspecto rugoso, sem sinais de injúrias sérias e sem modificações na disposição dos cristais de hidroxiapatita do esmalte e dentina.<sup>18</sup>

De forma geral, a tecnologia laser permite a realização de procedimentos mais conservadores, muitas vezes indolores. Entre algumas das indicações do laser de Er:YAG se encontram: preparos cavitários,<sup>15</sup> limpeza de sulcos e fissuras,<sup>16</sup> remoção de restos de adesivos após retirada de brackets,<sup>13</sup> preparos cavitários pontuais,<sup>20</sup> remoção de restaurações em resina composta insatisfatória e modificação superficial de restaurações antigas, para reparo delas.<sup>3</sup>

A substituição ou reparo de restaurações diretas insatisfatórias é um dos procedimentos mais comum na clínica. Sendo que a remoção por meio de métodos convencionais (ponta diamantada), na maioria dos casos , leva também a remoção de tecido dental sadio. Instrumentos rotatórios sob alta velocidade não são capazes de remover exclusivamente o material restaurador insatisfatório. Apesar de existir outros instrumentos

---

pouco agressivos como fresas multilaminadas e jatos abrasivos, eles não puderam conferir certa resistência ácida ao tecido ou mesmo evitar o aparecimento de trincas no esmalte.<sup>1</sup> Os compósitos apresentam bastante água no seu interior e a luz do érbio é fortemente absorvida pela água.<sup>13</sup>

Os lasers de efeito fotomecânico, como o Er: YAG, são capazes de ablacionar e remover partes dos materiais compósitos de maneira seletiva e diferencial.<sup>20</sup> Blum,<sup>3</sup> em 2001, em pesquisa clínica reparou restaurações de resina com dosimetria de 120mJ e 30 Hz, afirmando que o tratamento a laser oferece igual ou melhores resultados que as técnicas restauradoras tradicionais. Dumore & Fried,<sup>13</sup> determinaram que o laser de Er:YAG de pulsos longos, com comprimento de onda de 2,94µm com duração de pulso de 150ns, é eficiente para remover resina quando a seletividade não é tão importante. Sugerindo-se que a ausência de seletividade do Er:YAG foi devido ao mesmo ter operado num regime de pulsos longos, sendo importante a busca da otimização de parâmetros. Lizarelli<sup>20</sup> sugeriu que, o emprego de uma energia por pulso de 300mJ com frequência de 10Hz, fluência de 64,4J/cm<sup>2</sup>, quando o fluxo de água é de 8,4ml/min, no esmalte, tanto de dentes decíduos como de permanentes, permite uma preservação bastante significativa da estrutura dental.

---

---

A técnica de ablação seletiva diferencial utilizando o sistema de Er:YAG foi proposta por Lizarelli, Moriyama e Bagnato<sup>21</sup> em 2003 e pode ser aplicada onde a superfície de esmalte estiver envolvida, uma vez que, a taxa de ablação de resina composta é em torno de 5 a 10 vezes maior que a taxa do esmalte dental permanente, o que permite uma remoção segura do compósito, com pouco efeito no esmalte, dentro dos parâmetros adequados.

Além da capacidade seletiva do érbio, ele remove tecido com dano térmico mínimo principalmente, quando o sistema de refrigeração é usado.<sup>17</sup> Uma outra vantagem com relação às técnicas de alta e baixa velocidades com relação ao laser de Er:YAG é a ausência de vibração durante o processo de ablação. Uma vez que a vibração ocasiona um esforço mecânico na resina que já se encontra envelhecida, interferindo na adesão entre a resina nova e a envelhecida. Segundo Andrade em 2002,<sup>1</sup> um laser de microssegundos gera uma menor agressão mecânica do que uma fresa carbide ou uma ponta diamantada em alta rotação. O sistema laser de Er:YAG é um laser do tipo pulsado, com largura de pulso de 200 a 400  $\mu$ s, o que proporciona uma entrega de energia muito alta, num tempo de interação com o tecido-alvo muito menor, permitindo que na maior parte do tempo, o tecido dissipe calor, resfriando-se. Dessa forma, não há acúmulo de calor, nem aumento de temperatura, conferindo uma ação mais eficiente e

---

menos danosa,<sup>20</sup> o que não diminui a necessidade do uso do laser de Er:YAG associado com refrigeração.

Ablações repetitivas de tecidos dentais secos ocasionam uma redução da eficiência de ablação que é amplificada pela dessecação do tecido e provavelmente mascarada por outras transformações induzidas pelo calor, como a carbonização.<sup>23</sup> Num trabalho feito por Burkes et al.<sup>6</sup>, em 1992, quando eles não associaram o uso do laser de Er:YAG com refrigeração a temperatura intrapulpar subiu mais que 27°C. Os trabalhos pesquisados afirmam que o uso do Er:YAG associado com um fino jato de água promove uma maior taxa de ablação,<sup>6,26</sup> ausência de danos térmicos ao redor do esmalte e dentina e menor elevação da temperatura intrapulpar.<sup>6,16,26</sup>

Não observamos, neste trabalho, tanto na resina nova, como na envelhecida, diferenças significativas entre G3, G4 e G5. No grupo da resina nova houve uma tendência dos valores de resistência adesiva aumentar com o aumento da intensidade de energia. Por outro lado, na resina envelhecida os maiores valores de resistência adesiva foram alcançados quando o laser foi irradiado com uma intensidade de 100mJ. Entretanto, esses valores não foram significativos estatisticamente. Ou seja, os valores de G3, G4 e G5 foram equivalentes, como mostrado na figura A2 nos anexos. O que tornou os valores de resistência adesiva interfacial do reparo mais ou menos independentes da energia utilizada. Dessa forma,

foram alcançados valores altos de resistência adesiva interfacial mesmo com valores de energia por pulsos baixos.

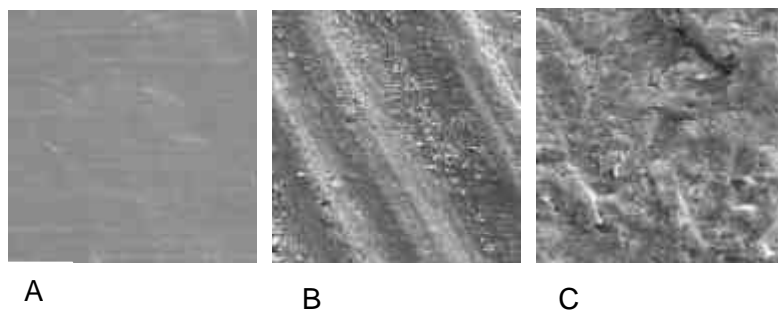


FIGURA 18: Microsuperfícies em resina composta Z100 resultantes de: A-ausência de tratamento mecânico, B- desgaste com ponta diamantada, C-jateamento com partículas de óxido de alumínio (MEV- 1000X de aumento).

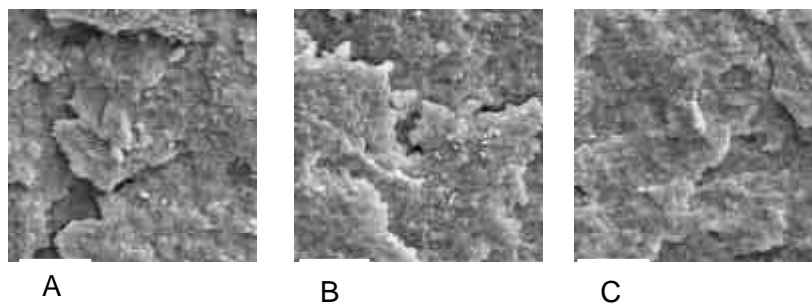


FIGURA 19: Microsuperfícies em resina composta Z100 resultantes da irradiação com laser de Er:YAG: A- 100mJ, B-200mJ, C -300mJ (MEV- aumento de 1000X).

Ao compararmos a morfologia, em microscopia eletrônica de varredura (DSM 960, Zeiss, Alemanha) a um aumento de 1000X, da superfície da resina Z100 (3M, St Paul, MN, USA) submetida a diferentes tratamentos mecânicos, visualizamos aspectos claramente particulares para cada tipo de tratamento, (Figuras 18 e 19), no entanto, quando a mesma foi submetida à irradiação a laser com energia por pulso variando de 100, 200 e 300mJ, foram observados aspectos da região ablacionada muito regular e equivalentes, com ausência de peculiaridades visíveis (rugosidades semelhantes para as três intensidades de energia) (Figura 19). O que pode ser explicado com base no trabalho de Lizarelli,<sup>20</sup> onde afirma que: os aspectos micromorfológicos resultantes da irradiação com laser de Er:YAG foram dependentes da composição química e da estrutura de todos os tipos de resinas compostas. Sendo assim, a ablação a laser desse tipo de material apresenta-se uniforme, provavelmente como consequência da homogeneidade do próprio material. O que explica a relação mais ou menos independente entre os valores de resistência adesiva e os diferentes níveis de energia por pulsos utilizados quando ablacionou-se a superfície com laser de Er:YAG.

Diante dos valores de resistência adesiva, e a partir dos aspectos morfológicos observados, podemos afirmar que a rugosidade de superfície é importante para obtenção de valores adequados de resistê

---



adesiva. No entanto, parece que não existe uma relação direta entre o padrão e aumento da rugosidade e a resistência adesiva interfacial.

Esses achados, somados à sua capacidade seletiva, uma vez que a técnica de ablação seletiva diferencial de restaurações de resinas compostas usando laser de Er:YAG permite a remoção segura destes materiais com pouco efeito no esmalte, viabilizam o laser de Er:YAG sob refrigeração nos parâmetros utilizados neste trabalho, com uma variação de energia por pulso de 100 a 300mJ, para reparo de resina composta, introduzindo uma nova técnica de reparo ultraconservadora, com preservação da estrutura dental sadia, contribuindo para o que chamamos de Microdentística Fotônica.

---

---

---

## 7- Conclusão

- 1- O tratamento mecânico da superfície a ser reparada é necessário para aumentar os valores de resistência adesiva interfacial de reparos em resina composta; principalmente, quando se repara compósito envelhecido;
  - 2- Os resultados deste estudo reforçam a importância de associar o tratamento mecânico da superfície da resina composta com o uso de agentes adesivos para reparos de compósitos;
  - 3- O desgaste com ponta diamantada e a ablação da superfície com laser de Er:YAG são os tratamentos mecânicos mais adequados ao reparo de resinas compostas;
  - 4- Apesar de não podermos extrapolar os resultados dos estudos “in vitro” para a clínica, os achados deste estudo sugerem o uso do sistema a laser de Er:YAG para reparos de resinas compostas, sendo
- 
-

indicado convenientemente, como uma nova técnica ultraconservadora para reparos de compósito, devido a ausência de vibração e por utilizar um mecanismo de remoção seletiva e diferencial.

---

---

---

## 8- Referências\*

- 1- ANDRADE, L. E. H. **Resistência à cárie de esmalte dental irradiado por laser de Er: YAG e Nd: YAG, avaliada através da morfologia e proporção Ca/P.** 2002. 118f. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2002.
- 2- BAHILLO, S. G. et al. A comparative study of microleakage through enamel and cementer after laser Er:YAG instrumentation in class V cavity abturationes, using scanning electron microscopy. **J. Clin. Laser Med. Surg., New York**, v. 20, n. 4, p. 197-201, Aug. 2002.
- 3- BLUM, R. Restorative dentistry with the Er:YAG laser. **J. Oral Laser Applications**, v. 1, p. 55-58, 2001.

---

\* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24 p.

---

- 
- 4- BOYER, D. B.; CHAN, K.C.; REINHARDT, J.W. Build-up and repair of light-cured composites: Bond Strength. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v.63, n.10, p.1241-1244, june 1984.
  - 5- BROSH, T. et al. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 77,n.2, p.122-126, Feb. 1997.
  - 6- BURKES, E. J. et al. Wet versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.67, n. 6, p.848-51, June 1992.
  - 7- CESAR, P. F. et al. Tensile bond strength of composite repairs on Artglass using different surface treatments. **Am J. Dent.**, San Antonio, v.14, n. 6, p.373-77, Dec. 2001.
  - 8- CHANG, J. C. et al. Tensile bond strengths of composites to a gold-palladium alloy after thermal cycling. **J. Prosthet. Dent.**, St.Louis, v.87, n.3, p.271-276, Mar. 2002.
  - 9- CRUMPLER, D. C. et al. Bonding to resurfaced posterior composites. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 5, n. 6, p. 417-424, Nov. 1989.
-

- 
- 10- DAVIS, B. A.; FRIEDL, K.; POWERS, J. M. Color stability of hybrid ionomers after accelerated aging. **J. Prosthodont.**, Philadelphia, v.4, n. 2, p.111-115, June 1995.
- 11- DORAY, P. G.; LI, D.; POWERS, J. M. Color stability of provisional restorative materials after accelerated aging. **J. Prosthodont.**, Philadelphia, v. 10, n. 4, p. 212-216, Dec. 2001.
- 12- DOSTÁLOVÁ, T. et al. Noncontact Er:YAG laser ablation: clinical evaluation. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, New York, v.16, n.5, p.273-282, Oct. 1998.
- 13- DUMORE, T.; FRIED, D. Selective ablation of orthodontic composite by using sub-microsecond IR laser pulses with optical feedback. **Lasers Surg. Med.**, New York, v.27, n. 2, p.103-110, Mar. 2000.
- 14- GORDAN, V. V. et al. Teaching students the repair of resin-based composite restorations: a survey of North American dental schools. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.134, n. 3, p. 317- 323, Mar. 2003.
-

- 
- 15- HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. **Laser Surg. Med.**, New York, v.9, n. 4, p.338-344, 1989.
- 16- HOSSAIN, M. et al. Ablation depths and morphological changes in human enamel and dentin after Er:YAG laser irradiation with or without water mist. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, New York, v.17, n.3, p.105-109, June 1999.
- 17- KATAUMI, M. et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of Er YAG laser irradiated dentin using dentin adhesive. **Dent. Mater. J.**, Tokyo, v.17, n.2, p.125-138, Mar. 1998.
- 18- KELLER, U., HIBST, R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. **Lasers Surg. Med.**, New York v.9, n.4, p. 345-351, 1989.
- 19- LEWIS, G. et al. Shear bond strength of immediately repaired light-cured composite resin restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 23, n.3 , p. 121-127, Mar. 1998.
-

- 
- 20- LIZARELLI, R. F. Z. **Ablação a laser de substratos dentais: esmalte, dentina, e resinas compostas.** 2002. 253f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- 21- LIZARELLI, R. F. Z.; MORIYAMA, L. T.; BAGNATO, V. S. Ultraconservative ablation in operative and esthetic dentistry. **J. Oral Laser Applications**, v.3, n. 2 p. 73-78, Mar. 2003.
- 22- LUCENA-MARTÍN, C.; GONZÁLES-LÓPES, S.; MONDELO, J. M. N. R. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. **J. Prosthet Dent.**, St.Louis, v.86, n. 5, p.481-488, Nov. 2001
- 23- MAJARON, B. et al. Heat diffusion and debris screening in Er:YAG laser ablation of hard biological tissues. **Applied Physics B Laser and Optics**, v. 66, p.479-487, Oct. 1998.
- 24- MURDOCK-KINCH, C. A.; McLEAM, M. E. Minimally invasive dentistry. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 134, n. 1, p. 87- 95, Jan. 2003.
-



- 
- 25- OZTAS, N.; ALAÇAM, A.; BARDAKCY, Y. The effect of air abrasion with two new bonding agents on composite repair. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n. 2, p. 149-154, Mar. 2003.
- 26- PAGHDIWALA, A. F., VAIDYNATHAN, M., PAGHDIWALA, M. F. Evaluation of Er:YAG laser radiation of hard dental tissues: analysis of temperature changes, depth of cuts and structural effects. **Scanning Microsc.**, Chicago, v.7, n.3, p.989-997, Sept. 1993.
- 27- PALMA, R. G. et al. Assessing microleakage on class V composite resin restorations after Er:YAG laser preparation varying the adhesive systems. **J. Clin. Laser Med Surg.**, New York, v. 20, n.3, p.129-133, June 2002.
- 28- PASHLEY, D. H. et al. The microtensile bond test: a review. **J. Adhesive Dent.** New Malden, v.1, n. 4, p. 299-309, Winter 1999.
- 29- SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength- evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.10, n. 4, p. 236-240, July 1994.
-

- 
- 30- SHAHDAD, J. A.; KENNEDY, J. G. Bond strength of repaired anterior composite resins: an in vitro study. *J. Dent., Bristol*, v.26, n. 8 p. 685-694, Nov. 1998.
- 31- STERN, R. H.; SOGNAES, R. F. Laser beam effect on dental hard tissue. *J. Dent. Res.* , Chicago, v. 43, n. 5, p. 873, 1964.
- 32- SWIFT, Jr. E. J.; LeVALLEY, B.D.; BOYER, D. B. Evaluation of new methods for composite repair. *Dent. Mater.*, Copenhagen, v.8, n. 6 , p. 362-365, Nov.1992.
- 33- TURNER, C. W.; MEIERS, J.C. Repair of an aged, contaminated indirect composite resin with a direct, visible-light-cured composite resin. *Oper. Dent.*, Seattle, v.18, n. 5, p. 187-194, Sept. / Oct. 1993.
- 34- WIGDOR, H. A. et al. Lasers in dentistry. *Lasers Surg. Med.*, New York, v.16, n.2, p.103-133, Sept. 1995.
-

---

---

## Anexo A

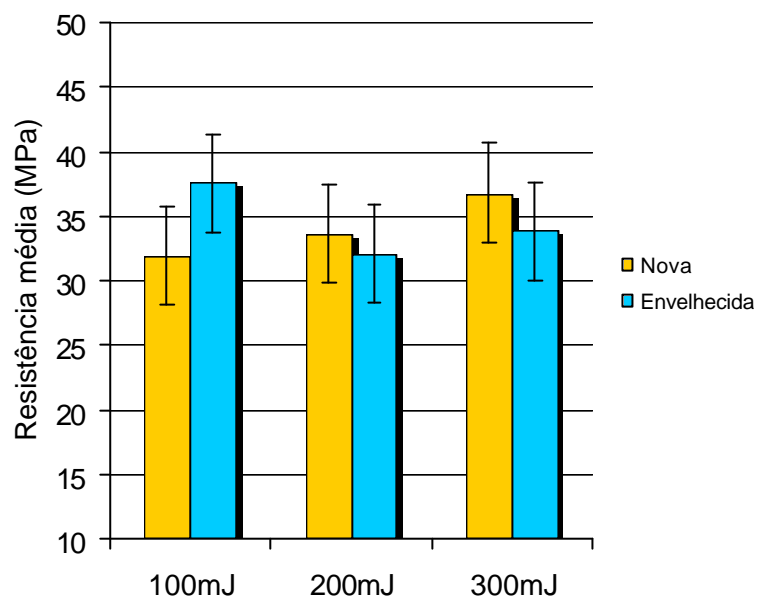


FIGURA A1: Representação gráfica das médias de resistência adesiva de acordo com o grupo e o tipo de resina (nova ou envelhecida) para os subgrupos ablacionados com laser de Er:YAG.

---

---

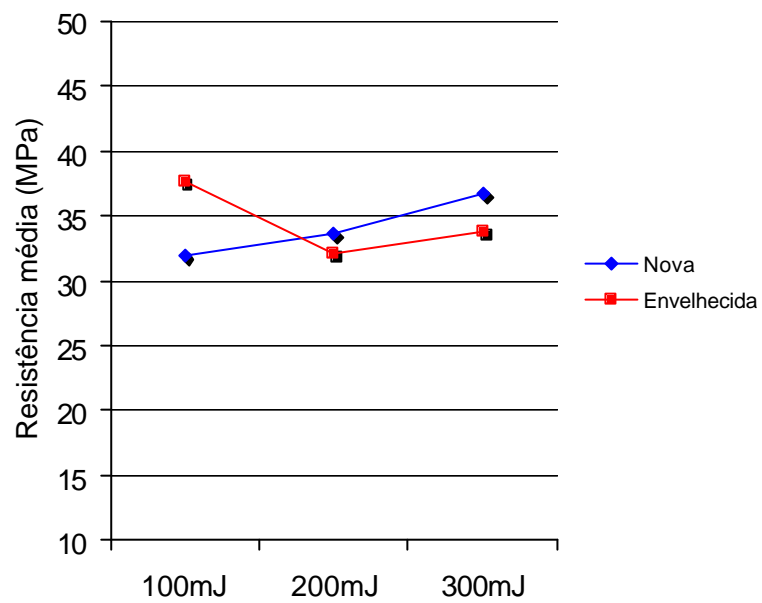


FIGURA A2: Representação gráfica das médias de resistência adesiva de acordo com o grupo e o tipo de resina (nova ou envelhecida) para os subgrupos ablacionados com laser de Er:YAG.

## Anexo B

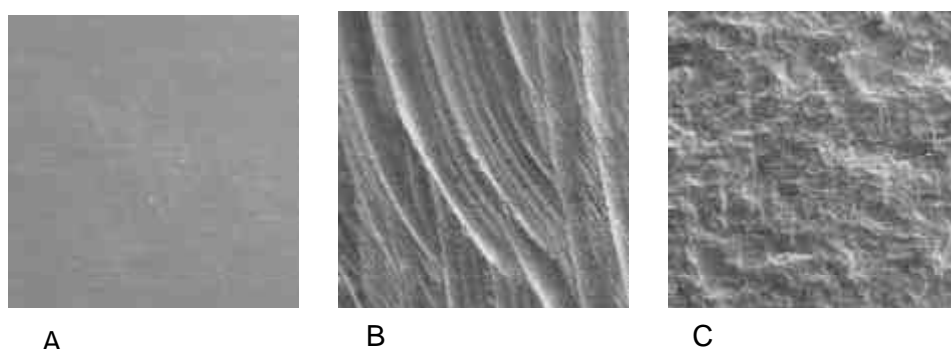


FIGURA B1: Microsuperfícies de resina composta Z100 resultantes de: A- ausência de tratamento mecânico; B- desgaste com ponta diamantada; C- jateamento com partículas de óxido de alumínio (MEV- 80X de aumento).

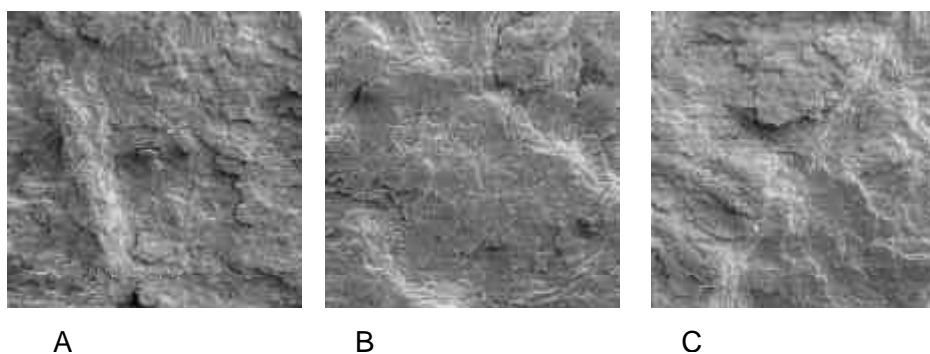


FIGURA B2: Microsuperfícies de resina composta Z100 resultantes da irradiação com laser de Er: YAG: A 100mJ; B- 200mJ; C- 300mJ (MEV – 80X de aumento).

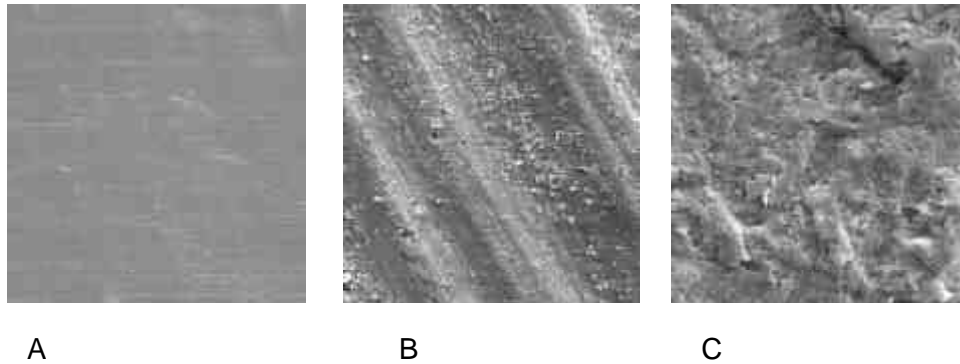


FIGURA B3: Microsuperfícies de resina composta Z100 resultantes de: A ausência de tratamento mecânico; B- desgaste com ponta diamantada; C- jateamento com partículas de óxido de alumínio (MEV-1000X de aumento).

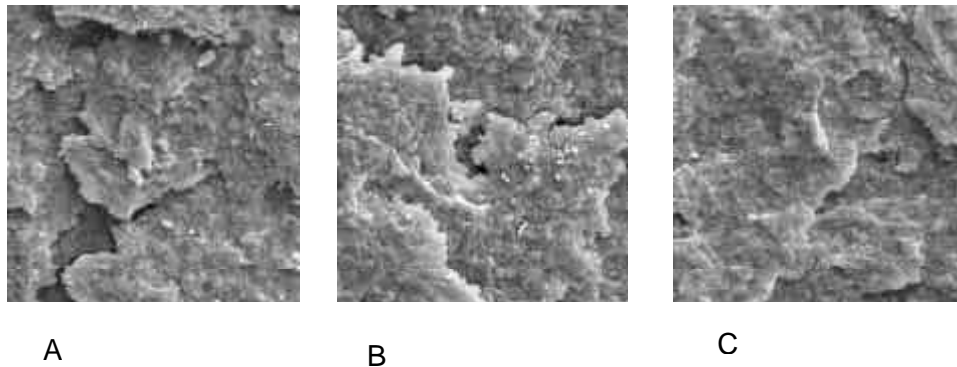


FIGURA B4: Microsuperfícies de resina composta Z100 resultantes da irradiação com laser de Er: YAG: A- 100mJ; B- 200mJ; C- 300mJ (MEV- 1000X de aumento).

# Anexo C

## Lista de Abreviaturas e Siglas

$\text{Al}_2\text{O}_3$  =óxido de alumínio (alumina)

$\text{Cm}^2$  = centímetros quadrados

$\text{Co}_2$  = dióxido de alumínio

$^\circ\text{C}$  = graus Celsius ou graus centígrados

E =energia

Er:YAG laser = érbio - ítrio – alumínio – granada

FDA = “ Food and Drugs Administration”

Hz = hertz (pulsos por segundo)

J = Joule (energia)

$\text{J}/\text{cm}^2$  = Joules por centímetro quadrado (densidade de energia)

MEV = Microscópio Eletrônico de Varredura

mJ = miliJoules

mm - milímetro

$\text{mm}^2$  = milímetro quadrado

---

mW = milliwatts

ms = milissegundo

nm = nanômetro

Seg. = segundo

UV = ultravioleta

$\lambda$  = comprimento de onda

W = watt (potência)

% - porcentagem

$\pi$  = "pi" (3,14)

$\mu$  = micron ou micra

$\mu\text{m}$  = micrômetro

$\mu\text{s}$  = microssegundo

---



---

---

GOIS, A. M. **Resistência adesiva de reparos em resina composta - Tratamento da superfície com ponta diamantada, jato de óxido de alumínio e laser de Er:YAG.** 2004. 144 f. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2004

## RESUMO

Este estudo avaliou a resistência adesiva de microtração em reparos de resinas compostas, novas e envelhecidas, após tratamento da superfície usando irradiação a laser de Er: YAG, ponta diamantada e abrasão a ar. 36 blocos de resina composta híbrida Z100 (3M) com 5mm de comprimento e 6 mm de lado foram confeccionados com auxílio de uma matriz. Metade desses blocos foram reparados após 24 horas, e a outra metade foi reparada após envelhecimento artificial com luz ultravioleta. Cada grupo foi subdividido em 6 subgrupos e as superfícies experimentais foram submetidas a diferentes tratamentos: (G1) desgaste com ponta diamantada; (G2) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 60 µm; (G3) ablação com laser de Er: YAG a um nível de energia de 100mJ; (G4) ablação com laser de Er:YAG a um nível de energia de 200mJ; (G5) ablação a laser de Er:YAG a um nível de energia de 300mJ; (G6) controle- ausência de tratamento de superfície. Após tratamento da superfície, o agente adesivo (Single Bond 3M)

---

---

foi aplicado e os blocos foram reparados com a resina composta Point4 (KERR). Reparados, os blocos foram seccionados em espécimes de 1.0 mm<sup>2</sup>. A resistência adesiva de microtração foi medida em uma máquina de teste universal MTS. No grupo que foi reparado 24 horas após, não houve diferença estatisticamente significativa na resistência adesiva interfacial entre os subgrupos. No grupo que foi envelhecido, os subgrupos G1 e G3 tiveram as maiores médias de resistência adesiva de reparo. Significativamente, os menores valores foram achados para os subgrupos G2 e G6. As médias da resistência adesiva de reparo foram estatisticamente similares para G3, G4 e G5. O exame em SEM indicou que a fratura adesiva foi o tipo predominante de falha. Os resultados desse estudo indicam que os maiores valores de resistência adesiva foram achados para o desgaste da superfície com ponta diamantada e a ablação da superfície com laser de ER:YAG a um nível de energia de 100mJ, introduzindo o laser como um interessante instrumento para reparo de resinas compostas.

Palavras-Chaves: resina composta; reparo; Er:YAG, resistência adesiva.

---

---

---

GOIS, A. M. **Bond strengths of composite repairs - Surface treatment with diamond burs, abrasion with aluminum oxide particles and Er:YAG laser. 2004.** 144 f. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2004.

#### ABSTRACT

This study assessed the microtensile bond strengths of composite repairs, new and aged, after surface treatments, using Er:YAG laser irradiation, diamond bur and air abrasion. 36 blocks of hybrid composite resin Z100 (3M) with 5.0 mm length and 6.0 mm of side were made in mold. Half of these blocks were repaired after 24 hr and the other half was aged in an artificial aging chamber with exposure to a total ultraviolet irradiation. Each group was then divided into six subgroups and the experimental surface was exposed to a different treatment: (G1) grinding with diamond burs; (G2) air-abraded with 60µm aluminum oxide particles; (G3) ablation with an Er: YAG laser under the energy level of 100 mJ; (G4) ablation with an Er: YAG laser under the energy level of 200 mJ; (G5) ablation with an Er: YAG laser under the energy level of 300 mJ; (G6) controle - with no surface treatment. After the resin treatment on the surface, the bonding agent (Single bond, 3M) was applied

---

---

and the blocks were repaired with the resin Point4 (Kerr) composite. Repaired, the blocks were sectioned into specimens (stick) of 1.0 mm<sup>2</sup>. Microtensile bond strength was measured in a universal testing machine MTS. The group repaired after 24 hours did not present statistically significant differences on interfacial bond strengths between the subgroups. On the aged group, the subgroups G1 and G3 presented the highest mean of repairing bond strength. Significant lower values were found for subgroups G2 and G6. The mean of repairing bond strength was statistically similar for G3, G4 and G5. SEM examination indicated that adhesive failure was the predominant mode of failure. The results of this study indicate that the highest bond values were achieved by grinding the surface with diamond burs and ablating the surface with an Er: YAG laser under the energy level of 100mJ, introducing the Er:YAG as an interesting tool for composite repairing.

Key words: composite resin; repair; Er: YAG, bond strengths.

---