



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Estudo comparativo da microinfiltração marginal em restaurações Classe V preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação com ou sem re-umedecimento – análise morfológica através de microscopia eletrônica de varredura e análise química por energia dispersiva de raios X

Gardenia Mascarenhas de Oliveira Zumaêta

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia com área de concentração em Clínica Odontológica.

Orientadora: Profª Dra. Rebeca Barroso Bezerra
Co-orientadora: Profª Rosane de F. Z. Lizarelli

Salvador
2000

Dedico a minha filha *Leticia* e a meu marido *Juca*, razões da minha vida e da minha vontade de buscar ser sempre uma pessoa melhor.

A meus pais amigos *Wilson* e *Waldete*, exemplos de amor, coragem e determinação.

“O tempo faz tudo valer a pena
E nem o erro é desperdício
Tudo cresce e o início
Deixa de ser início
E vai chegando ao meio
Aí começo a pensar que nada tem fim
Que nada tem fim”

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, pela vida maravilhosa e pela presença constante.

A *George, Carla e Fabricio* grandes irmãos, com os quais compartilho todos os momentos de minha vida.

À *Universidade Estadual de Feira de Santana*, pela possibilidade que me foi dada para afastar-me de minhas atividades de docência durante a realização do curso.

À *Universidade Federal da Bahia*, porto inicial da minha formação acadêmica, por ter sido mais uma vez acolhida.

Aos colegas de mestrado *Fernanda, Isabela, Elisângela, Patrícia, Kyria, José Augusto, Gabriela, Marcel, Iandira, Francisco e Iêda*, pela amizade sincera e pela agradável convivência, de uma turma que foi realmente, muito especial.

Aos professores da Faculdade de Odontologia da UFBA, *Odilon Rasquin, Sílvio Albergaria, Antônio Fernando Falcão, Antônio Pitta, Mariângela Mattos, Marcos Alan Bittencourt, Fernanda Catharino, Telma Martins, Roberto Paulo, Fátima MalVar e Isabel Rubira*, pela amizade e pela grande contribuição para minha formação profissional.

À incansável amiga e orientadora *Rosane Lizarelli*, sem a qual não teria sido possível a realização da parte experimental deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

À minha orientadora *Rebeca Bezerra*, pela disponibilidade e pelo compromisso.

Ao Grupo de Óptica do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo em especial ao *Profº Dr. Vanderlei Salvador Bagnato*, por ter permitido a utilização das instalações do instituto para a realização da parte experimental deste trabalho.

À equipe do *Núcleo Integrado de Laser em Odontologia (NILLO)*, pela oportunidade que tive para aprender e dar os primeiros passos na área de Laserterapia.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara (UNESP) particularmente ao *Profº Dr. Sizenando de Toledo Porto Neto* e ao *Sr. Cláudio Tita*, pela disponibilidade e presteza na realização da termociclagem das amostras.

A *Dra. Cristina Kurachi*, *Dra. Cristina Castilho*, *Dr. Heraldo Gallo*, *Sr. José Luiz Lizarelli*, *Sr. Cássio Dominicucci*, e *Sra. Rosana Cypriano*, pela participação efetiva na parte experimental deste trabalho.

Ao *Profº Dr. Geraldo Maia Campos* e a *Sra. Patrícia Espinheira*, pelo auxílio na interpretação dos dados estatísticos apresentados neste estudo.

A *Fabrizio Mascarenhas de Oliveira*, pelas sugestões na parte escrita deste trabalho.

A *George Mascarenhas de Oliveira*, pela colaboração na tradução dos artigos.

Ao grande amigo de sempre *Sája*, por seu compromisso com a verdade, pelo carinho e pela palavra.

To *Dr. Tatjana Dostálová* for her attention and kindness.

A *José Luiz, Marina, Renata e Rogério Lizarelli*, pela amizade e pelos excelentes momentos quando da minha estada em Ribeirão Preto, meus sinceros agradecimentos.

Ao *Cel. Eduardo Ribeiro*, chefe da Odontoclínica do Hospital Geral de Salvador, por compreender minha ausência durante a realização do curso.

Aos *Cirurgiões-Dentistas* da Odontoclínica, pelos ensinamentos diários de disciplina, companheirismo, humildade e paciência.

Ao *Dr. Fernando Bastos Júnior* e ao *Dr. Pedro Aurélio Martins Tôres*, pela valorosa colaboração na realização das cirurgias dos 3^{os} molares usados neste estudo.

À *Raimunda Zamerin, Nelci, Senhorinha, Hermínia e Iraildes*, pela colaboração no armazenamento das amostras usadas neste estudo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE ABREVIATURAS	
RESUMO	
1.0 INTRODUÇÃO	13
2.0 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 MICROINFILTRAÇÃO E ADESÃO	18
2.2 LASER	50
3.0 PROPOSIÇÃO	87
4.0 MATERIAL E MÉTODOS	88
4.1 SELEÇÃO DOS DENTES	88
4.2 DIVISÃO DOS GRUPOS PARA O TESTE DE MICROINFILTRAÇÃO	89
4.2.1 Grupo I	89
4.2.2 Grupo II	92
4.2.3 Grupo III	93
4.2.4 Grupo IV	95
4.2.5 Grupo V	97
4.2.6 Grupo VI	98
4.2.7 Grupo VII	99
4.2.8 Grupo VIII	101
4.2.9 Grupo IX	102
4.3 PREPARO DOS DENTES PARA O TESTE DE MICROINFILTRAÇÃO	104
4.4 PREPARO DOS DENTES PARA A ANÁLISE MORFOLÓGICA DE ES - MALTE E DENTINA POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARRE - DURA E ANÁLISE QUÍMICA DE <i>Ca</i> E <i>P</i> POR ENERGIA DISPERSIVA DE RAIOS X (EDX)	108
4.4.1 Grupo A	109
4.4.2 Grupo B	110
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	113
5.1 MICROINFILTRAÇÃO	113
5.2 ANÁLISE MORFOLÓGICA DE ESMALTE E DENTINA POR MICROSCO - PIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	147
5.3 ANÁLISE QUÍMICA DE <i>Ca</i> E <i>P</i> POR ENERGIA DISPERSIVA DE RAIOS X (EDX)	147
6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	158
7.0 CONCLUSÕES	166
8.0 ANEXOS	168
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	171
ABSTRACT	

LISTA DE FIGURAS

<p>Figura 1 – Microscopia eletrônica de varredura da morfologia do esmalte preparado com alta rotação com aumento de 3000X onde se observa a presença de detritos ocluindo parcialmente os cristais.....</p>	163
<p>Figura 2 – Microscopia eletrônica de varredura da morfologia do esmalte irradiado com laser de Er:YAG com aumento de 3000X onde é possível observar a integridade dos cristais com distinto padrão de superfície</p>	163
<p>Figura 3 – Microscopia eletrônica de varredura da morfologia de uma amostra do grupo B onde se observa duas cavidades irradiadas com laser de Er:YAG com término do preparo em esmalte (cavidade superior) e em dentina (cavidade inferior) com aumento de 1000X.....</p>	164
<p>Figura 4 - Microscopia eletrônica de varredura da morfologia da dentina preparada com alta rotação com aumento de 3000X onde se observa a superfície totalmente coberta por <i>smear layer</i>.....</p>	164
<p>Figura 5 – Microscopia eletrônica de varredura da morfologia da dentina irradiada com laser de Er:YAG com aumento de 3000X onde se observa túbulos dentinários abertos e uma pequena quantidade de <i>smear layer</i></p>	165
<p>Figura 6 - Microscopia eletrônica de varredura da dentina irradiada com laser de Er:YAG com aumento de 20000X com destaque para um túbulo dentinário aberto</p>	165

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Resultados da moda entre os três examinadores dos escores atribuídos para cada amostra.....	113
TABELA 2 - Resultados dos grupos em relação aos tipos de tratamento e paredes oclusais e cervicais.....	116
TABELA 3 - Resultado da comparação entre as médias dos postos das amostras.....	118
TABELA 4 – Resultados do teste de Mann-Whitney para as paredes oclusais e cervicais	119
TABELA 5 - Resultados da comparação entre as médias dos postos das amostras oclusais	120
TABELA 6 - Resultados da comparação entre as médias dos postos das amostras cervicais	121
TABELA 7 - Escores médios de microinfiltração dos grupos I a IX.....	123
TABELA 8- Resultados da porcentagem em peso no esmalte para os grupos A (alta rotação) e B (laser de Er:YAG) obtidos pela leitura através do analisador de energia dispersiva espectroscópica	154
TABELA 9 – Resultados da comparação entre a soma dos postos das amostras do esmalte em porcentagem em peso.....	154
TABELA 10 – Resultados da porcentagem em peso na dentina para os grupos A (alta rotação) e B (laser de Er:YAG) obtidos pela leitura através do analisador de energia dispersiva espectroscópica	155
TABELA 11 – Resultados da comparação entre a soma dos postos das amostras da dentina em porcentagem em peso.....	155

TABELA 12 - Resultados da porcentagem em número de átomos no esmalte para os grupos A (alta rotação) e B (laser de Er:YAG) obtidos pela leitura através do analisador de energia dispersiva espectroscópica	156
TABELA 13 - Resultados da comparação entre a soma dos postos das amostras do esmalte em número de átomos.....	156
TABELA 14 - Resultados da porcentagem em número de átomos na dentina para os grupos A (alta rotação) e B (laser de Er:YAG) obtidos pela leitura através do analisador de energia dispersiva espectroscópica	157
TABELA 15 – Resultados da comparação entre a soma dos postos das amostras da dentina em número de átomos.....	157

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA – análise de variância
 Bis-GMA – bisfenol A glicidil metacrilato
 CO₂ – dióxido de carbono
 Ca – cálcio
 Er:YAG – Erbío: Ítrio - Alumínio- Granada
 EDX – energia dispersiva de raios X
 GI- grupo I
 GII – grupo II
 GIII – grupo III
 GIV – grupo IV
 GV – grupo V
 GVI – grupo VI
 GVII – grupo VII
 GVIII – grupo VIII
 GIX – grupo IX
 HEMA – 2- hidroxietil metacrilato
 LASER – Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Luz Amplificada por Emissão Estimulada de Radiação)
 MPa – Mega Pascal (unidade de força)
 MEV – microscopia eletrônica de varredura
 Nd:YAG – Neodímio: Ítrio –Alumínio – Granada
 ns – não significante
 P – fósforo
 s- significante
 SBMP – Scotchbond Multi-Purpose
 SB – Single Bond

4-META – 4 metacriloxietil trimelitato anidrido
 cm – centímetro
 mw - miliwatt
 μm – micrometro
 nm – nanometro
 mm- milímetro
 μs – microssegundo
 °C – grau Celsius
 mJ- milijoule (milésima parte do joule)
 mJ/P – milijoule por pulso
 J – joule (unidade de energia)
 J/cm² – joule / centímetro quadrado
 Kg - kilograma
 W- watt (unidade de energia igual a 1 joule por segundo)
 Hz – hertz (ciclos por segundo)

RESUMO

O propósito deste estudo *in vitro* foi avaliar a microinfiltração marginal de cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação (AR) frente ao uso de substâncias re-umedecedoras (*primer* - p ou água destilada - AD), utilizando-se ou não o condicionamento ácido (CA). Este estudo propõe-se ainda a realizar a análise morfológica do esmalte e dentina através de microscopia eletrônica de varredura e análise química de Ca e P por energia dispersiva de raios X. Para o estudo da microinfiltração foram utilizados 51 terceiros molares divididos em 09 grupos: grupo I (AR + CA); grupo II (AR + CA + p); grupo III (AR + CA + AD); grupo IV (Er:YAG + CA); grupo V (Er:YAG + CA + p); grupo VI (Er:YAG + CA + AD); grupo VII (Er:YAG); grupo VIII (Er:YAG + p) e grupo IX (Er:YAG + AD). Para a análise morfológica e química foram utilizados 06 terceiros molares divididos em dois grupos: grupo A (AR) e grupo B (Er:YAG). Foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney para o estudo da microinfiltração e de Friedmann para a análise morfológica e química. Os resultados da comparação entre as cavidades preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação mostraram que o re-umedecimento, com *primer* ou com água destilada, melhoraram o desempenho frente à microinfiltração marginal, quando utilizou-se o condicionamento ácido. A ausência de re-umedecimento mostrou diferenças estatisticamente significativas entre as duas condições experimentais com maior nível médio de microinfiltração marginal para o grupo preparado com laser. Em cavidades preparadas com laser de Er:YAG, na ausência do agente condicionador, o *primer* deve ser usado, preferencialmente à água destilada, com o propósito de diminuir a microinfiltração marginal. A análise morfológica do esmalte preparado com alta rotação apresentou aspecto de polido com a presença de detritos, enquanto a dentina apresentou-se com túbulos ocluídos e presença de *smear layer*. O esmalte preparado com laser de Er:YAG mostrou cristais desobstruídos e margens cavitárias em camadas, enquanto a dentina apresentou túbulos dentinários parcialmente abertos e com uma pequena quantidade de *smear layer*. Não foram observadas áreas de fusão ou carbonização sugestivas de aumentos indesejáveis de temperatura. Não foram encontradas diferenças significativas na proporção entre Ca/P no esmalte e na dentina, tanto no grupo A quanto no grupo B.

1.0 INTRODUÇÃO

Desde o primeiro trabalho de BUONOCORE em 1955, até a atualidade, as pesquisas têm consagrado o uso do condicionamento ácido, tanto do esmalte quanto da dentina, com o propósito de aumentar a adesividade de materiais restauradores à estrutura dental e, com isso, diminuir os níveis de microinfiltração marginal provenientes da contração de polimerização da resina composta. A penetração de materiais resinosos nas porosidades criadas pelo condicionamento ácido do esmalte tem apresentado resultados bastante eficientes no que diz respeito aos baixos graus de microinfiltração. O arranjo regular dos cristais de hidroxiapatita provêm um incremento das rugosidades microscópicas, através da remoção dos cristais minerais prismáticos e interprismáticos, aumentando a superfície reativa, produzindo uma infiltração adequada do monômero na superfície condicionada. O arranjo estrutural da dentina é disposto de forma aleatória, em uma matriz orgânica, que consiste primariamente de colágeno e, este arranjo, dificulta o processo de adesão, o qual não ocorre de forma tão eficiente e previsível quanto no esmalte.

Para a obtenção de melhores padrões de adesão dentinária, vários estudos têm sido realizados, tanto se utilizando as técnicas convencionais de preparos cavitários com alta rotação, quanto as técnicas de aplicação do laser de Er:YAG. Dentro dessa perspectiva, o estabelecimento de concentrações adequadas de agentes condicionadores, em tempos específicos, a utilização da técnica de adesividade úmida, o desenvolvimento e aplicação clínica de sistemas adesivos hidrófilos de alta fluidez e baixa viscosidade, capazes de criar a camada híbrida, importantíssima no processo de adesão, tem sido freqüentemente debatidos.

A adesão da resina à dentina condicionada depende da apreensão do monômero, dentro dos espaços interfibrilares, previamente ocupados por cristais minerais de apatita. Sabe-se que a durabilidade da adesão dependerá do quanto ou de como a resina infiltrou nestes espaços e se as fibras colágenas expostas foram envolvidas pela resina de uma forma efetiva. A qualidade da rede de colágeno proveniente do condicionamento ácido tem relação direta com a condição de umidade do substrato dentinário. Os resultados de estudos de microinfiltração, utilizando-se a técnica de adesividade úmida, têm comprovado esta assertiva, pois se observa uma excelente permeabilidade inter e intratubular com infiltração adequada da resina quando a rede de fibras colágenas é mantida úmida previamente à aplicação do sistema adesivo TAY; GWINNETT; WEY (1996b), TAY; GWINNETT; WEY (1997). O baixo umedecimento de superfície é acompanhado da formação de fendas nas interfaces, tendo como consequência, uma diminuição na adesão devido às concentrações localizadas de *stress* nestas regiões de descontinuidades.

O umedecimento e a modificação da superfície dental pelos *primers* deve-se ao fato de essa substância apresentar, em sua composição, um grupo hidrófilo, com afinidade com a dentina, e um grupo hidrófobo, com afinidade com a resina. A partir da remoção dos cristais de hidroxiapatita da dentina inter e peritubular, provenientes do condicionamento ácido, ocorre a exposição da rede de fibras colágenas e dos túbulos dentinários. O *primer* hidrófilo, contendo um polímero bifuncional em uma solução de acetona, etanol ou água, após ser aplicado, difunde-se entre as fibras de colágeno expostas, encapsulando-as por meio da molécula bifuncional, enquanto o veículo reage com a água presente no colágeno, volatilizando-a. A resina adesiva sem carga, penetra por sua vez na dentina preparada e copolimeriza-se com o *primer* formando uma região de interdifusão entre o colágeno e a resina, denominada

camada híbrida, caracterizando os adesivos de quarta geração. Recentemente, justificados pelos passos a serem seguidos pelos adesivos de quarta geração, a fim de obter-se um selamento dentinário eficaz, foi colocado no mercado odontológico um adesivo de quarta geração simplificado, no qual, o *primer* e adesivo estão juntos em um mesmo recipiente (*one-bottle system*). Estes sistemas adesivos foram desenvolvidos, portanto, para serem aplicados em superfícies dentinárias preparadas com alta rotação e mantidas umedecidas após a realização do condicionamento ácido.

A partir do primeiro estudo utilizando-se o laser de Er:YAG nos tecidos duros dentais, realizado por HIBST ; KELLER (1988), uma série de experimentos vem procurando demonstrar sua efetividade na ablação do esmalte e da dentina, bem como seu desempenho, frente à aplicação dos sistemas adesivos hidrófilos, comparando-se os resultados com os obtidos nas restaurações preparadas com alta rotação. Estudos têm demonstrado que cavidades preparadas com o laser de Er:YAG apresentam um desempenho frente aos testes de microinfiltração, similar às cavidades preparadas com alta rotação, desde que o condicionamento ácido total tenha sido realizado em ambas as técnicas. Embora a estrutura dentinária resultante da irradiação com laser de Er:YAG apresente-se, em microscopia eletrônica de varredura, morfológicamente semelhante à dentina preparada com alta rotação e condicionada com ácido fosfórico a 35 %, os níveis de microinfiltração associados às duas condições experimentais, têm apresentado valores maiores para os espécimes irradiados com laser, nos quais, o condicionamento com ácido fosfórico não tenha sido realizado (ZEZELL et al. 1997; RAMOS, 1998). Alguns questionamentos são pertinentes a essas diferenças de desempenho frente à microinfiltração: a ausência do condicionamento seria o fator responsável pelo desempenho insatisfatório dos

espécimes preparados com laser de Er:YAG? os estudos de WRIGHT; MCCONNEL; KELLER (1993) e RAMOS et al.(1996) não mostraram diferenças significativas entre espécimes preparados com laser de Er:YAG e condicionados com o próprio laser e espécimes preparados com alta rotação, utilizando-se o condicionamento com ácido fosfórico a 35%, previamente à aplicação do adesivo. Os últimos autores inclusive afirmaram em seu estudo que, no grupo preparado e condicionado com laser, os valores de microinfiltração foram mais baixos e os resultados foram mais homogêneos entre as amostras. Um outro ponto de discussão para este desempenho insatisfatório do laser de Er:YAG, frente aos testes de microinfiltração, poderia ser atribuído ao fato de o laser de Er:YAG remover água durante o processo de ablação, devido a seu comprimento de onda de 2940 nm, o qual, coincide com o pico máximo de absorção de água. Sabe-se que, no processo de ablação, o laser de Er:YAG é absorvido pela água, e o vapor produzido pela energia do laser gera uma pressão interna com microexplosões e conseqüente ejeção do substrato em forma de partículas microscópicas. A maior parte da energia é consumida no processo de ablação e apenas uma fração resulta em aquecimento dos tecidos remanescentes, podendo ser esta uma razão para os mínimos danos térmicos causados aos tecidos (HIBST; KELLER, 1988; KELLER; HIBST, 1989; KAYANO, 1991; VICKERS et al., 1992; KELLER et al., 1998). Portanto, presume-se que, durante o processo de ablação, a superfície dentinária resultante do preparo com laser de Er:YAG, tornaria-se menos hidratada e, conseqüentemente, inadequada para a atuação efetiva dos sistemas adesivos atuais, que são, na sua essência, hidrófilos.

Diante desses aspectos, é válido analisar *in vitro*, os níveis de microinfiltração em restaurações Classe V, preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação, frente ao uso de substâncias re-umedecedoras (*primer* ou água destilada), utilizando-

se ou não o condicionamento ácido. Este estudo propõe-se ainda a realizar a análise morfológica de esmalte e dentina através de microscopia eletrônica de varredura, com o propósito de se observar as diferenças existentes entre os padrões de superfície originários do preparo cavitário com laser de Er:YAG e com alta rotação. Os padrões de superfície serão analisados através de energia dispersiva de raios X, para verificar a proporção atômica dos elementos cálcio e fósforo.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MICROINFILTRAÇÃO E ADESÃO

BUONOCORE (1955) procurando aumentar a adesão de materiais acrílicos utilizados para a realização de restaurações, observou que as superfícies de esmalte poderiam ser alteradas com o auxílio de um ácido oxálico e um ácido fosfórico a 85%. Explicou que este tratamento, além de simples e prático, provia melhores resultados e sugeriu que fosse aplicado para o selamento de fósulas e fissuras, previamente à aplicação da resina acrílica. De acordo com o autor, para a obtenção da adesão entre o material e a estrutura dental algumas possibilidades devem ser exploradas. Estas incluem o desenvolvimento de materiais resinosos que tenham propriedades adesivas, a modificação dos materiais existentes tornando-os adesivos, o uso de materiais adesivos cobrindo a interface dente/restauração e a alteração da superfície dental através de tratamento químico para produzir uma nova superfície mais favorável à adesão.

BOUNOCORE; WILEMAN; BRUDEVOLD (1956) observaram que um material à base de resina acrílica adesiva poderia aderir à superfície dentinária, sendo que a quantidade de adesão poderia ser duplicada se realizado um condicionamento prévio desta superfície antes da aplicação do material resinoso. Atestaram ainda, que a imersão em água diminuía a resistência à união sem, contudo eliminá-la e que as diferenças entre força adesiva e longevidade dos materiais poderiam estar relacionadas às particularidades existentes em suas propriedades físicas e químicas.

Em 1965 BOWEN sintetizou um co-monômero de superfície ativa que foi a base para o primeiro agente de união à dentina disponível comercialmente, o N-

fenilglicine glicidil metacrilato (NPG-GMA) que teria a propriedade de quelar o cálcio da superfície dentária e mediar a resistência à água numa suposta adesão química da resina ao cálcio presente na dentina.

BUONOCORE et al. (1968), investigando a penetração de resinas e adesivos na superfície de esmalte, condicionado ou não com ácido fosfórico a 50% contendo 7% de óxido de zinco por peso, durante 1 minuto, verificaram que as superfícies condicionadas com ácido fosfórico podiam estar associadas à presença de *tags* (projeções resinosas), presumivelmente formados pela penetração da resina nas porosidades criadas no esmalte pelo condicionamento ácido. De acordo com os autores quando as superfícies não foram condicionadas previamente à aplicação dos materiais, o resultado foi uma fraca adesão e a ausência de *tags*.

Em 1982 NAKABAYASHI; KOJIMA; MASUHARA sugerem um *primer* composto de uma molécula denominada 4-metacriloxietil trimelitato anidrido (4-META), com um grupo funcional hidrófilo, que teria afinidade com a dentina, e um grupo funcional hidrófobo (metacrilato) que teria afinidade com a resina.

O efeito da termociclagem na microinfiltração e na fratura da adesão de dentes restaurados com resina composta foi estudado por EAKLE (1986). Um total de 45 pré-molares superior foram marcados e separados por pares, preparados, condicionados com ácido fosfórico a 37% em esmalte e dentina, seguidos da aplicação do agente de união, e restaurados com resina composta para posteriores. Um membro de cada par foi escolhido de forma aleatória para constituir o grupo controle e o outro para constituir o grupo teste. Os grupos foram imersos em banho com temperatura de ciclagem de 5 °C e 55 °C. Após este procedimento ambos os grupos foram imersos em solução de nitrato de prata e em seguida foram preparados para o teste de fratura. Concluída a leitura das forças necessárias para realizar a

fratura, as superfícies foram examinadas em microscópio óptico para observar sinais de microinfiltração nas restaurações. Uma significativa diminuição na força necessária para fraturar as restaurações foi observada no grupo teste em comparação ao grupo controle e uma extensa microinfiltração foi observada em ambos os grupos. Os resultados da pesquisa sugerem que a contração de polimerização da resina composta pode produzir significativa microinfiltração mesmo antes de realizar a termociclagem nos dentes.

Em 1988 com o surgimento mundial de um novo agente adesivo (*primer*), que consistia de ácidos fracos capazes de realizar uma pequena desmineralização da dentina, removendo parcialmente a *smear layer* (esfregação dentinário formado por todo material que é depositado sobre a dentina durante o preparo cavitário capaz de ocluir parcialmente os túbulos, que tem espessura de 1 a 5 μm), houve um destaque maior na necessidade de realizar um tratamento na dentina para melhorar a adesão. As investigações de PINTADO; DOUGLAS resultaram em uma performance superior do adesivo Scotchbond 2 em relação ao Scotchbond, no que diz respeito à microinfiltração marginal, fato este atribuído à presença do *primer*.

PORTO NETO (1990) avaliou a microinfiltração marginal em cavidades Classe V, restauradas com sete sistemas adesivos, observando-se as paredes cervical e oclusal e o tipo de material empregado. Os preparos foram padronizados e os sistemas restauradores utilizados foram: Herculite/Bondlite, Ful Fil/PUB, Estilix Posterior/ Dentin Adhesive, P30/ScotchBond, P50/ScotchBond 2, Chelon Fill e Chelon Silver. Após a realização dos procedimentos restauradores, acabamento e polimento, os corpos-de-prova foram submetidos à termociclagem. O corante utilizado foi o Rodamina B a 0,2 % e após imersão em corante os espécimes foram analisados em lupa estereoscópica para verificar os graus de penetração do corante,

estabelecendo-se com isso os níveis de microinfiltração marginal. O autor observou que nenhum material foi capaz de prevenir totalmente a microinfiltração nas paredes cervicais, embora todos os materiais testados tenham apresentado o mesmo comportamento frente a microinfiltração, quando obsevou-se as paredes oclusais. O melhor comportamento obtido nas paredes cervicais foi para o sistema P50/ ScotchBond 2 e os piores para os sistemas Ful Fil/PUB e Herculite/Bindlite.

Em 1992 YU et al. analisaram a origem e a progressão da microinfiltração em restaurações nas quais a *smear layer* tenha sido mantida abaixo do agente adesivo dentinário. Para esta avaliação foram utilizados 8 dentes humanos extraídos, nos quais foram preparadas, nas superfícies vestibular e lingual, cavidades Classe V, com margens oclusal em esmalte e gengival em cimento. Após os preparos cavitários as cavidades foram restauradas com Prisma Universal Bond/Prisma Micro Fine de acordo com as recomendações do fabricante e após o acabamento e polimento os corpos-de-prova foram submetidos à ciclagem térmica. O corante utilizado foi o nitrato de prata, nos tempos de 30, 60, 90 e 120 minutos, sendo dois espécimes para cada um dos 4 tempos. Após este procedimento, os corpos-de-prova foram preparados para microscopia óptica, microscopia eletrônica de varredura e análise química por energia dispersiva de raios X (EDX). Os autores observaram que a microinfiltração ocorreu apenas nas paredes cervicais, quando o término do preparo encontrava-se em dentina ou cimento. Observou-se que houve variação na microinfiltração em função dos diferentes tempos de imersão em nitrato de prata. Os espécimes imersos em 120 minutos apresentaram uma maior microinfiltração nas margens de cimento do que os imersos por 30 minutos. A análise por EDX revelou a presença de *smear layer* por mapeamento de cálcio e fósforo presentes no

componente da hidroxiapatita. A observação em microscopia eletrônica de varredura revelou uma fenda entre a estrutura dental e a restauração.

De acordo com PASHLEY (1992) o condicionamento ácido da dentina é usado por muitos sistemas adesivos para remover a *smear layer* e permitir a adesão diretamente na matriz dentinária. Em função do condicionamento ácido aumentar a permeabilidade e o umedecimento da dentina, o sucesso para a adesão dentinária dependerá da utilização de resinas hidrófilas capazes de aderir tanto à dentina peritubular quanto a intratubular. Segundo o autor, o maior problema é a possibilidade de desnaturação e enfraquecimento da matriz de colágeno com subsequente interferência na infiltração da resina.

BAIER (1992) sobre os princípios que regem a adesão, afirmou que o entendimento do fenômeno interfacial tem relação direta e benefícios práticos na utilização de adesivos dentinários. De acordo com o autor, os materiais de alta energia incluem os sólidos que são muito duros, tem alto ponto de fusão, força intramolecular forte e, basicamente, estruturas cristalinas como o esmalte. Materiais de baixa energia como o colágeno da dentina, filme salivar, e as resinas orgânicas dos materiais restauradores, são macios, de baixo ponto de fusão, força intermolecular fraca e baixa cristalinidade. O fenômeno de adesão se torna evidente, segundo o autor, que para se obter ótima difusão e adesão sobre uma superfície de alta energia, é essencial manter a interface o mais livre possível de radicais orgânicos de baixa energia. O umedecimento e a modificação da superfície dental pelos *primers*, misturando-se com a água e adsorvendo o filme proteináceo, tem correlação direta na melhora da infiltração do material e ancoramento da resina composta, uma vez que um baixo umedecimento de superfície está seguido da formação de fendas ou bolsas de material estranho nas interfaces. Nestes casos, a adesão se torna

rapidamente reduzida devido a concentrações localizadas de *stress* nestas regiões de descontinuidades.

NAKABAYASHI; WATANABE; GENDUSA (1992) investigando a adesão à dentina de uma resina modificada, descreveram um aumento da força adesiva nos espécimes tratados com *primer* contendo HEMA, revelando através de microscopia eletrônica de varredura a formação de uma zona transicional entre a resina e a dentina (camada híbrida). O monômero adesivo envolveu as fibras colágenas expostas criando a camada híbrida, essencial para aumentar, de forma significativa, a força adesiva.

No mesmo ano NAKABAYASHI; TAKARADA investigaram a efetividade do tratamento de uma superfície dentinária com HEMA, previamente à aplicação do sistema adesivo e detectaram um aumento da força adesiva, a qual foi dependente do tempo de aplicação da solução. Através da microscopia eletrônica de varredura a camada híbrida foi observada com o total envolvimento das fibras colágenas. Os autores concluíram que o HEMA aplicado no substrato dentinário aumenta a difusão do monômero e o envolvimento das fibras colágenas, facilitando a formação da camada híbrida.

WIECZKOWSKI et al. (1992) realizaram um estudo para comparar a extensão da infiltração marginal utilizando 4 sistemas adesivos: Prisma Universal Bond 3/Micro-Fine, XR-Bond/Herculite, Scotchbond 2/Silux e Tenure/Perfection. Para essa avaliação, 20 dentes humanos recém-extraídos foram utilizados e, as restaurações Classe V foram realizadas nas superfícies vestibular e lingual. Após a realização da termociclagem os espécimes foram imersos em uma solução de nitrato de prata e foram preparados para avaliação em microscopia óptica. Foram selecionados alguns espécimes para observação em microscopia eletrônica de

varredura e para análise através de energia dispersiva de raios X (EDX). De acordo com os autores a utilização do nitrato de prata proporciona uma melhor visão da infiltração marginal principalmente quando associado à microscopia eletrônica de varredura e EDX, por ser possível a nítida observação da localização e extensão da microinfiltração. Os autores recomendaram que a *smear layer* deva ser condicionada antes da aplicação do agente adesivo para promover melhores resultados frente a microinfiltração marginal.

O propósito do estudo de BOUVIER et al. (1993) foi analisar o desempenho de dois sistemas adesivos de terceira e quarta gerações no que diz respeito às suas propriedades adesivas. Secções vestibulares de terceiros molares recém-extraídos foram embebidas em resina acrílica quimicamente ativada e foram cortadas para expor a superfície dentinária. Para se obter uma superfície dentinária polida e perfeitamente perpendicular às forças de tensão foi estabelecido um protocolo e os diferentes produtos dos dois sistemas adesivos (Scotchbond 2 e Scotchbond Multi-Purpose) foram aplicados de acordo com as recomendações do fabricante. Cinco superfícies foram tratadas com ScotchPrep, uma solução aquosa de ácido maleico e um monômero metacrilato hidrófilo (HEMA). Cinco superfícies foram tratadas com o agente condicionador Multi-Purpose, uma solução aquosa contendo ácido maleico a 10 %, a qual permitia que o esmalte e a dentina fossem tratados simultaneamente. Cinco superfícies foram tratadas com o agente condicionador Multi-Purpose e com o *primer* Multi-Purpose, uma solução aquosa de HEMA e um copolímero polialquenoíde ácido. As amostras eram colocadas em metalizadora de ouro e as observações eram realizadas em microscopia eletrônica de varredura para detectar a natureza das modificações da dentina e da *smear layer*. Para a realização dos testes de tração 12 amostras foram preparadas com Scotchbond 2 e 12 com Scotchbond

Multi-Purpose, seguindo-se as recomendações do fabricante. As restaurações eram realizadas com resina fotopolimerizável (P50 – 3M) e, antes da polimerização, um pino era introduzido para que pudesse posteriormente ser adaptado ao equipamento usado para os testes de força de adesão. Após a realização desse teste, as superfícies fraturadas eram observadas em microscopia eletrônica de varredura. Quatro amostras, preparadas com dentes do mesmo paciente, 2 com Scotchbond 2 e 2 com Scotchbond Multi-Purpose, foram selecionadas para exame em microscopia eletrônica de varredura, para observação da interface resina/dentina. Os resultados deste estudo demonstraram que as forças de resistência à tração das amostras preparadas com os sistemas de quarta geração (Scotchbond Multi-Purpose) foram significativamente maiores que as obtidas usando o sistema de terceira geração (Scotchbond 2), podendo-se concluir que, *in vitro*, os sistemas de quarta geração provêm uma melhor adesão à dentina do que os sistemas de terceira geração.

GWINNETT em 1993 testou quantitativamente o papel da penetração da resina na adesão à dentina. Quatro grupos contendo 10 molares recém-extraídos foram selecionados. Trinta dentes foram seccionados no terço médio e a superfície dentinária foi polida com lixas apropriadas. O grupo 1 consistia de dentes nos quais a *smear layer* era mantida intacta. No grupo 2 foi realizada uma abrasão através de um sistema de ar/água com jato de bicarbonato. O grupo 3 consistia de dentes nos quais a superfície dentinária era condicionada com ácido fosfórico a 10 % em gel por 20 segundos. O grupo 4 consistia de dentes que eram fraturados no mesmo plano da secção feita anteriormente no terço médio. A técnica de adesão molhada foi usada, na qual a superfície dentinária foi suavemente secada antes da aplicação do *primer* All Bond 2. A aplicação foi feita através de múltiplos pincéis com o propósito de obter-se um filme brilhante de resina na superfície, e em seguida foi suavemente seca com ar por

10 segundos. As amostras foram preparadas para realização do teste de resistência adesiva, os dados foram registrados em gráficos e os valores das forças convertidos em MPa. Amostras adicionais foram feitas para demonstrar as características topográficas das superfícies tratadas e as características morfológicas da interface da resina exposta ao tratamento com ácido fosfórico a 10 % por 5 segundos. As observações foram conduzidas usando microscopia eletrônica de varredura. Os valores em MPa foram de 10,24 para o grupo 1, 20,37 para o grupo 2, 32,68 para o grupo 3 e 26,77 para o grupo 4, analisados através de ANOVA e Teste *t* com diferença estatisticamente significante de 5 %. Desde que a penetração da resina foi encontrada de forma apreciável nos túbulos dentinários do grupo 4 e na dentina tubular e intertubular do grupo 3, concluiu-se que a infiltração da resina pode contribuir com aproximadamente um terço da força de resistência ao cisalhamento do total do sistema condicionado.

BARNES et al. (1993) realizaram um estudo *in vivo* e *in vitro* de microinfiltração em restaurações Classes V, preparadas nas superfícies vestibulares e linguais, utilizando os sistemas adesivos Prisma Universal Bond 2 e 3. Na técnica *in vivo* os dentes foram extraídos aproximadamente seis semanas após a realização das restaurações. As amostras *in vitro* foram termocicladas em 540 ciclos em temperaturas de 5°C e 55°C e posteriormente imersos em nitrato de prata, seccionados e classificados de acordo com os escores estabelecidos neste estudo para a microinfiltração. Os resultados apresentados não mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os dois adesivos testados. No entanto, ao comparar-se as duas técnicas, demonstrou-se que a técnica *in vitro* apresentou um maior nível de microinfiltração marginal, levando a crer que os testes laboratoriais de

microinfiltração podem promover uma maior microinfiltração do que se observa clinicamente.

CHAN; SWIFT JR. (1994) avaliaram o selamento marginal de uma nova geração de agentes de adesão (All Bond 2, Gluma 2000 e Scotchbond Multi-Purpose). Para este procedimento 40 molares humanos foram selecionados e a dentina foi exposta na superfície vestibular e lingual através de alta rotação, sendo que as margens da cavidade da superfície vestibular estavam localizadas em dentina e as margens da superfície lingual em esmalte, com parte interna em dentina. As amostras foram divididas aleatoriamente em 4 grupos de 10 cada um, sendo 3 grupos tratados com os adesivos, seguindo-se as recomendações do fabricante e um grupo servindo como controle. As amostras foram restauradas com resina, preparadas para a técnica de microinfiltração e observadas em microscopia óptica para análise do grau de penetração do corante em volta da restauração. Nas condições experimentais deste estudo pôde-se constatar que, os três sistemas adesivos foram capazes de reduzir, de forma significativa, a microinfiltração nas margens das restaurações, tanto no esmalte quanto na dentina, embora um menor nível de microinfiltração tenha ocorrido no esmalte.

As forças de resistência ao cisalhamento e a microinfiltração foram estudadas por FORTIN et al. (1994). Para esse estudo foram utilizados 80 molares humanos recém-extraídos e divididos aleatoriamente em 8 grupos para tratamento com os seguintes adesivos dentinários (All- Bond 2 (Bisco), Clear Liner Bond (Kuraray), Gluma 2000 (Miles), Imperva Bond (Shofu), OptiBond (Kerr), Prisma Universal Bond 3 (Caulk), Scotchbond Multi-Purpose (3M), e o grupo controle com o Scotchbond dual cure, que foram aplicados seguindo-se as recomendações dos fabricantes. Preparos cavitários Classe V foram realizados na superfície vestibular

dos dentes com alta rotação sendo que a parede oclusal encontrava-se com margem em esmalte e a gengival em dentina/cimento. As restaurações das cavidades foram realizadas com resina, pela técnica incremental, e após polimento, as amostras foram preparadas para o teste de resistência ao cisalhamento. A análise da força de resistência ao cisalhamento foi feita utilizando-se uma máquina universal de testes e a microinfiltração foi avaliada através da impregnação com nitrato de prata. Os resultados do teste de microinfiltração revelaram que nenhuma infiltração foi detectada nas margens de esmalte. A análise estatística revelou uma significativa diferença na média de microinfiltração, sendo que o OptiBond, Clearfil Liner Bond e Prisma Universal Bond 3 apresentaram os menores níveis de microinfiltração nas margens em dentina e cimento. As médias de microinfiltração do Scotchbond Multipurpose, All Bond 2, Imperva Bond e Gluma 2000 não apresentaram diferenças significativas em relação ao grupo controle. Comparando-se o Prisma Universal Bond com o Scotchbond Multi-Purpose e All Bond 2 as diferenças não foram significativas. Os autores concluíram que não havia correlação significativa entre força adesiva e microinfiltração para os sistemas adesivos testados.

WATANABE; NAKABAYASHI; PASHLEY (1994) pesquisaram a concentração de Phenyl – P em 30 % de HEMA como condicionador dentinário para melhorar a adesão do sistema adesivo à *smear layer*. O máximo de adesão foi conseguido na proporção de 20 % de Phenyl - P resultando em 10,4 MPa. Uma análise em microscopia eletrônica de transmissão demonstrou que essa proporção desmineralizou a superfície dentinária pela dissolução parcial dos cristais minerais ao redor do colágeno. Quando aplicada sobre a *smear layer* estes sistemas desmineralizaram a dentina e incorporaram-se à resina aplicada, a qual penetra à curta distância na dentina subjacente, criando uma camada híbrida.

Muitos estudos têm sido focalizados no mecanismo de adesão da interface dentina/resina. É sabido que, quando *primers* dentinários efetivos contendo monômeros hidrófilos são aplicados, eles alteram o arranjo das fibras colágenas da dentina e permitem uma difusão do agente de união na rede de colágeno exposta, criando uma camada híbrida na subsuperfície da dentina. Este estudo de NISHIYAMA et al. (1995) examinou de forma mais detalhada o efeito do *primer* dentinário na estrutura do colágeno da dentina. O *primer* era composto por N-metacriloyl glicine (NM α A) em solução aquosa de etanol. A influência do *primer* NM α A na força de adesão da dentina descalcificada foi investigada pelos exames das mudanças estruturais de um modelo composto por colágeno (prolina-prolina-glicina) através de ressonância magnética nuclear com ^{13}C NMR. O modelo composto foi agregado em etanol, mas dissociado em água. Os resultados comprovaram que a força de adesão da dentina penetrada com um *primer* NM α A foi fortemente dependente da água contida no produto. A força de união da dentina tratada com NM α A em etanol foi de 8 MPa e aumentou para 17 MPa quando a dentina era tratada com NM α A em água. Conseqüentemente a espessura da camada híbrida aumentou de 2 para 7 μm mudando-se os *primers*. O NM α A dissociou as fibras de colágeno agregadas quando a água foi usada como um solvente do *primer*. O NM α A pôde difundir-se dentro da camada de colágeno descalcificada, a qual havia colapsado durante a secagem com ar, restaurando a camada de colágeno contraída para sua estrutura original. A difusão do agente de união tornou-se possível e pôde-se formar uma camada híbrida na interface da dentina, resultando na formação de uma camada híbrida de resina de 7 μm na subsuperfície da dentina. Isso foi suficiente para prover um aumento da força de união. No entanto, quando o

etanol foi usado como solvente, as fibras de colágeno dentinário eram firmemente fixadas pelo etanol e, conseqüentemente, a dissociação do colágeno dentinário agregado e o aumento da camada de colágeno pelo NM α A era limitado. Por este motivo, a espessura da camada híbrida formada na interface era de apenas 2 μ m. Com esses resultados pôde-se concluir que a permeabilidade da dentina intertubular é muito importante para prover uma melhor adesão à dentina.

A maior parte dos estudos de microinfiltração, envolve a quantificação da magnitude do movimento de uma molécula traço na fenda (*gap*) formada entre o material restaurador e a parede do preparo cavitário (SANO et al., 1995). Esse estudo microscópico examinou a migração do nitrato de prata na interface entre a dentina de cinco diferentes agentes usados para restaurar cavidades Classe V, na ausência de formação de *gaps*. Em todos os materiais testados foi possível a obtenção de margens cavitárias livres de fendas nos preparos Classe V. Mesmo na ausência destas fendas pôde-se encontrar vários níveis de penetração do nitrato de prata na dentina desmineralizada, em volta dos túbulos. Como esta infiltração ocorria em canais de tamanhos nanométricos, os autores sugeriram o termo *nanoinfiltração* para distinguir da microinfiltração convencional que requer a presença das fendas.

Para mensurar e comparar a microinfiltração de cavidades Classe V de sistemas adesivos de múltiplos passos e sistemas simplificados, CASTELNUOVO; TJAN; LIU (1996) utilizaram 3 pares de adesivos e comparou-os dois a dois: OptiBond e OptiBond FL; All Bond 2 e One-Step; Tenure e Tenure Quik. Trinta molares humanos foram selecionados e preparados de forma padronizada para restaurações Classe V, perfazendo um total de 60 preparos. Os dentes foram distribuídos em 3 grupos com 10 repetições por grupo e os adesivos foram aplicados seguindo-se as

recomendações do fabricante. Após o tratamento dentinário, todas as cavidades foram preenchidas com sobre-contorno, de forma incremental, com resina composta fotopolimerizável. Após o polimento das restaurações as amostras foram preparadas para o teste de microinfiltração e posteriormente analisadas em microscopia óptica com aumento de 100 vezes. Os resultados da pesquisa mostraram que o OptiBond FL e o One-Step apresentaram menores graus de microinfiltração nas margens do cimento quando comparado às versões de múltiplos passos. Nas margens de esmalte o Tenure Quik mostrou menor infiltração do que o Tenure, e nenhum outro sistema de adesão dentinária testado mostrou significativa penetração de corante na interface. Todos os sistemas avaliados mostraram menos microinfiltração no esmalte do que no cimento, exceto o OptiBond FL e o One-Step que não mostrou significativa penetração do corante, mesmo nas margens cavitárias com limite localizado no cimento.

A força de resistência ao cisalhamento e a microinfiltração de dois sistemas de adesão dentinária foi avaliada por GROBLER et al. (1996). Para esse estudo os autores usaram o All-Bond 2 e o OptiBond que tiveram sua força de resistência ao cisalhamento avaliada em 15 minutos, 24 horas, 7 dias e 30 dias. Os autores salientaram que, para ambos os sistemas, havia um incremento significativo na força de resistência ao cisalhamento nos primeiros 15 minutos e estendendo-se até 7 dias, porém com suave tendência à queda por volta de 30 dias após a restauração. Em cada ponto a força de resistência dos adesivos era comparada e encontrou-se para o OptiBond valores significativamente mais altos, exceto no tempo de 15 minutos. O OptiBond também apresentou valores mais baixos para microinfiltração. Os autores concluíram que o OptiBond apresentou forças de resistência ao cisalhamento

significativamente altas e níveis baixos de microinfiltração na dentina, o que pode aumentar a longevidade desse material em situações clínicas.

O desenvolvimento de materiais e técnicas capazes de melhorar a adesividade de materiais à estrutura dental continua, com a introdução nos últimos anos de um número de agentes de adesão dentinária. Mudanças nos métodos de tratamento do substrato dentinário previamente à aplicação de adesivos tem resultado nos conceitos de técnica molhada e condicionamento total. Este envolve o condicionamento simultâneo do esmalte e da dentina, seguido da aplicação de um *primer* hidrófilo. A técnica de adesão molhada permite que a dentina mantenha-se úmida, após o condicionamento ácido para em seguida, uma resina hidrófila ser aplicada. Enquanto alguns estudos têm demonstrado que a umidade da superfície dentinária pode afetar adversamente a adesão, com alguns sistemas de adesão à dentina tem-se um aumento das forças de adesão na presença de umidade. Procurando elucidar melhor estas questões, SAUNDERS; SAUNDERS (1996) avaliaram a microinfiltração marginal em cavidades Classe V, restauradas com três agentes adesivos utilizados em dentina úmida ou seca. Com este propósito, foram preparadas cavidades nas superfícies vestibular e lingual de pré-molares humanos, as quais foram restauradas com resina Z100, após a aplicação do agente adesivo de dentina, usando a técnica de adesão seca ou úmida. Os dentes foram estocados por duas semanas a 37 °C, termociclados e imersos em azul de metileno para avaliar a infiltração marginal. Os espécimes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual no local da restauração e os graus de microinfiltração foram examinados microscopicamente. Os resultados demonstraram que em todos os grupos ocorreu microinfiltração nas margens de esmalte e dentina. Não houve diferença estatisticamente significativa no grau de infiltração nas margens de esmalte entre os grupos testados, com o procedimento adesivo realizado em

substrato seco ou úmido. Porém, quando se comparou os efeitos do procedimento adesivo em substrato seco ou úmido nas margens gengivais, houve menor infiltração quando o agente adesivo tinha acetona em sua composição e a técnica úmida foi usada. Não foi observada diferença significativa no grau de infiltração entre os espécimes condicionados com ácido fosfórico ou com ácido maleio.

MELLO et al. (1996) advogaram que o HEMA (hidroxiethyl metacrilato) tem sido objeto de muitas pesquisas por agir no substrato dentinário, aumentando sua difusibilidade, propiciando melhor impregnação do monômero na dentina, levando a um melhor selamento e a uma menor infiltração marginal. A eficiência do uso da técnica do condicionamento ácido previamente à aplicação do HEMA tem sido estabelecida, relacionando-se este tratamento da dentina com o selamento marginal da restauração através da técnica da microinfiltração. Os autores recomendam o tratamento com ácido fosfórico a 10% previamente à aplicação do HEMA para diminuir a microinfiltração marginal.

TAY; GWINNETT; WEY (1996b) investigaram as diferenças morfológicas entre técnicas de adesão úmida e seca e estudaram as características interfaciais resultantes quando o sistema adesivo é aplicado sob diferentes condições de umidade. Os autores delinearão a chamada “janela de oportunidade”, durante a qual, uma ótima permeabilidade da dentina intertubular e intratubular, é simultaneamente alcançada. Os resultados deste estudo demonstraram que uma secagem leve causou uma infiltração intertubular incompleta da resina. A infiltração ótima foi encontrada quando a rede de fibras colágenas foi mantida úmida e se mostrou relativamente não afetada pela presença de excesso de umidade. Entretanto, a infiltração da resina foi severamente comprometida na presença de excesso de água nos túbulos. De acordo com os autores, para a obtenção de uma integridade marginal ótima, é necessário a

manutenção da umidade da rede fibrilar desmineralizada, com completa evaporação do excesso de água dos tecidos, antes da polimerização do sistema *primer* / adesivo.

TAY et al. (1996) investigaram as diferenças micromorfológicas entre técnicas de adesão úmida e seca utilizando um sistema monocomponente e um sistema de múltiplos passos os quais foram divididos em dois grupos: grupo 1 – a superfície condicionada com ácido fosfórico, após a rinsagem foi seca com papel absorvente para a obtenção de uma superfície úmida antes da adesão. Grupo 2 – a superfície condicionada com ácido fosfórico foi seca por 3 segundos com jato de ar. Após a aplicação dos sistemas adesivos os espécimes foram processados em microscopia eletrônica de varredura e microscopia eletrônica de transmissão. O condicionamento com ácido fosfórico a 10%, por 20 segundos, promoveu uma desmineralização completa da superfície dentinária. No grupo 1 os espaços interfibrilares e fibras de colágeno puderam ser observadas na superfície condicionada e a aplicação do sistema adesivo resultou na formação da camada híbrida. No grupo 2 apenas uma camada híbrida muito fina foi observada na superfície dentinária, e a ausência das fibras colágenas e dos espaços interfibrilares no interior destas áreas, sugeriu a existência de um colapso da matriz dentinária que restringiu a penetração do adesivo, produzindo uma região híbridoide incompletamente formada. Os autores concluíram que o uso de sistemas adesivos livres de água em sua composição aplicados em superfícies dentinárias secas agravaram os resultados obtidos no grupo 2. Em contrapartida alertaram para o fenômeno de *overwet* ou super molhamento quando do uso de sistemas que contém água aplicados em superfícies dentinárias já úmidas.

A ultraestrutura da interface resina/dentina seguida de re-umedecimento reversível e irreversível foi investigada por TAY; GWINNETT; WEY (1997) que prepararam 30 discos de dentina de 1 mm, os quais foram condicionados com ácido

fosfórico a 10 % por 20 segundos e rinsados por 20 segundos. A seguir foram aleatoriamente divididos em 5 grupos: grupo 1 (controle) – dentina condicionada mantida visivelmente molhada; grupo 2 - dentina seca por 3 segundos; grupo 3 - dentina seca por 3 segundos e re-umedecida com água destilada; grupo 4 - dentina seca por 5 segundos, mantida em glutaraldeído 8 % por 15 minutos, rinsada com água destilada e seca por 3 segundos; grupo 5 – dentina seca por 3 segundos, mantida em glutaraldeído por 15 minutos, rinsada com água destilada e mantida molhada. O adesivo monocomponente foi aplicado em duas camadas, de acordo com as recomendações do fabricante e os espécimes foram preparados para microscopia eletrônica de transmissão. Uma completa infiltração da resina na zona de dentina desmineralizada foi observada nos grupos 1 e 3. No grupo 2 a infiltração da resina foi limitada à superfície e à base da rede de colágeno desmineralizada aparentemente nas ramificações laterais dos túbulos dentinários. Nos grupos 4 e 5 uma infiltração mínima de resina foi observada ao longo da base da rede desmineralizada devido ao glutaraldeído ter fixado a rede em um estado colapsado.

SWIFT; BAYNE (1997) propuseram um estudo *in vitro* a fim de comparar a resistência adesiva ao cisalhamento, sobre diferentes condições de umidade da superfície, dos diferentes sistemas adesivos monocomponentes: Single Bond (SB), One Step, Prime & Bond (PB) e um sistema adesivo convencional, o Scotchbond Multi-Purpose (SBMP). Este foi usado como controle por aderir tanto à dentina úmida quanto à seca e por parecer menos sensível às variações de umidade de superfície. Tanto o SBMP quanto o SB são adesivos que não contém acetona, sendo menos sensíveis aos graus de umidade da dentina por possuírem água na composição, enquanto o One Step e PB contém acetona, um efetivo evaporador de água. Foram selecionados 120 dentes de bovinos, divididos em 12 grupos, sendo 3

para cada sistema, restaurados sob condições de superfície úmida, molhada e muito molhada. A resistência adesiva ao cisalhamento foi determinada usando uma máquina de ensaios universal. O SB apresentou valores médios de 19,2, 23,2 e 20,3 MPa para a dentina úmida, molhada e muito molhada respectivamente, enquanto o SBMP apresentou valores de 23,1 a 25,3 MPa não diferentes estatisticamente daqueles do SB. O PB também apresentou valores semelhantes ao SB, mas o One Step teve valores significativamente mais baixos na dentina molhada e muito molhada, presumivelmente devido ao fenômeno de *overwet*. Os autores concluíram que cada um dos sistemas estudado alcançou valores médios em torno de 20 MPa, pelo menos em uma das condições, o que é muito importante, já que a resistência adesiva ao cisalhamento de 17 a 24 MPa é requerida para resistir às forças de contração de polimerização da resina composta. A idéia de que um número específico de camadas é requerido para um material específico é errônea. O mais importante é que uma quantidade suficiente de adesivo deva penetrar na superfície da dentina condicionada para prover um adequado engrenamento mecânico.

De acordo com PASHLEY; CARVALHO (1997) a microinfiltração de materiais restauradores ocorre na fenda existente entre o material restaurador e a estrutura dental e não está envolvida diretamente com a permeabilidade da dentina. Segundo os autores o fenômeno da microinfiltração é complexo e as técnicas utilizadas para avaliá-lo demonstraram que a infiltração não é uniforme ao longo da interface, revelando áreas onde é inexistente e outras onde ela estende-se até a polpa. Com isso pode-se constatar que a adesão não ocorre uniformemente e diversos fatores podem estar relacionados a uma melhor ou pior qualidade de adesão como as diferentes espessuras da *smear layer*, diferentes graus de condicionamento ácido, umidade do substrato e contração de polimerização da resina.

O efeito das técnicas de polimento na microinfiltração de cavidades Classe V de restaurações de resina composta foi testado por BRACKETT; GILPATRICK; GUNNIN (1997). Para esta avaliação 18 dentes bovinos foram usados para preparos cavitários Classe V nas superfícies vestibular e lingual, empregando-se alta rotação, com margens localizadas no esmalte e na dentina. Utilizou-se dois sistemas adesivos (Scotchbond Multi-Purpose e OptiBond FL), duas resinas compostas (Z100 e Prodigy) e três métodos de acabamento (brocas carbide, brocas diamantadas e discos de óxido de alumínio Sof-Lex). As brocas eram montadas em alta rotação com refrigeração e os discos eram usados molhados. Como nas situações clínicas, o polimento era realizado imediatamente após a fotopolimerização. Após uma semana mantidos em água, os dentes eram submetidos a termociclagem e posteriormente preparados para a técnica de microinfiltração. A análise era feita com microscópio com aumento de 20 vezes com escores de 0 (nenhuma infiltração de corante na parede axial) 1 (infiltração leve) e 2 (infiltração severa). Os resultados demonstraram que não foi observada microinfiltração ao longo da junção resina/esmalte em nenhuma das amostras. Alguma incidência de infiltração foi observada ao longo das paredes gengivais da cavidade de cada uma das combinações de métodos de acabamento e de material usado. Embora o acabamento com as brocas carbide tenha apresentado os maiores resultados em termos de infiltração e os mais baixos níveis de margens livres de infiltração, a análise estatística não mostrou diferenças significativas, tanto entre as técnicas de acabamento quanto entre os materiais avaliados.

PRATI et al. (1997) avaliaram através de microscopia eletrônica de varredura a morfologia das margens de esmalte e dentina e os diferentes graus de microinfiltração encontrados entre o material restaurador e a estrutura dental de

restaurações Classe V, preparadas nas superfícies vestibular e lingual, ao nível da junção cimento-esmalte. Para esse estudo foram selecionados terceiros molares, os quais foram preparados de forma padronizada e restaurados com resinas e cimentos de ionômero de vidro. O corante utilizado foi Eritrosina B por 24 horas. Os resultados observados através de microscopia eletrônica de varredura mostraram que as margens em esmalte foram caracterizadas por fratura de prismas ao redor das restaurações em mais de 30% dos espécimes analisados. As margens em dentina mostraram fendas ao longo da interface com o agente adesivo e fraturas na interface agente adesivo e resina composta. As restaurações feitas com ionômero de vidro mostraram resultados similares, porém com uma menor quantidade de lesões nas interfaces de esmalte e dentina.

VAN MEERBEEK et al. (1998) afirmaram que, para manter a rede de fibras colágenas envolvidas pela resina, é necessário que a dentina condicionada seja mantida úmida previamente à aplicação do adesivo. Neste estudo a interface da resina/dentina produzida por dois sistemas adesivos baseados em água (OptiBond e Scotchbond Multi-Purpose) foi comparada através de microscopia eletrônica de transmissão, seguindo-se a aplicação da técnica molhada ou seca. A hipótese testada é que a ultramorfolgia da camada híbrida irá diferir em função do método de adesão utilizado. Uma camada híbrida morfológicamente bem organizada foi formada nos espécimes tratados com o sistema OptiBond. Os tratados com Scotchbond revelaram em microscopia eletrônica de transmissão uma camada híbrida com ultraestrutura mais variável, com fibras colágenas menos distintamente organizadas.

Não foram encontradas diferenças ultraestruturais quando os adesivos foram aplicados em dentina molhada ou seca. Os autores concluíram que as quantidades de água provenientes dos primers hidrófilos dos dois adesivos investigados são

suficientes para re-hidratar e re-expandir a rede de colágeno colapsada pela secagem suave com ar.

Comparando o nível de infiltração marginal apresentado por um sistema tradicional Scotchbond Multi-Purpose e por dois simplificados, Single Bond e Prime & Bond 2.1, WEBBER (1998) realizou um estudo para avaliar a capacidade seladora de sistemas adesivos capazes de hibridizar a dentina. Para esta avaliação 90 molares humanos foram divididos em 3 grupos iguais nos quais foram preparadas cavidades Classe V. Os espécimes foram preparados para a técnica de microinfiltração e analisados em lupa espectroscópica com aumento de 18 vezes. A análise estatística demonstrou que nenhum tratamento adesivo conferiu selamento marginal efetivo e o maior índice de microinfiltração ocorreu na parede cervical. Os sistema tradicional apresentou o menor nível de infiltração na parede oclusal e maior na cervical em relação aos simplificados, com resultados estatisticamente significantes.

HARA et al. (1998) avaliaram qualitativamente o grau de microinfiltração de quatro sistemas adesivos hidrófilos, sendo dois monocomponentes (Single Bond [SB] e B-Stae [BS]), um de múltiplos frascos (Scotchbond Multi-Purpose [SMU]) e um autocondicionante (Etch & Prime 3.0 [EP]), em margens de esmalte e dentina. Foram preparadas cavidades Classe V na junção cimento-esmalte e restaurados com resina composta Z100. Após 1000 ciclos térmicos (5 °C e 55 ° C), os espécimes foram corados com azul de metileno a 2 % por 4 horas. Os valores das medianas para o esmalte foram: SB(1), BS(1), SMU (1), EP (1,5); e para a dentina: SB (1), BS(4), SMU (3), EP(2). Não houve diferenças estatísticas em relação ao grau de microinfiltração para a superfície de esmalte e na margem cervical. EP foi igual ao SB sendo esses dois melhores que o BS. O BS foi similar ao SMU. Os autores concluíram que nenhum adesivo foi totalmente efetivo no controle da infiltração

marginal, sendo que para dentina/cimento os adesivos SB e EP demonstraram os melhores resultados.

KÄLIN et al. (1998) propuseram um estudo usando criopreparação seguida de microscopia eletrônica de varredura em baixa temperatura, a fim de investigar cada estágio na aplicação dos sistemas adesivos na superfície dentinária. Esta técnica preserva o estado natural das superfícies dentárias no momento do congelamento, permitindo uma simulação real de como ocorrem os procedimentos. Foram usados 16 terceiros molares humanos subdivididos em 2 grupos de 6 e um grupo de 4 de acordo com os adesivos usados: Prime & Bond 2.1 (P & B), Coltene Experimental (Exp) ou Syntac Single Component (Syn SC). O condicionamento dentinário com gel ácido em uma concentração média (30 segundos com ácido fosfórico a 15 % - Exp), resultou em um colapso pouco menos pronunciado da rede de fibras colágenas, o que pareceu ser mais favorável para uma melhor penetração do adesivo. A aplicação da segunda camada da mistura de *primer*/adesivo, de uma forma geral, resultou em uma consolidação da camada do adesivo. A segunda camada do P&B 2.1 apresentou-se mais espessa e livre de bolhas em muitas áreas com uma adesão livre de fendas. O aparecimento dessas bolhas internas em outras áreas, no entanto, não pôde ser explicado e, em um aumento maior, pôde-se verificar fendas em relação à superfície dentinária nessas áreas. Com a primeira aplicação do Syn SC não foi verificada a camada do adesivo e na segunda aplicação, a camada também não conseguiu cobrir toda a dentina. O sistema Exp mostrou os melhores resultados, pois já na primeira aplicação a dentina foi completamente coberta e livre de fendas, confirmando-se tal performance na segunda camada. A possível explicação para esses melhores resultados do Exp foi a menor concentração do ácido e a composição da mistura *primer*/adesivo, que contém HEMA, determinando sua melhor capacidade

de molhamento e penetração na dentina desmineralizada do que o P&B 2.1 que contém PENTA. Os autores concluíram que esses resultados confirmam a hipótese que os adesivos monocomponentes podem resultar em um selamento incompleto da superfície dentinária e a possível explicação é que a mistura *primer/adesivo* é diluída em um alto nível em relação aos sistemas de 2 ou 3 passos. Assim, a aplicação de duas ou mais camadas deveria ser essencial nestes sistemas.

O efeito do HEMA na evaporação da água foi testado por PASHLEY et al. (1998). Os autores determinaram as taxas relativas de evaporação de água e HEMA e os efeitos de concentrações aumentadas de HEMA nesta evaporação. Os resultados desta investigação mostraram que a taxa de evaporação da água pura foi maior que a obtida com a solução de HEMA a 100 %. A adição de HEMA em água diminuiu as taxas de evaporação da água de forma proporcional à diminuição da pressão do vapor da água. Significa que, na medida que a água evapora da mistura da solução aquosa de HEMA, a concentração do HEMA aumenta no meio, pois esta substância é relativamente não volátil. O aumento da concentração do HEMA diminui a pressão do vapor da água, tornando mais difícil remover a quantidade de água remanescente. Esta água residual, no entanto pode interferir na polimerização de monômeros adesivos, diminuindo a qualidade da camada híbrida.

SANTINI; MITCHELL (1998a) avaliando o efeito da técnica de adesão molhada e seca na microinfiltração de restaurações Classe V, selecionaram 60 dentes humanos e os dividiram em três grupos para adesão com Gluma CPS, EBS e Prime & Bond. Os autores propuseram-se também a estudar, através de microscopia eletrônica de varredura, a micromorfologia da interface resina/dentina nas regiões onde o corante penetrou. Cavidades Classe V foram preparadas na junção cimento-

esmalte nas superfícies vestibular e lingual de cada dente, sendo metade com margem em esmalte e metade com margem em cimento. Os agentes de união foram aplicados de acordo com as recomendações do fabricante e cada material foi aplicado tanto pela técnica de adesão molhada quanto seca. Após a aplicação do adesivo as cavidades foram imediatamente restauradas, fotopolimerizadas e polidas com discos de óxido de alumínio Sof-Lex. Após termociclagem os dentes foram preparados para a técnica da microinfiltração e observadas com um aumento de 10 vezes através de escores pré-determinados. Após esta avaliação as amostras foram preparadas para o estudo da microscopia eletrônica de varredura. De cada secção, uma zona que exibisse a penetração do corante foi cortada com discos de diamante e as zonas com infiltração igual a zero servia como controle. As áreas de especial interesse eram examinadas em magnitude apropriada. Todos os grupos examinados mostraram microinfiltração, tanto nas margens de esmalte quanto nas margens de dentina. Nas margens gengivais, houve uma diferença significativa entre os grupos tanto para a técnica de adesão molhada ($P=0,039$) quanto para a técnica de adesão seca ($P=0,024$). Não houve diferenças significativas entre os grupos nas margens de esmalte. A técnica de adesão molhada foi comparada com a técnica de adesão seca para cada material, tanto nas margens gengivais quanto nas margens de esmalte, e nenhuma diferença significativa foi observada. A microscopia eletrônica de varredura mostrou que nas áreas de penetração do corante ocorreu pouca adesão, próximo à interface resina/dentina.

No mesmo ano os autores avaliaram a microinfiltração de restaurações de resina composta, nas quais utilizou-se três diferentes agentes de união à dentina. Para esta avaliação 48 molares e pré-molares humanos foram divididos aleatoriamente em 4 grupos para adesão com: EBS, Syntac Single-Component, Scotchbond 1 e o Prime &

Bond 2.1 (controle). As cavidades foram preparadas nas superfícies vestibular e lingual, sendo que a porção coronária tinha término em esmalte e a gengival, término em cemento ou dentina. As cavidades foram restauradas com o compósito, após a aplicação do agente de união à dentina, usando duas diferentes técnicas de secagem para cada material (molhada ou seca). Os dentes foram estocados em água destilada por seis dias a uma temperatura de 37 °C e então termociclados. As restaurações foram examinadas microscopicamente para microinfiltração, usando um marcador. Todos os grupos mostraram microinfiltração tanto nas margens de esmalte quanto em dentina. Nas margens gengivais, não houve diferenças significantes entre os grupos, experimental ou controle, tanto na técnica de adesão molhada quanto na seca, bem como não houve diferenças entre as duas técnicas quando foi usado um mesmo material. A microscopia eletrônica de varredura confirmou que as zonas de microinfiltração, indicadas através da penetração do corante, foram principalmente falhas na adesão da resina com a camada híbrida rica em colágeno. Três sistemas adesivos à base de água não foram capazes de prevenir a microinfiltração nas margens de esmalte e dentina de cavidades Classe V, independente da técnica de adesão que foi empregada. Todos os sistemas comportaram-se da mesma maneira.

SUZUKI; GONZATTO; SAMUEL (1998) advogaram que a capacidade de união de um material restaurador à estrutura dental tem sido avaliada através de ensaios de força de tração ou microinfiltração. Os autores estudaram a correlação entre estas duas propriedades utilizando 20 molares humanos hígidos, que foram autoclavados e seccionados no sentido do seu longo eixo. Os fragmentos foram unidos com resina composta e com o sistema adesivo indicado. Após a união, os corpos-de-prova foram submetidos a 100 ciclos térmicos e imersos em solução aquosa de azul de metileno a 0,5 % e, 24 horas após, foram submetidos ao ensaio de

tração em uma máquina de ensaio universal. Após a separação dos fragmentos os níveis de microinfiltração foram analisados com auxílio de um microscópio. Os resultados indicaram que houve uma forte correlação negativa entre os testes, ou seja, quanto maior a força de união, menor o nível de microinfiltração.

YAP; ANG; CHONG (1998) observaram a influência do tempo de acabamento na habilidade de selamento marginal de uma nova geração de sistemas de adesão de compósitos. Com este propósito 96 molares humanos recém-extraídos foram selecionados, e duas cavidades Classe V foram preparadas na face vestibular, no esmalte e na dentina. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos de 24 cada, e em seguida restaurados com resina composta, utilizando-se os seguintes sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose, Fuji Bond LC, Prime & Bond 2.0 e One-Step. Metade das restaurações em cada grupo foi polida imediatamente após a fotopolimerização e estocados por uma semana. A outra metade das restaurações foi polida após uma semana. Os dentes foram mantidos em solução salina isotônica a 37°C durante todo o experimento. Todas as restaurações foram então termocicladas, submetidas ao teste de penetração do corante, seccionadas e avaliadas através de escores pré-estabelecidos. Os resultados sugeriram que o acabamento de restaurações de resina nas quais foram utilizados os sistemas de adesão avaliados, devem ser polidas imediatamente após a fotopolimerização. O retardo no acabamento não melhora, pelo contrário, pode comprometer o selamento marginal da restauração. Os efeitos na demora do acabamento são específicos tanto para o sistema utilizado quanto para o tipo de tecido avaliado.

Os efeitos do 2-hidroxietil metacrilato (2-HEMA), foram avaliados por OHBA et al (1998) na eficácia de um sistema adesivo dentinário e de um *primer* através da mensuração da fenda (*gap*) de contração de polimerização da resina composta. De

acordo com os resultados estatísticos foi possível concluir que o 2-HEMA não foi considerado essencial para diminuir a microinfiltração devido à baixa eficácia adesiva.

Este estudo *in vitro* de PILO; BEN-AMAR (1999) comparou a habilidade de adesivos dentinários monocomponentes com seus predecessores adesivos de múltiplos passos, na redução da microinfiltração ao redor de restaurações Classe V. Estas cavidades foram preparadas nas superfícies vestibular e lingual de 48 molares humanos, que foram divididos aleatoriamente em 6 grupos iguais. Três grupos usaram a quarta geração de sistemas de múltiplos passos e três usaram a quinta geração de sistemas monocomponentes. Todas as cavidades foram restauradas com resina composta e submetidas a termociclagem e esforço oclusal intermitente. Após imersão em fucsina básica a 0,5 %, os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual em 5 secções consecutivas e avaliados pela penetração do corante através de lupa estereoscópica. Os resultados demonstraram que não houve diferenças estatisticamente significativas nos graus de microinfiltração comparando-se os adesivos com relação às margens das cavidades. Uma interessante interação foi encontrada entre a localização das margens da cavidade e o fabricante, o que implica que a capacidade de selamento nas margens do esmalte e do cimento foi específica para o material utilizado.

O propósito deste estudo de PERDIGÃO et al. (1999) foi avaliar as forças de união e caracterizar o efeito da secagem e subsequente re-molhagem da dentina, com 35 % de HEMA em água, a um nível ultraestrutural. A hipótese de nulidade testada, é que o re-umedecimento de uma superfície de dentina seca com uma solução aquosa de HEMA, nem resulta em força de resistência adesiva comparável àqueles obtidos na dentina úmida, nem na impregnação do monômero na desmineralização da

dentina, para o nível obtido ao se deixar a superfície molhada, como preconiza a instrução dos fabricantes. Para tal, três sistemas adesivos (SingleBond, OptiBond e Prime&Bond) foram analisados no que diz respeito à força de resistência ao cisalhamento, sob três condições experimentais de superfície: dentina mantida molhada (M), dentina seca (D) e dentina seca re-umedecida com Aqua Prep (AQ). Para todos os espécimes tratados com solução aquosa de HEMA a camada híbrida recuperou a estrutura fibrilar que tinha sido perdida após a secagem. O envolvimento total da resina nas fibras de colágeno promovida pelo HEMA pode ter causado uma estrutura compacta resistente ao ácido, como observada na microscopia eletrônica de varredura. Tem sido demonstrado que o pó da dentina tratada por HEMA é mais resistente a desmineralização com cloreto de hidrogênio do que o pó que não contém o HEMA. Os resultados deste estudo sugerem que a aplicação de solução aquosa de HEMA 35% na superfície da dentina seca restaurou a hibridização da dentina para adesivos dentinários monocomponentes para o mesmo nível de aderência de substratos umedecidos. A água incluída no SingleBond não foi capaz de expandir as fibras de colágeno na secagem. Todos os adesivos penetraram nos túbulos mesmo quando o colapso do colágeno intertubular não permitiu a penetração da resina. Levando-se em consideração que a aderência em substratos secos normalmente resulta em forças de união mais baixas do que a ligação de substratos molhados, a contribuição da penetração tubular para a força de união à dentina pode ser de menor importância do que a difusão intertubular dos monômeros dentro do colchão de dentina desmineralizada. Como o HEMA aumenta a resistência à desmineralização da dentina, uma performance em longo prazo de superfícies adesivas que tenham sido previamente impregnadas com HEMA, pode ter vantagens clínicas. Os

monômeros que não reagiram com a camada híbrida, podem ter um efeito plastificante, alterando, portanto as propriedades da resina polimerizada.

O objetivo deste estudo de PASHLEY (2000) foi desenvolver um macromodelo de camada de dentina desmineralizada que foi formada após condicionamento ácido e determinar se a quantidade de apreensão do HEMA foi devido à secagem com ar. A hipótese testada foi que a apreensão do HEMA pela dentina desmineralizada é um processo tempo-dependente e varia em função dos graus de expansão da rede de fibras colágenas. Os autores calcularam o coeficiente de permeabilidade da dentina desmineralizada por HEMA. Este valor subestima os valores reais porque foi calculado usando os mais altos graus de difusão inicial, que provavelmente não existiriam depois de 1000 minutos. Se o mesmo cálculo for feito para a dentina seca colapsada o coeficiente de permeabilidade é de $4,5 \times 10^{-8} \text{ cms}^{-1}$, um valor, que é apenas 4,1 % do coeficiente de permeabilidade obtido na dentina desmineralizada molhada expandida. Assim, secar a matriz de dentina desmineralizada, reduziu a permeabilidade ao HEMA em 97,3 %. A falta de apreensão do HEMA pela dentina colapsada seca é provavelmente responsável pelas baixas forças de adesão relatadas da resina à dentina seca. Nestes casos a força de adesão é devida exclusivamente à presença dos prolongamentos de resina que passam da camada adesiva através da camada desmineralizada colapsada nos túbulos da dentina peritubular. A dentina intertubular não seria infiltrada pela resina e assim, seria susceptível à hidrólise com o tempo. Os resultados claramente indicam que o estado de hidratação das matrizes de dentina desmineralizada determina a quantidade de apreensão do HEMA. A dentina desmineralizada colapsada seca apreende pouco do monômero. Os resultados apóiam a hipótese de que a apreensão de HEMA pela dentina desmineralizada depende do grau de expansão da matriz. O condicionamento ácido por tempo superior a 10

minutos com ácido fosfórico a 37 % não teve nenhum efeito na apreensão de HEMA sugerindo que o mesmo não foi capaz de alterar a permeabilidade da dentina.

A proposta deste estudo foi avaliar a eficácia de aditivos incorporados a agentes condicionadores visando reduzir a desnaturação do colágeno dentinário após o condicionamento. Sabe-se que o colágeno em condições de normalidade, não é susceptível à ação da tripsina, o que não acontece quando a dentina é desmineralizada. Visando reduzir esta susceptibilidade AGEE; ZANG; PASHLEY (2000) selecionaram amostras de dentina humana e colocaram em soluções ácidas contendo cloreto de sódio, cloreto ferroso ou HEMA durante 15 ou 60 segundos seguidos de rinsagem. As amostras foram expostas à tripsina por 24 horas para solubilizar e desnaturar o colágeno. O colágeno solubilizado foi hidrolisado para liberar hidroxiprolina, a qual foi quantificada através da espectrofotometria. A quantidade de hidroxiprolina liberada era indicativo da quantidade de colágeno dentinário que foi desnaturado pelas soluções testadas. Os autores concluíram que o único aditivo que consistentemente reduziu a liberação da hidroxiprolina foi a solução de HEMA a 50 % aplicada durante 60 segundos.

Visando coletar dados que possam explicar as vantagens das técnicas de adesão dentinária, molhada ou seca, e entender de forma mais clara este mecanismo, NAKABAYASHI; HIRANUMA (2000) selecionaram discos de dentina de bovino e os trataram com ácido cítrico 10 % e/ou cloreto ferroso 3 % em diferentes condições de umidade. Em todos os grupos, foram aplicados um *primer*, baseado em acetona, e um adesivo, baseado em 4-META. Os testes de tração foram realizados e os resultados foram analisados em microscopia eletrônica de varredura. O maior valor de força adesiva foi obtido no grupo condicionado por ambas as soluções, mantendo-se a superfície molhada, enquanto o mais baixo correspondeu ao grupo condicionado

apenas com ácido cítrico com substrato seco, onde foi detectada a presença de colapso nas fibras colágenas.

SHINCHI; SOMA; NAKABAYASHI (2000) avaliando o efeito das concentrações de ácido fosfórico no comprimento dos *tags* resinosos e na força adesiva de resinas fotopolimerizáveis, sugeriram que o comprimento dos *tags* criados pela resina fotopolimerizável no esmalte condicionado contribuiu pouco para a força adesiva, nas condições experimentais deste estudo. De acordo com os autores, a força adesiva da resina ao esmalte condicionado é atribuída principalmente à habilidade da resina em penetrar entre os cristais do esmalte, e por este motivo recomendam a utilização de ácidos menos concentrados para minimizar os efeitos adversos potenciais ao esmalte, melhorando com isso a adesão.

2.2 LASER

Considera-se que a história do laser começou em 1917 com a publicação de “On The Quantum Theory of Radiation” por EINSTEIN, segundo a qual, a incidência de luz na matéria poderia causar uma emissão adicional de luz conhecida como emissão estimulada. O princípio desta emissão era a presença de um fóton indutor de energia que, interagindo com um átomo em seu estado excitado, resultaria na liberação de dois fótons induzidos.

Quarenta anos após, TOWNES, C. desenvolveu o MASER (Microwave Amplified by Stimulated Emission of Radiation) que significa amplificação de microondas por emissão estimulada de radiação (GORDON et al., 1955).

Em 1960 MAIMAN desenvolveu uma técnica de bombeamento óptico que foi aplicada a um cristal de rubi, excitado através de uma lâmpada fotográfica flash de alta potência, tendo como resultado a amplificação da emissão estimulada, criando o LASER (Light Amplified by Stimulated Emission of Radiation), que significa amplificação de luz por emissão estimulada de radiação.

O impacto do laser na cárie dental foi inicialmente investigado por GOLDMAN et al. (1964) através de um laser de rubi, pulsado, com energia de 90 J, onde verificaram que o efeito do laser na cavidade variou de pequenos orifícios de 2 mm de diâmetro até o completo desaparecimento do tecido cariado. Os autores observaram que, quando era utilizada uma alta taxa de repetição com o laser focado no tecido, a área de destruição era menor e mais profunda, enquanto que o laser desfocado promovia uma área ampla, mas superficial de remoção de tecido cariado. Observaram ainda que, embora os dentes não apresentassem externamente alteração

de temperatura mesmo depois de repetidos impactos, foram registrados significantes aumentos de temperatura nos tecidos irradiados.

O efeito da radiação laser nos tecidos duros dentais foi também investigado por STERN; SOGNAES (1964) com energia variando de 5 a 20 J (laser A) e de 2-5 J (laser B). Apesar dos diferentes parâmetros utilizados os resultados foram semelhantes, visto que, no laser que tinha os menores parâmetros (laser B) os espelhos eram mais espessos compensando a diferença. Os autores encontraram no esmalte irradiado, áreas de cristalização, evidenciadas pela redução da birrefringência frente à luz polarizada, e na dentina evidências de carbonização devido ao alto conteúdo orgânico. As diferenças na dissipação da energia sugeriram que ocorrem alterações de temperatura na polpa quando o esmalte é exposto ao laser.

Em 1965 GOLDMAN et al. estudaram o efeito do laser de rubi pulsado em dentes extraídos através de fotografias, microscopia com luz polarizada e microrradiografias. Os resultados deste estudo mostraram ser necessária uma adequada densidade de energia para produzir mudanças no esmalte. Lesões de cárie puderam ser removidas de forma seletiva, especialmente as pigmentadas, visto que a cor escura aumenta absorção do laser pelo tecido. Não foi possível determinar, no entanto, a efetividade do uso do laser na remoção destas lesões.

Uma das primeiras observações de GORDON Jr. (1966) ao avaliar os efeitos do impacto da irradiação de um laser de rubi pulsado, com energia de 50 J, focado a uma distância de 1mm do tecido alvo, foi a formação de uma pluma de material de intensa luminosidade composta de estrutura dental vaporizada em um estado ionizado, apresentando alta energia térmica. O autor sugeriu que outra radiação, além da produzida pela incidência do laser, era emitida quando do impacto da irradiação laser na estrutura dental e preconizou a redução total da energia utilizada por pulso

ao mínimo necessário, através de dispositivos especiais. Segundo suas considerações este procedimento diminuiria a formação da pluma e propiciaria um maior controle na remoção de tecido.

GORDON Jr. (1967) procurando desenvolver preparos cavitários com forma de contorno definida, selecionou 15 dentes extraídos os quais foram irradiados com laser de rubi. Os resultados mostraram que houve algum controle no corte no que se referiu à profundidade e à igualdade do assoalho da cavidade, porém os típicos sítios em forma de cone causados pelo impacto do laser desapareciam, quando a junção amelo-dentinária era irradiada. Um refinamento tecnológico faz-se necessário antes da utilização do laser na prática clínica, embora seu potencial para realizar preparos cavitários tenha sido demonstrado.

ADRIAN; BERNIER; SPRAGUE (1971) trabalhando com um laser de rubi verificaram que grandes doses de irradiação produziram significante perda de estrutura dental calcificada bem como necrose pulpar e estes resultados deveriam ser considerados significativos para inviabilizar o uso deste laser para a realização de preparos cavitários.

Em 1972, STERN; VAHL; SOGNNARES, observando as modificações estruturais do esmalte irradiado com laser de CO₂ pulsado, concluíram que havia diferenças quanto à densidade de energia aplicada e a severidade dos efeitos causados na área irradiada de forma inversamente proporcional. Observou-se que a densidade de energia da ordem de 50 J/cm² produzia no esmalte fissuras e porosidades que, se comparadas às encontradas quando se utilizava 13 J/cm², eram maiores, chegando a medir 1 µm de diâmetro. Em ambos os casos, encontravam-se áreas de inibição de desmineralização na subsuperfície, quando as amostras eram expostas ao ácido láctico. De acordo com os autores, estas observações justificavam

que o potencial clínico do laser de CO₂ para a superfície do esmalte requeria densidade de energia entre 10 e 15 J/cm² e que, a inibição da subsuperfície do esmalte à desmineralização ácida poderia ser induzida em situações experimentais.

De acordo com STERN (1974) os resultados de investigações sobre o efeito do laser de rubi, CO₂ e TEA CO₂ na estrutura dental e em materiais odontológicos têm demonstrado que o esmalte irradiado apresenta maior resistência à desmineralização quando submetido ao condicionamento ácido do que o esmalte não irradiado, sem que ocorram alterações de superfície visíveis macroscopicamente, quando adequados parâmetros de energia são usados. O autor advogou que estes estudos abrem um precedente para futuras aplicações do laser na clínica no que diz respeito ao controle da cárie dental e ao desenvolvimento de materiais estéticos que possam ser removidos através do laser.

KURODA; FOWLER (1984) através de estudos de energia dispersiva de raios X observaram que o esmalte irradiado com laser de CO₂ apresentava alterações estruturais com fusão da hapatita, redução do conteúdo de água, proteínas, carbonatos e cloretos e estas alterações seriam decorrentes das altas temperaturas provenientes da irradiação com este laser.

HIBST; KELLER (1988) realizaram o primeiro estudo utilizando o laser de Er:YAG (cristal de ítrio-alumínio-granada dopado com érbio) nos tecidos duros dentais. A profundidade e o diâmetro das cavidades foram mensurados e examinados através de microscopia eletrônica de varredura e pôde-se constatar a efetividade na ablação de esmalte e dentina e poucos danos aos tecidos adjacentes.

No ano seguinte os autores propuseram um estudo comparativo entre os efeitos do Er:YAG e do laser de CO₂ (20 W/50ms e 2 W/500ms) aplicados nos tecidos duros dentais e observaram as diferenças existentes entre os dois. Os dentes

irradiados com laser de CO₂ apresentaram cavidades com sinais de fusão, carbonização e trincas com arranjos concêntricos, como resultado da expansão provocada pelo calor, sendo tanto maiores os danos quanto maior o tempo de exposição ao laser. Em contrapartida, os dentes irradiados com o laser de Er:YAG pulsado não apresentaram sinais de fusão, carbonização e fissuras com mínimos danos aos tecidos adjacentes, mesmo quando usada uma alta energia (100 J/cm²). O mecanismo de ablação do laser de Er:YAG é ainda inexplicável, porém algumas considerações têm sido feitas sobre o vapor produzido pela energia do laser, gerando uma pressão interna com microexplosões e conseqüente ejeção de substrato em forma de partículas microscópicas. A maior parte da energia é consumida no processo de ablação e apenas uma fração da energia resulta em aquecimento dos tecidos remanescentes, podendo ser esta uma razão para os mínimos danos térmicos causados aos tecidos.

Continuando a pesquisa anterior, KELLER; HIBST (1989), com o propósito de comparar os efeitos do laser de Er:YAG com o laser de CO₂, focado nos tecidos duros dentais, selecionaram 30 dentes humanos que foram irradiados com energia de 1 J aplicada nas combinações de potência/tempo de 20 W/50ms e 2 W/500ms os quais foram observados em microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Os resultados observados em microscopia óptica mostraram crateras com diferentes configurações causadas pela irradiação com laser de CO₂, as quais foram dependentes do tempo de exposição e da potência utilizada. Após a irradiação com 20 W/50ms e 2 W/500ms foram encontradas respectivamente uma zona menor e uma zona maior de carbonização ao redor das cavidades induzidas pelo laser, com profundidade variável em dentina. As paredes cavitárias apresentaram numerosas fissuras dispostas em arranjos concêntricos e radiais. A microscopia eletrônica de

varredura, para as amostras irradiadas com laser de CO₂, apresentaram imagens semelhantes às encontradas na análise com microscopia óptica e foram dependentes da combinação potência/tempo. A dentina irradiada com 2 W/500ms apresentou fragmentos derretidos e fissuras radiais ou centrais bem como uma zona de carbonização ao redor da cavidade. Utilizando-se uma potência de 20 W/50ms as cavidades mostraram-se com forma mais cônica com fratura nas paredes internas e uma menor zona de carbonização. Em contrapartida, os espécimes tratados com laser de Er:YAG, avaliados em microscopia óptica, não apresentaram zona de carbonização ou fusão nas cavidades observadas, nem foram detectadas fissuras ou fraturas ao redor dos tecidos irradiados. Sob a microscopia eletrônica, os espécimes irradiados com Er:YAG apresentaram cavidades com aspecto rugoso, sem sinais de injúrias térmicas e sem modificações na disposição dos cristais de hidroxiapatita do esmalte e da dentina. As imagens demonstram que os tecidos duros dentais foram removidos por um processo de explosão. Os autores concluíram que a maior parte da energia incidente foi consumida no processo de ablação e apenas uma pequena fração resultou em aquecimento do tecido remanescente, portanto nenhum dano ocorreu.

Um laser de Er:YAG, emitindo na faixa de 2,94 μm, coincidente com o pico de absorção de água, foi utilizado com largura de pulso de 90 ns e com 200 μs para ablacionar tecidos moles e duros. Os resultados apóiam previsões anteriores de que a extensão das alterações térmicas varia de tecido para tecido e que se utilizando uma largura de pulso de duração curta a zona de danos térmicos será limitada (WALSH, 1989).

OHO; MORIOKA (1990) propuseram que um possível mecanismo para resistência à desmineralização ácida do esmalte irradiado com o laser de Er:YAG seria baseado nas propriedades ópticas do laser e nas mudanças estruturais que ocorrem no esmalte após a irradiação. Afirmaram que o laser poderia criar micro espaços que atuariam como sítios de deposição de íons liberados pelo condicionamento ácido, aumentando com isso a resistência ao ataque.

Procurando avaliar as alterações de temperatura na câmara pulpar de dentes humanos preparados com laser de Er:YAG, HOKE et al. (1990), utilizando a refrigeração com água durante o processo de ablação, observaram um aumento médio de temperatura da ordem de 2,2 °C. De acordo com os autores a utilização de um fino jato de água durante a irradiação aumenta a eficiência da ablação do laser de Er:YAG.

Com o objetivo de investigar os efeitos do laser de Er:YAG na resistência do esmalte à desmineralização ácida, MORIOKA et al. em 1991, selecionaram dentes humanos recém-extraídos e os irradiaram com energia de 0,39 / 0,92 J por pulso, desfocado, com taxas de repetição de 10, 2 e 1 pulsos por segundo (pps). A superfície do esmalte foi corada com tinta preta ou com tinta branca à prova d'água para observar-se os efeitos da coloração na resistência ao ácido. Após a realização do isolamento com verniz, deixando uma janela de 3mm de diâmetro, os espécimes foram desmineralizados com uma solução de 1 ml de 0,5 M HClO₄ por 30 segundos. A resistência ácida foi determinada pela dissolução do cálcio da superfície do esmalte. A avaliação da redução da desmineralização na subsuperfície do esmalte foi examinada através de microrradiografias. Para isso o esmalte foi exposto a 50 ml de 0,1 M de gel de lactato a um pH de 4,5 e 6 % de hidroxietil celulose a 37 °C. Após alguns dias de exposição, as lesões de cárie foram produzidas artificialmente.

Microrradiografias destas amostras foram obtidas e examinadas em microscópio óptico e eletrônico. Os resultados desta pesquisa demonstraram que uma exposição ao laser de Er:YAG causou significativa resistência à desmineralização ácida no esmalte irradiado. O esmalte corado com tinta preta produziu uma maior resistência ao ácido. Em contrapartida o esmalte corado com tinta branca causou menores danos ao esmalte.

No mesmo ano KAYANO et al., utilizando um laser de Er:YAG em tecidos duros dentais verificaram os efeitos da irradiação laser na superfície do esmalte, a possibilidade de resistência à desmineralização ácida nas margens do esmalte adjacentes à cavidade produzida pelo laser e os efeitos do laser no modo contato no esmalte, na dentina e no cimento. Os resultados deste estudo demonstraram claramente a capacidade de ablação dos tecidos duros pelo laser de Er:YAG, sem causar trincas, tanto no modo contato quanto no modo não contato. O esmalte adjacente à cavidade produzida pelo laser tornou-se ácido resistente. O tamanho e a profundidade desta cavidade foram correlacionados à espessura do esmalte e da dentina. De acordo com os autores os efeitos da vaporização são intensos porque o comprimento de onda do laser de Er:YAG coincide com o pico máximo de absorção de água no tecido. O calor gerado é dissipado rapidamente e então a área de degeneração térmica ao longo da cavidade é muito pequena.

BURKES et al. em 1992, com o propósito de avaliar a morfologia do esmalte e da dentina e as alterações térmicas pulpares após a irradiação com um laser de Er:YAG, utilizando-se ou não um jato de água durante a ablação, irradiaram dentes humanos recém-extraídos, com energia de 58 mJ com dentes mantidos secos, e de 56 mJ, 60 mJ e 95 mJ com dentes mantidos molhados com um fino jato de água, monitorado durante todo o processo de ablação. Morfologicamente, quando se

utilizou energia de 58 mJ com 10 pulsos por segundo com dentes secos, a ablação do esmalte foi considerada ineficiente. Os aumentos de temperatura registrados neste grupo variaram de 20,6 °C a 51,6 °C indicando significativo aquecimento dos dentes e da polpa. Em contrapartida utilizando-se energia de 56 mJ com 10 pulsos por segundo com os dentes mantidos umedecidos com água, a ablação dos tecidos duros ocorreu de forma tão eficiente quanto a ablação produzida quando se utilizou uma energia de 95 mJ. Em nenhum dos grupos onde os dentes foram mantidos molhados, observou-se carbonização ao redor das cavidades produzidas. Ao microscópio eletrônico de varredura as superfícies dentinárias mostraram-se com túbulos abertos sem a presença de trincas. Os aumentos de temperatura produzidos nestes grupos variaram de 19,7 °C a 29,1 °C. Os autores concluíram que os danos pulpares ocorreram em função do aumento da temperatura pulpar proveniente da falta de hidratação adequada dos dentes submetidos à irradiação com laser de Er:YAG. A adição de água durante o processo não apenas propicia mais rapidez como também promove uma maior proteção térmica à polpa.

Com o propósito de comparar a morfologia do esmalte e dentina irradiados com laser de Er:YAG e com alta rotação, GROSS et al. em 1992, selecionaram 150 dentes humanos os quais foram divididos em dois grupos: preparados com alta rotação e irradiados com laser de Er:YAG com energia variando entre 50 a 400 mJ/pulso com ou sem o uso do spray de água. Os espécimes tratados com Er:YAG sem spray mostraram ao microscópio eletrônico de varredura uma zona mais densa de resíduos quando foi comparado aos tratados com laser de Er:YAG com spray de água. Ao comparar-se o tratamento com laser e com a alta rotação os autores observaram que o esmalte mostrava-se com uma zona de detritos em forma de placas e, em alguns casos, com uma zona de prismas desintegrados. O tratamento com laser resultava em

um padrão mais retentivo e em ambos os tratamentos a dentina mostrava-se coberta por uma zona de detritos.

KELLER; HIBST (1992) realizaram o primeiro estudo clínico com laser de Er:YAG em 33 pacientes, onde foram tratados 67 dentes, com o propósito de avaliar a capacidade do laser realizar preparos cavitários sem causar danos térmicos à polpa. Utilizando uma energia que variou de 150 mJ/pulso a 450 mJ/pulso, taxa de repetição de 1 a 4 Hz, focalizado a 0,8 mm de tamanho de foco, lesões de Classe I, II, III e IV foram tratadas com laser de Er:YAG e restauradas com resina composta. De acordo com os autores a sensibilidade durante o tratamento variou em função da profundidade das cavidades. Nenhum dos dentes tratados perdeu a vitalidade ou apresentou sensibilidade à percussão, sendo o laser de Er:YAG capaz de realizar preparos cavitários sem causar danos térmicos à polpa.

Avaliando o efeito *in vitro* de três lasers na dentina e no tecido pulpar WIGDOR et al. em 1993, selecionaram 04 dentes humanos recém-extraídos nos quais foram preparadas com alta-rotação cavidades de 3 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade com o intuito de expor a dentina. Cada dente foi preparado com broca carbide nº4 montada em peça de mão de baixa velocidade, laser de CO₂ com 10,6 nm e 5 Hz de frequência, laser de Nd:YAG com 1,06 nm e laser de Er:YAG com 2,94 nm e 3 Hz de frequência sendo um dente para cada modalidade de tratamento. Para a avaliação *in vivo* da dentina e da polpa foram utilizados incisivos, caninos e pré-molares de dois cães de 2 anos de idade os quais foram submetidos aos mesmos tratamentos do estudo *in vitro* adicionando-se um grupo controle e um grupo onde o preparo do esmalte foi realizado com laser de Er:YAG. O exame em microscopia eletrônica de varredura para o estudo *in vitro* demonstrou que a dentina irradiada com laser de

Er:YAG apresentou-se com uma boa definição quando comparado aos outros lasers. Observou-se uma zona clara da dentina com ausência de danos térmicos. Tanto o laser de Nd:YAG quanto o laser de CO₂ provocaram o aparecimento de trincas na dentina. Nas amostras irradiadas com laser de CO₂ os túbulos dentinários não se mostraram evidentes e houve também um significativo aumento de fraturas na dentina. O laser de Nd:YAG causou fusão da dentina intertubular e, embora os túbulos dentinários tenham se mostrado evidentes, seus tamanhos eram variáveis e não apresentavam um padrão uniforme como o observado na dentina irradiada com laser de Er:YAG. Houve uma clara evidência dos efeitos térmicos na dentina *in vivo* causada tanto pela irradiação com laser de CO₂ quanto pela irradiação com laser de Nd:YAG. Estes efeitos apareceram como uma linha de carbonização rodeando a camada basófila na superfície dentinária sendo que, após a irradiação com Nd:YAG encontrou-se trincas na dentina, sugerindo efeitos térmicos. Não há evidências destes efeitos quando foi utilizada a alta rotação ou a irradiação com laser de Er:YAG. Este apresentou alguns debrís escuros imediatamente abaixo da superfície ablacionada, mas nenhum sinal de carbonização foi observado. Um dado de grande interesse observado *in vivo* após a irradiação com o laser de Er:YAG foi a formação, após quatro dias, de dentina reparativa logo abaixo do defeito produzido pelo laser. O mecanismo desta mudança na dentina é desconhecido, mas os autores sugerem que o laser de Er:YAG possa estimular a formação de dentina reparativa. Em função da capacidade deste laser produzir alterações na dentina similares às produzidas pela baixa rotação, sugeriu-se também que o mesmo possa ser aplicado de maneira promissora como instrumento de corte em Dentística.

Visando comparar a microinfiltração de cavidades preparadas com alta rotação e preparadas com laser de Er:YAG, WRIGHT; MCCONNEL; KELLER em 1993

selecionaram 15 molares humanos os quais foram divididos em três grupos, preparados para restaurações Classe V, com profundidade de 1 mm em dentina. O grupo I foi preparado com alta rotação seguido de condicionamento com ácido fosfórico gel a 37% . O grupo II também foi preparado com alta rotação, mas o esmalte foi condicionado com o laser de Er:YAG. O grupo III foi preparado e condicionado com laser de Er:YAG. Para o preparo das cavidades a energia utilizada foi de 300 mJ e para o condicionamento do esmalte 200 mJ. Após o preparo e restauração os espécimes foram estocados em água estéril por 90 dias, trocada a cada 24/48 horas, após o que foram imersas em nitrato de prata a 50% por 24 horas. Foram feitos cortes de 0,1 mm de espessura no sentido vestibulo-lingual. Todas as amostras foram fotografadas para slides a uma distância padronizada e após este procedimento os slides foram projetados para que fosse feita a leitura da microinfiltração que deveria seguir os seguintes critérios: 0 = ausência de microinfiltração; 1 = microinfiltração no esmalte, mas não na junção amelo-dentinária; 2 = microinfiltração na dentina, mas não na parede pulpar; 3 = microinfiltração na parede pulpar ou axial. A leitura foi realizada por três examinadores e se houvesse desacordo era feita uma nova leitura até que um consenso fosse alcançado. Os resultados de microinfiltração desta investigação demonstraram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os três grupos e que em cada grupo, três amostras mostraram grau de microinfiltração igual a zero. Os autores relataram que a margem cavo superficial produzida pelo laser de Er:YAG apresentou-se de forma irregular em comparação com a margem de esmalte produzida pelo corte realizado com a alta rotação, e esta margem poderia resultar em um aumento dos microespaços e da microinfiltração. Em contrapartida estas irregularidades poderiam aumentar o mecanismo de adesão. Nesta investigação os

resultados indicaram que o preparo e o condicionamento com Er:YAG não influenciou adversamente a microinfiltração ao redor das restaurações.

Com o intuito de avaliar a elevação de temperatura, a profundidade de corte e as mudanças estruturais produzidas por um laser de Er:YAG nos tecidos duros dentais, PAGHDIWALA; VAIDYANATHAN; PAGHDIWALA et al. (1993) selecionaram dentes humanos recém-extraídos os quais foram mantidos em solução salina para prevenir a desidratação. Usando a alta-rotação com spray água/ar as superfícies vestibular e lingual foram separadas de forma que fosse possível ter acesso à câmara pulpar. Cada amostra foi examinada através da luz polarizada para observar a presença de trincas ou fraturas e em seguida radiografada e montadas em um dispositivo especial capaz de movimentar a amostra em eixos distintos (x-y-z). Em seguida um termostato foi acoplado simultaneamente a um computador e à superfície a ser irradiada visando aferir a condução de calor durante a exposição ao laser de Er:YAG. O experimento foi dividido em três partes: na primeira parte, para quantificar as mudanças de temperatura e os efeitos morfológicos da irradiação com o laser de Er:YAG foram selecionados 27 dentes os quais foram irradiados com tempo de exposição de 1, 2 e 3 segundos com potências de 1,1, 2,2 e 3,3 W. Na segunda parte, 12 dentes foram expostos ao laser com potência de 1,1 W e tempo de exposição de 1, 2, e 3 segundos com a diferença de que um jato de água foi mantido no dente durante a irradiação com o laser. Esta parte do estudo tinha como propósito avaliar os efeitos da água durante o processo de corte. Na terceira parte do estudo, outros dentes foram expostos ao laser utilizando-se jato de água com potências de 0, 3, 0,45 e 0,6 W com tempos de 1 e 2 segundos. Os resultados demonstraram que a profundidade de corte variou significativamente em função da potência utilizada e do tempo de exposição em dentes que foram mantidos secos durante a exposição. A

elevação da temperatura média com a irradiação laser foi também influenciada tanto pela potência quanto pelo tempo de exposição. Comparando-se os dentes que foram mantidos secos e os que foram mantidos úmidos durante o processo de irradiação, encontrou-se uma melhor eficiência na ablação, uma menor elevação de temperatura e mínimos danos térmicos quando se utilizou água durante a exposição.

Com o propósito de comparar através de microscopia eletrônica de varredura a superfície dentinária de lesões cariosas cervicais removidas através de instrumentos rotatórios em baixa rotação e removidas com laser de Er:YAG, com energia de 200 mJ por pulso, densidade de energia de $56,5 \text{ J/cm}^2$ e 10 Hz de frequência, AOKI et al. (1994) verificaram que a superfície dentinária das cavidades preparadas com laser de Er:YAG apresentava-se irregular com túbulos dentinários abertos, enquanto as superfícies preparadas com baixa rotação mostravam-se coberta por lama dentinária (*smear layer*).

A literatura tem mostrado que é possível preparar cavidades com laser de Er:YAG sem provocar danos térmicos à polpa. No entanto, a influência de altas taxas de repetição na polpa tem merecido algumas considerações. Para investigar estes efeitos, foram preparadas cavidades em 36 molares e pré-molares de cães isentos de cáries. Usando um laser de Er:YAG com comprimento de onda de $2,94 \mu\text{m}$, o esmalte e a dentina foram ablacionados com energia de 500 mJ por pulso, com $250 \mu\text{s}$ e taxas de repetição de 1,5 a 4 Hz. Metade dos dentes foram irradiados com laser na ausência de água e outra metade com spray de água. As alterações pulpare foram avaliadas através de secções histológicas após 2, 4 e 6 semanas. Nas superfícies irradiadas com laser de Er:YAG na presença de água, uma reação de normalidade sem injúria térmica foi observada após a exposição ao laser mesmo quando se

utilizou taxa de repetição de 4 Hz. Quando se utilizou uma frequência maior que 2 Hz sem a adição de água durante a irradiação pôde-se observar uma reação inflamatória intensa com áreas de necrose. Concluiu-se que para taxas de repetição maiores que 2 Hz é imprescindível a utilização de um sistema de refrigeração com água durante o preparo com laser de Er:YAG para evitar causar danos térmicos à polpa (KELLER; HIBST, 1995).

Com o propósito de comparar a força de adesão da resina composta ao esmalte GROTH et al (1996) selecionaram cinquenta dentes humanos recém-extraídos, os quais foram submetidos a três diferentes técnicas: 1) apenas irradiados com laser de Er:YAG com comprimento de onda de 2,94 μm , energia por pulso de 60, 300 e 500 mJ; 2) apenas condicionados com ácido fosfórico; 3) irradiados com laser e condicionados com ácido fosfórico. Os dentes foram colocados em blocos de resina acrílica com a superfície vestibular exposta e divididos em cinco grupos de 10 dentes. O primeiro grupo (L1) foi irradiado com laser de Er:YAG com energia de 60 mJ por pulso, 10 Hz de frequência, energia total de 37 J e densidade de energia de 8,46 J/cm^2 . O segundo grupo (L2) foi irradiado com laser de Er:YAG com 300 mJ, 6 Hz, energia total de 37 J e densidade de energia de 42,32 J/cm^2 . No terceiro grupo (L3) a energia por pulso foi de 500 mJ, taxa de repetição de 2 Hz, energia total de 37 J e densidade de energia de 70,54 J/cm^2 . Um quarto grupo (Ac) foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. O quinto grupo (LA) foi duplamente condicionado: a princípio foi irradiado com laser de Er:YAG nas mesmas condições daquelas do grupo L1 (60 mJ, 10 Hz) e após este procedimento foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Em todos os grupos foi utilizado o aparelho *Kavo Key Laser 2 Er:YAG* (largura de pulso de 500 μseg) irradiado em área delimitada de 4x4 mm. O sistema adesivo (Pro-Bond/Dentsply) foi aplicado em

todos os espécimes e a resina composta (TPH/Dentsply) foi inserida de acordo com as recomendações do fabricante. Após a termociclagem (700 ciclos, 6°C e 55°C) a força de adesão foi testada. O esmalte irradiado foi observado através de microscopia eletrônica de varredura e a concentração de cálcio e fósforo foi analisada através de energia dispersiva de raios X (EDX). A irradiação com laser de Er:YAG seguida do condicionamento ácido de esmalte mostrou resultados superiores quando comparada ao condicionamento ácido convencional. O condicionamento apenas com laser de Er:YAG apresentou menor força de adesão, a qual tende a diminuir com o aumento na energia aplicada neste estudo. A modificação da superfície do esmalte pelo laser de Er:YAG antes do condicionamento ácido pode ser considerada como uma técnica alternativa para a adesão de compósitos.

O objetivo deste estudo de EDUARDO et al. (1996) foi avaliar, através de microscopia eletrônica de varredura, as mudanças morfológicas na superfície do esmalte após irradiação com laser de Er:YAG com diferentes energias, além de comparar a força de adesão de uma resina composta ao esmalte previamente condicionado com ácido fosfórico ou condicionado com laser de Er:YAG com diferentes energias. Este estudo foi, portanto dividido em duas partes: na primeira, dois terceiros molares extraídos foram submetidos à irradiação com laser de Er:YAG (2,94 μm , largura de pulso de 500 μseg) com energia de 140 mJ (densidade de energia de 19,75 J/cm^2) e 36 pulsos, enquanto dois outros dentes foram irradiados com 300 mJ (densidade de energia de 42,32 J/cm^2) e 60 pulsos, todos com taxa de repetição de 1 pulso por segundo. A irradiação era realizada no terço médio da superfície vestibular. Os espécimes foram preparados para microscopia eletrônica de varredura. Na segunda parte da pesquisa, 30 terceiros molares extraídos foram divididos em três grupos com dez amostras cada. No grupo 1 as amostras eram

condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. No grupo 2 o condicionamento era realizado através do laser de Er:YAG com 140 mJ de energia e 60 pulsos. No grupo 3 a irradiação era feita com 300 mJ de energia e 60 pulsos. Em ambos os grupos a irradiação era aplicada a uma distância de 13 mm da superfície do esmalte (modo não contato), taxa de repetição de 1 pulso por segundo durante 60 segundos, utilizando-se jato de água. O sistema adesivo foi aplicado em todos os espécimes e fotopolimerizado por 30 segundos, após o que, a resina foi aplicada e fotopolimerizada por 60 segundos. A termociclagem foi realizada com 700 ciclos, temperatura de 5°C e 55 °C, durante 60 segundos em cada banho. Em seguida os espécimes foram avaliados no que diz respeito à resistência ao cisalhamento. Os resultados obtidos após análise de variância, com nível de 0,01%, mostraram que o grupo tratado com ácido fosfórico apresentou valores significativamente maiores quando comparado aos grupos tratados com laser de Er:YAG. Quando os dois grupos tratados com laser foram comparados entre si, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada. A análise das fotomicrografias demonstrou que a irradiação com laser de Er:YAG produz significantes mudanças na superfície do esmalte. De acordo com os autores faz-se necessária a realização de futuras investigações utilizando-se outros parâmetros de energia com o laser desfocado no sentido de obter-se resultados melhores ou similares em comparação aos resultados obtidos com o condicionamento com ácido fosfórico. Outros tipos de adesivos e resinas compostas devem também ser avaliados, pois os mesmos podem interferir nos resultados. Além disso, a remoção de debris da superfície do esmalte deve ser levada em consideração.

A microinfiltração de cavidades Classe V de resinas compostas preparadas convencionalmente foi comparada com as cavidades preparadas com laser de

Er:YAG por RAMOS et al., (1996). Vinte pré-molares humanos, recém-extraídos, e adequadamente armazenados em uma solução de cloreto de sódio a 0,9%, foram divididos em três grupos, cujas cavidades foram preparados a uma profundidade de 1 mm da junção amelodentinária, com 4 mm de comprimento e 2 mm de altura. O grupo I foi preparado convencionalmente com alta-rotação utilizando-se broca diamantada nº 1090 sendo que o preparo final da cavidade era feito com a mesma broca em baixa-rotação. O bisel cavosuperficial era feito com broca diamantada 1012 e após o preparo a cavidade era condicionada com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos. No grupo II a cavidade e o esmalte cavosuperficial foram preparados com laser de Er:YAG e posteriormente eram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos. O grupo III foi preparado com laser de Er:YAG e o esmalte cavosuperficial e a dentina eram condicionados com o laser. O aparelho utilizado foi o *Kavo Key Laser 2*, comprimento de onda de 2,94 μm e duração de pulso de 250-500 μs . O preparo das cavidades era feito com o laser focado, utilizando-se 400 mJ de energia, frequência de 6 Hz e densidade de energia de 56,43 J/cm^2 . Para o preparo do esmalte cavosuperficial dos grupos II e III, o laser focado foi utilizado com energia reduzida para 60 mJ, aumento da frequência para 10 Hz e densidade de energia de 8,46 J/cm^2 . Após a aplicação do sistema adesivo (Scotchbond Multi Plus-3M) todas as restaurações de Classe V foram realizadas pela técnica incremental com a resina Z100 (3M) cor A 3,5. Após este procedimento os espécimes foram estocados por 7 dias em água destilada e em seguida todas as restaurações foram polidas com discos Sof-Lex (3M). As amostras foram termocicladas por 700 ciclos, com temperatura de 5 °C e 55 °C e depois impermeabilizadas com um esmalte cosmético vermelho, aplicado na superfície do dente, exceto na área da restauração e ao seu redor. Os espécimes foram então imersos em solução de nitrato de prata a 50 % por 8

horas na ausência de luz. Foram então expostos à luz de 250 W por 5 minutos para revelar o nitrato de prata e posteriormente inseridos em tubos de resina e seccionados no plano vertical com serra especial. A partir daí foram observados em microscópio óptico, em uma situação duplo cego, por três diferentes examinadores, que desconheciam os três tipos de preparo e os resultados dos outros examinadores. O grau de microinfiltração foi classificado seguindo-se os critérios propostos por RETIEF et al. (1982): 0 = ausência de microinfiltração; 1 = microinfiltração acima da junção amelodentinária; 2 = microinfiltração atingindo a parede lateral; 3 = microinfiltração atingindo a parede axial. Os resultados foram analisados através do teste de Friedmann e Kruskal-Wallis. O resultados mostraram que não houve diferenças significativas entre os três grupos, no entanto, pode-se observar que no grupo preparado e condicionado com laser os valores para microinfiltração foram mais baixos e os resultados foram mais homogêneos entre as amostras. Isto sugere que o laser de Er:YAG é um dispositivo viável para o preparo de cavidades Classe V.

Investigações sobre as alterações térmicas do esmalte e dentina irradiados com laser de Er:YAG, usando os métodos de ablação com e sem a utilização de água, foram realizadas por DOSTÁLOVÁ et al. (1996). Para tal, 10 dentes humanos permanentes extraídos, isentos de cárie, foram estocados em 10% de formalina neutra, limpos e rinsados com água e estocados em água destilada à temperatura ambiente. Previamente aos preparos os dentes foram secos com tecido e com ar e microrradiografias eram tiradas para verificar a presença de trincas. Estas superfícies foram então analisadas em microscopia eletrônica de varredura. Para a segunda parte deste estudo, os dentes foram preparados com laser de Er:YAG com 200 mJ de energia correspondendo a 100 W de potência, taxa de repetição de 0,5 Hz, densidade de energia de $3,2 \times 10^3 \text{ J/cm}^2$ e tempo de preparo de 5 minutos. Utilizou-se três formas

de ablação: ablação com laser sem a utilização de água, ablação com spray de água e ablação com fino jato de água. Secções longitudinais de 30-50 µm foram realizadas nos dentes intactos e as amostras eram então observadas em microscópio óptico através da luz transmitida e da luz polarizada. Os resultados demonstraram que quando a irradiação foi realizada sem água encontrou-se no esmalte fraturas e microfraturas, porém em dentina nenhuma alteração deste tipo foi observada. A ablação com spray de água não foi tão efetiva quanto a ablação com fino jato de água. O spray preenchia a cavidade durante a irradiação e, portanto o efeito do laser ficava reduzido apenas ao esmalte. Em contrapartida a utilização de fino jato de água demonstrou ser um método eficaz para prevenir fraturas durante ablação com laser de Er:YAG. As margens cavitárias, observadas através da microscopia eletrônica de varredura, se apresentavam regulares e sem a presença de fraturas ou microfraturas. Túbulos dentinários podiam ser encontrados com terminações arredondadas sem fraturas ou sinais de aquecimento do tecido. A análise dispersiva por energia de raios X mostrou que não houve alterações no conteúdo mineral do esmalte e da dentina. Os autores concluíram afirmando que a ocorrência de fraturas pode estar diretamente relacionada com o superaquecimento no esmalte durante a ablação sem a utilização de jato de água o que provoca aumento da condução de calor e conseqüentemente aumento da temperatura na dentina. A combinação da ablação com laser de Er:YAG pulsado com fino jato de água é localizada e a condução de calor é mínima, sem danos térmicos aparentes na dentina ou no esmalte. As superfícies irradiadas dissipam o calor durante o tempo entre os pulsos produzindo resultados encorajadores.

A aplicação clínica do laser de Er:YAG para cavidades Classe V foi estudada por MATSUMOTO et al. (1996). Para este estudo *in vivo* 60 dentes de 40 pacientes

entre 25 e 59 anos foram irradiados com 250 mJ de energia e 8 Hz de frequência. Os critérios de avaliação incluíam o exame da unidade, forma da cavidade, presença ou ausência de restauração anterior, tempo requerido para o preparo cavitário, severidade da dor, desconforto durante o procedimento, presença ou ausência de proteção pulpar, necessidade ou não de anestesia. Os achados clínicos eram registrados em 7 e 30 dias após as restaurações. Os resultados demonstraram que não houve reações adversas e em 80% dos casos (48 dentes) os pacientes não relataram dor durante o procedimento. Em todos os 12 dentes, nos quais os pacientes relataram dor moderada ou severa, havia sido registrada hipersensibilidade dentinária cervical nas avaliações preliminares. De acordo com os autores a utilização do laser de Er:YAG para a realização de preparos cavitários poderá ser aplicada para uso extensivo na clínica em um futuro próximo.

A adesão da resina composta à dentina foi testada quanto à resistência ao cisalhamento em dentes preparados convencionalmente com brocas e preparados com laser de Er:YAG, com taxa de repetição de 6 Hz e energia de 350 mJ por pulso, seguidos ou não de condicionamento ácido subsequente. Após os preparos os espécimes foram selecionados de forma que apresentassem uma rugosidade de superfície semelhante, pois as diferenças de rugosidade poderiam influenciar sobremaneira os resultados do teste de cisalhamento. Um total de 11 dentes irradiados com laser e 15 preparados com alta rotação foram condicionados com ácido fosfórico e, posteriormente, em todas as amostras foi aplicado um *primer* e um adesivo dentinário, o qual foi curado com laser de argônio visando padronizar a polimerização. A resina composta aplicada na seqüência também foi polimerizada com laser de argônio. Amostras de todos os grupos foram preparadas tanto para o teste de resistência ao cisalhamento quanto para microscopia eletrônica de varredura.

Os resultados deste estudo demonstraram que os espécimes irradiados com laser apresentaram maiores resultados com relação à resistência ao cisalhamento quando comparados com os espécimes preparados com laser e condicionados com ácido, preparados com alta rotação e condicionados com ácido. A análise da microscopia eletrônica de varredura das superfícies mostrou túbulos dentinários abertos tanto nos casos de irradiação com laser quanto após o condicionamento ácido. Concluiu-se que o preparo da dentina com laser de Er:YAG provê uma superfície adequada para uma forte adesão de compósitos (VISURI et al., 1996).

Para investigar a evolução da resposta pulpar de cavidades Classe V preparadas, utilizando-se spray de água, com laser de Er:YAG, com Mark III FEL (*free electron laser*) e com alta rotação, SONNTAG et al. (1996) utilizaram 133 dentes de cães que foram sistematicamente selecionados de forma que, cada grupo fosse representado por três dentes de cada quadrante de cada animal e em cada período do estudo. Quatro dentes serviram de controle. Os períodos de tratamento foram executados de forma que as observações histológicas pudessem ser feitas em 1 hora, 24 horas, 7 dias e 28 dias após os preparos cavitários. O laser de Er:YAG foi aplicado com comprimento de onda de 2,94 μm , 2,94 $\mu\text{seg/pulso}$, 56 mJ/pulso, 10 pulsos/segundo, e spot de 300 μm . O Mark III FEL utilizou como parâmetros de energia 3,0 μm de comprimento de onda, 2,0 $\mu\text{seg/pulso}$, 10 mJ/pulso, 10 pulsos/seg e 300 μm de spot. Após a irradiação, as cavidades foram restauradas com cimento óxido de zinco e eugenol, o qual manteve-se intacto durante todo o experimento. A avaliação histológica, e os níveis de resposta pulpar seguiram os seguintes critérios: grau 1 (reação normal); grau 2 (reação branda – edema, dilatação vascular, hemorragia, e ocasionalmente células inflamatórias; grau 3 (reação moderada – necrose na camada odontoblástica, edema, dilatação vascular, hemorragia, aumento do número de

células inflamatórias); grau 4 (reação severa – necrose generalizada, edema, dilatação vascular, hemorragia, aumento do número de células inflamatórias). A espessura média da dentina remanescente, a presença ou ausência de dentina reparadora, odontoblastos e bactérias foram também avaliados. Os resultados dos grupos tratados com laser de Er:YAG, Mark III FEL e com alta rotação resultaram em espécimes com reação normal ou branda em 36, 46 e 42 dentes respectivamente; reações moderadas e severas foram observadas em 7, 1 e 1 dentes respectivamente. Estes resultados levaram à conclusão que a ablação com laser de Er:YAG com spray de água controlou os efeitos deletérios da temperatura na polpa dental. O laser de Er:YAG pareceu abalar efetivamente os tecidos duros dentais *in vivo*. O Mark III FEL abalou efetivamente o esmalte e a dentina *in vivo*. Isto produziu efeitos de ablação que foram similares ao laser de Er:YAG. As alterações pulpares associadas à ablação com o FEL demonstraram respostas similares ao laser de Er:YAG e à alta-rotação, as quais foram, em geral, brandas e localizadas.

As mudanças morfológicas da superfície dentinária irradiada com laser de Er:YAG com três diferentes energias foram descritas por TANJI; MATSUMOTO; EDUARDO (1997). Para esta avaliação 35 dentes humanos recém-extraídos, apresentando a superfície dentinária vestibular exposta, foram divididos em 7 grupos de 5 espécimes cada. Os grupos 1 e 2 foram irradiados com laser de Er:YAG (comprimento de onda de 2,94 μm) usando 8,64 J/cm^2 de densidade de energia, no modo desfocado com 20 mm, utilizando-se a refrigeração com água. Os grupos 3 e 4 foram irradiados com densidade de energia de 11,29 J/cm^2 e os grupos 5 e 6 com densidade de energia de 14,11 J/cm^2 . A frequência de irradiação foi de 2 Hz para todos os grupos. O grupo 7 foi o controle, onde foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico. Os grupos 2, 4 e 6, após a irradiação foram submetidos ao

condicionamento com ácido fosfórico a 35%. As observações através de microscopia eletrônica de varredura mostraram que as melhores áreas de ablação foram encontradas quando se utilizou densidade de energia de 14,11 J/cm². A remoção da lama dentinária formada durante o preparo das amostras foi eficiente, expondo os túbulos dentinários. Os autores concluíram que a irradiação com 14,11 J/cm² propiciou um melhor padrão de retenção micromecânica para materiais restauradores.

DOSTÁLOVÁ et al. (1997) advogaram que o super aquecimento do dente, em especial, os danos pulpare causados pelo laser, podem ser evitados, se corretos parâmetros de energia forem utilizados. Para tal, 4 pré-molares humanos com extração ortodôntica indicada, foram preparados na superfície vestibular, com laser de Er:YAG, com parâmetros de energia de 150 pulsos por segundo, 345 mJ e 2 Hz de frequência. Após a irradiação os dentes foram extraídos e os procedimentos de rotina para coloração com hematoxilina e eosina foram realizados. Cento e setenta e duas secções longitudinais foram obtidas e submetidas à microscopia óptica para observação histológica da dentina e da polpa. Seguido da aplicação do laser de Er:YAG foram observadas redução da camada de dentina. Os túbulos dentinários apresentaram-se com conformação radial na medida que se dirigiam para cima. Nenhuma fratura ou injúrias estruturais foram observadas, bem como nenhuma reação inflamatória pulpar. A vascularização pulpar estava normal e os odontoblastos apresentavam-se dispostos na sua forma típica. Os resultados deste estudo preliminar *in vivo* sugeriram, dentro das condições descritas, a segurança da utilização do laser de Er:YAG para ablação do esmalte e da dentina.

Para determinar se o laser de Er:YAG poderia ser utilizado com sucesso para a remoção de cáries, preparos cavitários e condicionamento prévio à utilização de

ácido fosfórico, PELAGALLI et al. (1997) analisaram as alterações histológicas e estruturais de dentes preparados com laser e preparados com alta rotação (grupo controle). Para a remoção de cáries foram utilizados os parâmetros de energia de 80 mJ e para preparos cavitários 120 mJ, ambos com frequência entre 5 e 10 Hz. Os dentes eram tratados *in vivo* e posteriormente eram extraídos imediatamente, após 2 dias, após 1 mês e após 12 meses. De acordo com os dados obtidos, o tempo despendido para os procedimentos de remoção de cáries e preparo cavitário, foi semelhante entre o laser e o grupo controle, porém uma pequena diferença foi encontrada entre os preparos realizados em dentes anteriores e posteriores, sendo um tempo maior para estes últimos. O laser demonstrou ter vantagens distintas em relação à alta rotação por prover um mecanismo de *feedback* capaz de diferenciar regiões cariadas de regiões sadias da superfície do dente. Esta remoção seletiva da cárie possibilitou uma maior preservação da estrutura dental. A maior parte dos pacientes tratados com alta rotação necessitou de anestesia, enquanto nos tratados com laser, nenhuma anestesia foi utilizada. A análise da microscopia eletrônica de varredura demonstrou que significativa profundidade de corte foi verificada nos espécimes indicando altos níveis de ablação. Nenhuma evidência de fratura ou carbonização foi observada na superfície irradiada. Os achados histológicos confirmaram que a polpa não foi comprometida, com escores de 0 para hemorragia, 0,47 para hiperemia e 0,12 para inflamação, em uma escala de 0 a 3 onde zero significa nenhuma alteração.

NIU et al. (1998) realizaram um estudo de microinfiltração de restaurações de resina composta preparadas com laser de Er:YAG. Para esta pesquisa foram selecionados 48 dentes humanos unirradiculares os quais foram divididos em três grupos de 16 cada, onde foram preparadas cavidades tipo Classe V com laser (dois

grupos) e preparadas com alta-rotação (grupo controle). Um dos grupos preparados com laser e o grupo controle foram condicionados com ácido fosfórico a 35% previamente à realização da restauração. Após a realização das restaurações, seguindo-se as recomendações do fabricante, os dentes foram isolados com verniz, exceto na área da restauração e em suas margens. Os espécimes foram expostos ao corante Rodamina B por 48 horas a uma temperatura de 36 °C. A seguir foram seccionados no sentido transversal com 2 mm de espessura e os fragmentos foram então avaliados em lupa estereoscópica e microscopia eletrônica de varredura. A microinfiltração nas margens da cavidade foi observada em todos os três grupos, porém não foram encontradas diferenças significativas entre eles, tanto na observação com lupa estereoscópica quanto na microscopia eletrônica de varredura. Estes resultados sugerem que a microinfiltração de cavidades preparadas com laser de Er:YAG apresentaram o mesmo nível das cavidades preparadas com alta-rotação na metodologia empregada.

No mesmo ano DOSTÁLOVÁ et al., compararam os efeitos da ablação do laser de Er:YAG com os métodos convencionais de preparo com alta rotação. Vinte dentes humanos extraídos foram utilizados e seccionados longitudinalmente em fatias de 5-7 mm de espessura, mantidos em solução salina e fixados com a superfície do esmalte voltada para cima. Na superfície de cada dente uma cavidade de forma oval foi preparada por duas técnicas: uma utilizando alta-rotação e broca e outra utilizando o laser de Er:YAG com energia de 400 mJ, taxa de repetição de 2 Hz e 200 pulsos por segundo. A análise em microscopia eletrônica de varredura dos espécimes preparados convencionalmente mostrou esmalte com aspecto polido e dentina com presença de smear layer, enquanto os preparados com laser apresentaram cavidades de superfície rugosa, túbulos dentinários abertos e sem

smear layer. Os autores concluíram que é possível a realização de preparos cavitários com laser de Er:YAG com forma semelhante aos preparos realizados convencionalmente com alta-rotação, porém com uma superfície rugosa e sem a lama dentinária, podendo portanto ser considerado um sistema promissor para esta finalidade.

Estudos prévios tem demonstrado que o laser de Er:YAG pode ser usado para preparar cavidades de forma eficiente sem causar danos térmicos aos tecidos duros adjacentes e tecidos moles. Para investigar a resposta de pacientes submetidos a preparos cavitários com laser de Er:YAG um estudo clínico prospectivo foi realizado por KELLER et al. em 1998 em cinco universidades alemãs durante dois anos. Visando avaliar a percepção dos pacientes e a resposta quanto aos preparos cavitários, uma comparação direta foi feita entre o preparo mecânico convencional e o preparo com laser de Er:YAG de cáries nos tecidos duros dentais. Para este trabalho 206 preparos foram realizados sendo que a metade dos dentes foi irradiada com laser de Er:YAG com parâmetros de energia de 250 mJ e 400 mJ com taxas de repetição de 2- 4 Hz para o esmalte e 150 mJ e 300 mJ com 1-3 Hz de frequência para a dentina, no modo não contato, com spray de água. A outra metade foi preparada com alta e baixa rotação com refrigeração. Imediatamente após os preparos os pacientes foram questionados quanto à sensibilidade baseados nos escores confortável, desconfortável e muito desconfortável. O desconforto era considerado quando havia dor e sensação desagradável de barulho, vibração, odor e o paciente deveria distinguir qual dos dois tratamentos era mais desconfortável, indicando inclusive, que forma de tratamento ele iria preferir caso fosse necessária uma intervenção futura. A técnica era classificada como bem sucedida se o dente apresentasse com teste de vitalidade positivo e sem sintomas clínicos. Todos os

dentados tratados apresentaram teste de vitalidade positivo antes e após os dois tipos de tratamento, porém, o laser de Er:YAG mostrou ser mais confortável do que o tratamento mecânico convencional de forma estaticamente significativa. Durante o tratamento a necessidade de anestesia local foi de 11 % para o preparo mecânico contra 6 % para o preparo com laser de Er:YAG e 80 % dos pacientes relataram que o preparo mecânico foi mais desconfortável que o laser. No entanto, o tempo de trabalho foi duas vezes maior quando se utilizou o laser em relação à alta rotação. De acordo com este estudo pode-se concluir que a aplicação de uma sistema laser de Er:YAG é a alternativa mais confortável para a realização de preparos cavitários podendo também ser aplicado como método auxiliar da preparação mecânica.

MARAJON et al. (1998) apresentaram um estudo sobre a ablação com laser de Er:YAG para tecidos duros dentais sem a utilização da água no sítio de interação. Esta forma de irradiação tem especial interesse para aplicação em dentística quando é desejável condicionar a superfície dental com o propósito de aumentar a adesão de compósitos à estrutura dental. Os autores focalizaram a influência da duração do pulso do laser na eficiência da ablação. Em primeiro lugar foi aplicado o laser com comprimento de pulso de 100 μ s, 300 μ s, 600 μ s e 1 ms com tamanho de spot de 0,53 a 0,63 mm, taxa de repetição de 5 Hz variando a energia para o esmalte e para a dentina. Para análise dos resultados foi utilizado um modelo analítico de varredura de debris. Posteriormente, o comportamento da eficiência da ablação do laser em baixa frequência e longo comprimento de pulso, foi explicado através de um modelo analítico simples de difusão de calor, durante o pulso do laser, complementando um rigoroso e complexo cálculo dos danos térmicos provenientes da ablação. Todo este processo resultou em uma fórmula do intervalo de frequência, na qual, a redução da eficiência da ablação e os excessivos danos térmicos puderam ser explicados em

função da duração do pulso e das propriedades térmicas dos tecidos tratados. Os resultados deste estudo demonstraram que em pulsos curtos, o início da ablação é rápido, em ambos os tecidos testados, e a profundidade da cavidade aumenta logaritmicamente com a aplicação da frequência do laser, como resultado da varredura dos debrís no centro da cavidade. Em pulsos longos a eficiência da ablação é reduzida de forma significativa e este efeito pode ser atribuído à difusão de calor na região irradiada durante o pulso do laser.

O propósito deste estudo de RAMOS (1998) foi avaliar através de lupa estereoscópica e microscopia eletrônica de varredura e caracterizar através de análise por energia dispersiva de raios X, os graus de microinfiltração marginal encontrados em cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG em comparação com os graus encontrados nas cavidades preparadas com alta rotação. Para este estudo 36 terceiros molares foram selecionados e divididos em três grupos: grupo 1 - preparo com alta rotação e condicionamento com ácido fosfórico a 35 %; grupo 2 - preparado com laser de Er:YAG com energia de 400 mJ e 6 Hz de frequência e condicionamento com ácido fosfórico a 35 %; grupo 3 - preparo com laser de Er:YAG com energia de 400 mJ e 6 Hz de frequência e condicionamento com laser de Er:YAG com energia de 60 mJ e frequência de 10 Hz. Após os preparos todos os espécimes foram restaurados com o sistema adesivo Single Bond (3M) e resina composta Z100 (3M). Após o polimento foram termociclados (5 °C e 55 °C) imersos em solução de nitrato de prata a 50 % por 24 horas, em total ausência de luz, e posteriormente revelados em solução sob luz fluorescente durante 6 horas. As amostras foram então seccionadas e preparadas para análise em lupa estereoscópica, microscopia eletrônica de varredura e análise química por energia dispersiva de raios X. Os resultados indicaram que os menores graus de microinfiltração foram obtidos

nos grupo preparado com alta rotação e no grupo preparado com laser, ambos condicionados com ácido fosfórico (grupos 1 e 2). De acordo com o autor o laser de Er:YAG pode ser utilizado para a execução de preparos cavitários Classe V de forma semelhante à alta rotação, desde que, após o tratamento com laser, a superfície seja condicionada com ácido fosfórico.

KATAUMI et al. (1998) realizaram um teste de microtração e análise em microscopia eletrônica de varredura da interface de uma dentina irradiada com laser, seguida da aplicação do adesivo dentinário, com ou sem a utilização do condicionamento ácido do esmalte. Quarenta e dois dentes humanos recém-extraídos foram utilizados para este estudo. A superfície oclusal dos dentes foi removida, a estrutura dentinária foi polida e os dentes foram divididos aleatoriamente em grupos para o teste de tração e para a análise em microscopia. Para o teste de tração 20 dentes foram divididos em três grupos: grupo A (controle) no qual a superfície dentinária foi condicionada com ácido fosfórico a 35% por 40 segundos, lavado e seco com jato de ar e o adesivo foi aplicado, levemente seco e fotopolimerizado por 10 segundos; grupo B onde a superfície dentinária foi irradiada com um aparelho de Er:YAG com comprimento de onda de 2,94 μm , energia de 126 mJ por pulso e 10 pulsos por segundo, seguido dos mesmos procedimentos do grupo A. O grupo C foi realizado do mesmo modo que o grupo B sem a utilização do agente condicionador. Todos os espécimes foram restaurados com resina composta. Quatro a seis cortes de aproximadamente 1 mm de espessura foram feitos, perpendicularmente à interface dente/restauração, e a área de adesão foi calculada mensurando a largura e espessura do ponto mais estreito com compasso digital antes do teste. Os espécimes foram colocados em uma máquina universal para teste de tração com velocidade de 1mm/min. Para a observação em microscopia eletrônica de varredura da interface

resina/dentina, 18 dentes foram divididos aleatoriamente em um grupo controle e dois grupos experimentais. Metade dos espécimes foi condicionada por 5 segundos com ácido fosfórico a 10 % e em solução de hipoclorito de sódio a 5 % para melhorar a superfície entre a camada híbrida e a dentina subjacente. A outra metade foi apenas polida e todas amostras foram metalizadas com ouro para análise em microscopia eletrônica de varredura. Para a observação da superfície dentinária em microscopia eletrônica de varredura, 12 dentes foram aleatoriamente divididos em um grupo controle (N) e três grupos experimentais (A, B e C). No grupo N a superfície dentinária foi polida; no grupo A além do polimento a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37 % por 40 segundos, seguida de lavagem e secagem com ar. No grupo B a superfície dentinária foi uniformemente irradiada com laser de Er:YAG com 126 mJ por pulso, com spray de água. Para o grupo C foram feitos os mesmos procedimentos do grupo B acrescentando-se o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 40 segundos, lavagem e secagem com jato de ar. Todos os espécimes foram metalizados com ouro para observação em microscopia eletrônica de varredura para avaliação da morfologia da superfície dentinária irradiada e os efeitos do agente condicionador na dentina após o laser. Os resultados demonstraram que não houve diferenças significativas na força de adesão entre a dentina irradiada e a dentina não irradiada quando foi usado o condicionamento ácido. A superfície dentinária irradiada apresentou-se livre de lama dentinária ou plugs e os túbulos dentinários encontravam-se abertos. Adicionalmente o condicionamento com ácido fosfórico desmineralizou levemente a área irradiada, deixando a superfície dentinária intertubular rugosa e uma considerável quantidade de dentina peritubular. O laser de Er:YAG afetou não apenas a superfície dentinária

mas também a subsuperfície. De acordo com os autores a irradiação laser aumentou a resistência ácida da dentina peritubular.

Com o propósito de investigar as alterações morfológicas do esmalte e dentina humanos irradiados com laser de Er:YAG, TOKONABE et al. (1999) selecionaram 20 incisivos para o estudo do esmalte e 20 molares para o estudo da dentina. O laser foi aplicado no modo focado com energia de 300 mJ por 5 segundos, na presença de um fino jato de água. Após a irradiação as mudanças morfológicas no esmalte e na dentina foram observadas através de lupa estereoscópica. Em seguida as amostras foram fixadas em solução de álcool a 70 %, descalcificadas e fixadas em parafina. Após a realização dos cortes de 4 a 5 μm de espessura os espécimes foram submetidos à coloração com hematoxilina e eosina. Em função da descalcificação das amostras, apenas o estudo da dentina pôde ser realizado. Finalmente, após os espécimes terem sido secos o suficiente, de acordo com as normas estabelecidas para o estudo, as mudanças morfológicas foram observadas através de microscopia eletrônica de varredura. Os elementos químicos foram analisados através de energia dispersiva de raios X (EDX). Uma parte das amostras e a estrutura das superfícies dos dentes foi observada através de um microscópio de varredura à laser. Um computador foi utilizado para realização das imagens gráficas na área das cavidades produzidas pelo laser, em três dimensões. Os resultados deste estudo demonstraram que não houve zonas de carbonização ou fusão no esmalte ou dentina. A área irradiada mostrou uma definida margem de corte entre a área irradiada e a área não irradiada no esmalte. Tanto nas paredes como no centro da cavidade houve a formação de uma área com aspecto de camadas. A área irradiada também apresentou uma definida margem de corte na dentina e uma estreita zona correspondente a danos térmicos. Nenhuma lama dentinária estava presente no centro da área irradiada e os

túbulos dentinários apresentaram-se abertos. O exame histológico do defeito produzido pela irradiação com laser de Er:YAG revelou a presença de uma fina linha basofílica no centro e ao redor das paredes da cavidade. Pode-se dizer que devido aos mínimos danos térmicos houve uma pequena mudança morfológica. Observada em três dimensões, com o auxílio de um microscópio de varredura à laser, a profundidade da cavidade no esmalte não se apresentou de forma constante, porém na dentina a superfície apresentava-se relativamente polida e não mostrou muitas irregularidades na sua forma. A análise por energia dispersiva de raios X (EDX) evidenciou pico de cálcio e fosfato, tanto em peso quanto em número de átomos com valores dentro da normalidade. Estes dados revelaram que o laser de Er:YAG pode produzir defeitos em dentes humanos com mínimos danos térmicos aos tecidos vizinhos.

Este estudo de HOSSAIN et al. (1999) foi realizado com a finalidade de determinar quantitativamente as taxas de ablação e avaliar as mudanças morfológicas no esmalte e dentina humanos, irradiados com laser de Er:YAG, com ou sem a utilização de spray de água. Para tal, 40 incisivos foram utilizados para o estudo do esmalte e 40 molares para o estudo da dentina. Antes da irradiação as amostras foram divididas em quatro grupos: grupo 1 (20 incisivos irradiados na superfície do esmalte na presença de água); grupo 2 (20 incisivos irradiados na superfície do esmalte na ausência de água), grupo 3 (20 molares irradiados na superfície da dentina na presença de água) e grupo 4 (20 molares irradiados na superfície da dentina na ausência de água). Um sistema laser de Er:YAG foi utilizado no modo focado, sendo que cada amostra foi irradiada em quatro locais distintos com energias de 100, 200, 300 e 400 mJ, frequência de 2 Hz por 5 segundos. Metade das amostras foi usada para o estudo das taxas de ablação e outra metade foi usada para o estudo da

morfologia. Os resultados do estudo das taxas de ablação demonstraram que em todos os parâmetros de energia utilizados, com ou sem a presença de água, houve a formação de cavidades nos dentes irradiados. A relação entre a profundidade de ablação e a energia por pulso foi quase linear, tanto no esmalte quanto na dentina, sendo que na dentina a eficiência da ablação foi maior. Na ausência de água a profundidade de ablação foi ligeiramente maior que na presença de água, porém, a análise morfológica mostrou que, ao aumentar-se a energia na ausência de água, áreas de carbonização e fusão eram reconhecidas nas margens da cavidade, sugestivas de efeitos térmicos nos tecidos irradiados. A microscopia eletrônica de varredura mostrou que no esmalte, as margens das cavidades apresentavam-se em camadas enquanto no centro havia uma depressão. Na dentina, em altas energias, uma zona de carbonização de coloração marrom era reconhecida nas margens e nas paredes das cavidades. Estas depressões ou formações em camadas, que foram produzidas nas superfícies quando foram irradiadas na ausência de água, podem ter sido devido à alta temperatura gerada no centro do defeito. Este fenômeno, no entanto, não foi observado na presença de água. Estes achados sugeriram que o laser de Er:YAG utilizado na presença de água poderia produzir cavidades sem sinais de danos térmicos no esmalte e na dentina.

JAYAWARDENA et al. (1999) realizaram um estudo que teve como propósito investigar a resposta decorrente da exposição pulpar com laser de Er:YAG. Um total de 40 primeiros molares superiores de ratos foram divididos em grupo experimental e grupo controle. No grupo experimental o laser de Er:YAG foi dirigido para a superfície mesial do primeiro molar até que fosse conseguida uma pequena exposição da polpa. As condições de irradiação foram de 200 mJ por pulso e 10 pulsos por segundo. As cavidades foram limpas, secas, e a superfície exposta foi

coberta com cimento de hidróxido de cálcio previamente à restauração. No grupo controle a polpa foi exposta utilizando-se alta rotação e os procedimentos subseqüentes foram os mesmos do grupo experimental. Os ratos foram sacrificados imediatamente após as restaurações e seqüencialmente até duas semanas. Os resultados do exame histopatológico revelaram que, no grupo experimental, a osteodentina estava formada adjacente à parede dentinária que foi exposta no terceiro dia e foi avançando em direção à área exposta. No final da segunda semana, uma área de osteodentina mais larga estava formada e, como resultado, cobria a maior parte da zona exposta. Em volta da camada de cimento de hidróxido de cálcio foi observada uma área de tecido necrótico. Em contraste, o grupo controle mostrou uma menor quantidade de tecido calcificado (osteodentina), o qual foi formado abaixo da camada de cimento de hidróxido de cálcio. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG pode ser usado de forma efetiva como uma técnica alternativa para preparos cavitários, mesmo nos casos de cáries profundas onde uma exposição pulpar accidental poderá ocorrer. No entanto, alguns cuidados devem ser tomados pela possibilidade de aparecimento de tecido necrótico no pós-operatório de dentes irradiados, cuja polpa foi exposta com laser de Er:YAG .

ARMENGOL et al. (2000) procurando comparar lesões de cárie tratadas com laser de Er:YAG e com métodos convencionais, selecionaram 30 dentes humanos recém extraídos e os dividiram em dois grupos. No primeiro grupo as lesões foram tratadas pela técnica convencional com brocas e alta rotação e no segundo grupo com o laser de Er:YAG. Para a dentina foi requerida uma energia de 300 mJ e 3 Hz e para o esmalte, 350 mJ e 3 Hz. Após os tratamentos os dentes foram preparados para análise em microscopia eletrônica de varredura. Nos dentes irradiados com laser de Er:YAG observou-se uma superfície rugosa em forma de escamas e escalas com

reentrâncias sugestivas de um possível aumento da adesividade da restauração à dentina. Os autores recomendaram o uso do laser de Er:YAG para o tratamento de lesões de cárie e para a realização de preparos cavitários *in vitro*.

LIZARELLI et al. (2000) realizaram um estudo comparativo entre alta-rotação e laser de Er:YAG no que diz respeito à microinfiltração de cavidades Classe V restauradas com resina composta. Com este propósito 5 molares humanos foram divididos em 4 grupos: grupo I (preparo cavitário com laser de Er:YAG, agente adesivo e resina composta); grupo II (preparo cavitário com laser de Er:YAG, condicionamento com ácido fosfórico a 35 %, agente adesivo e resina composta); grupo III (preparo cavitário com alta rotação, agente adesivo e resina composta) e grupo IV (preparo cavitário com alta rotação, condicionamento com ácido fosfórico a 35 %, agente adesivo e resina composta). As cavidades foram preparadas nas superfícies, vestibular, lingual, mesial e distal, de forma que em cada dente fossem realizados todos os tipos de tratamento. Os parâmetros de energia utilizados foram de 300 mJ, 6 Hz, 134 J e 447 pulsos, com tempo de exposição de 1 minuto e 15 segundos para cada amostra. Os espécimes foram termociclados e colocados em solução com nitrato de prata, e foram seccionados longitudinalmente com discos de diamante em três partes (mesial, intermediária e distal) para observação das paredes oclusal e cervical em lupa estereoscópica com aumento de 40 vezes. Os resultados deste estudo demonstraram que houve diferenças estatisticamente significantes ao nível de 5 % apenas entre os grupos I e IV e estes resultados sugerem um comportamento melhor quanto à microinfiltração do grupo que foi preparado com alta rotação e condicionado com ácido em relação ao grupo que foi preparado com laser de Er:YAG sem o uso do agente condicionador. De acordo com os autores, o condicionamento com ácido fosfórico a 35 % deve ser utilizado na superfície

irradiada com laser de Er:YAG, previamente ao uso do agente adesivo, em prol de diminuir os graus de microinfiltração. Sugeriu-se ainda que outras alternativas devam ser estudadas para melhorar a adaptação do material restaurador após o preparo com laser de Er:YAG, como o re-umedecimento da superfície irradiada antes da aplicação do agente adesivo, ou ainda, o desenvolvimento de novos sistemas adesivos mais apropriados para procedimentos realizados com o laser.

3.0 PROPOSIÇÕES

Os propósitos deste estudo *in vitro* foram:

1. Avaliar a microinfiltração de cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação, frente ao uso de substâncias re-umedecedoras (*primer* ou água destilada) utilizando-se ou não o condicionamento ácido.
2. Avaliar a morfologia do esmalte e da dentina resultante do preparo cavitário com laser de Er:YAG e com alta rotação, através de microscopia eletrônica de varredura.
3. Analisar quimicamente a proporção atômica dos elementos cálcio e fósforo, em esmalte e dentina, de cavidades preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação, através de energia dispersiva de raios X (EDX).

4.0 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção dos dentes

Para a realização do presente estudo foram coletados 85 terceiros molares humanos, recém-extraídos por indicação cirúrgica, de indivíduos na faixa etária de 19 a 27 anos, isentos de cárie, mantidos em soro fisiológico, o qual foi substituído semanalmente, por um período de 90 dias, doados pela Disciplina de Clínica Odontológica III da UEFS.

Com o auxílio de curetas periodontais, todos os resíduos de tecido periodontal e fragmentos ósseos foram removidos. Os dentes foram lavados em água corrente e polidos com pasta de pedra pomes e água, com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo¹. Decorrida a limpeza os dentes foram examinados em lupa estereoscópica ZEISS² com aumento de 60 vezes, com o propósito de detectar possíveis trincas ou alterações estruturais que pudessem comprometer o experimento. Foram selecionados cinquenta e um dentes, por estarem livres de trincas e fraturas, os quais foram esterilizados em autoclave³, seguindo-se as recomendações de De WALD, 1997; AMAECHI, 1998, em recipiente de vidro contendo água destilada, vedado com papel *kraft* e fita adesiva para evitar a desidratação durante o processo. Após este procedimento, os dentes foram novamente examinados em lupa estereoscópica para verificar a integridade dos mesmos, e em seguida foram mantidos em água destilada em estufa a 37 °C até o momento da realização dos preparos.

¹Dabi Atlante S/A, Ribeirão Preto – SP, Brasil

²ZEISS West Germany

³Cristófoli Equipamentos de Biossegurança LTDA/ Campo Mourão – PR, Brasil

Dos 51 dentes utilizados neste estudo, 45 dentes foram escolhidos aleatoriamente para o estudo de microinfiltração e 06 para o estudo da análise morfológica por microscopia eletrônica de varredura e para a análise química por energia dispersiva de raios X (EDX).

4.2 Divisão dos grupos para o teste de microinfiltração

Os 45 dentes utilizados para o estudo da microinfiltração foram divididos aleatoriamente em 9 grupos, onde foram preparadas cavidades nas superfícies vestibular e lingual, da seguinte maneira:

4.2.1 Grupo I

Este grupo foi preparado utilizando-se a alta rotação¹. Todas as cavidades Classe V preparadas foram padronizadas e previamente desenhadas com grafite 0,5 mm, de forma que a parede cervical ficasse 0,3mm abaixo da junção cimento/esmalte com as seguintes características:

- Extensão ocluso-cervical _____ 2,0 mm
- Extensão mésio distal _____ 3,0 mm
- Profundidade _____ 2,0 mm

¹Dabi Atlante S/A, Ribeirão Preto – SP, Brasil

As cavidades foram preparadas com alta rotação, utilizando-se brocas de tungstênio nº 245¹, substituídas a cada cinco preparos, montadas em turbina pneumática tipo colchão de ar, com velocidade angular em giro livre de 300.000 r.p.m. refrigerada com spray ar/água destilada. As dimensões das cavidades eram checadas com o auxílio de lupa milimetrada² e a profundidade aferida com o tamanho da broca utilizada.

Para a realização das restaurações os seguintes passos foram executados:

- após a profilaxia com pasta de pedra pomes e água com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo, as cavidades foram lavadas por 5 segundos com seringa tríplice, secas suavemente por 3 segundos;
- o esmalte e a dentina foram condicionados com ácido fosfórico³ a 35% por 15 segundos, lavados por 10 segundos e o excesso de água retirado com pontas de papel absorvente⁴ nº 80;
- aplicação do adesivo Single Bond⁵ em duas camadas consecutivas, de oclusal para cervical com pincéis descartáveis, secagem suave por 3 segundos e fotopolimerização por 10 segundos;
- inserção da resina composta Filtek Z250⁶ nas cavidades de acordo com a técnica proposta por HANSEN (1986) descrita a seguir:

¹Densco Bur – U.S.A

²Lupa milimetrada INTEX Contafio 10 X – SP, Brasil

^{3, 5, 6}3M Dental Products, St. Paul –MN, U.S.A.

⁴Dentsply Industria e Comércio Ltda, Petrópolis -RJ, Brasil

O primeiro incremento foi inserido e acomodado na cavidade de forma oblíqua, com o auxílio de uma espátula anti-aderente¹ para resina composta, em contato com as paredes cervical e distal da cavidade, e em seguida foi fotopolimerizado por 20 segundos. A ponta do aparelho foi mantida a uma distância de 0,5mm da restauração durante todo o processo de fotopolimerização. O segundo incremento foi inserido também de forma oblíqua, porém fazia contato com as paredes oclusal e mesial da cavidade, e em seguida foi fotopolimerizado por 20 segundos. O terceiro incremento foi acomodado de forma a preencher toda a cavidade e promover o vedamento do ângulo cavo-superficial, e em seguida foi fotopolimerizado por 20 segundos. Utilizou-se um aparelho fotopolimerizador² com ponteira em fibra ótica de 8 mm² de diâmetro, com intensidade de luz de aproximadamente 860 mw/cm² aferida por radiômetro³, de acordo com as recomendações de ARAÚJO; ARAÚJO; MENDES, 1996;

- após a fotopolimerização os dentes foram adequadamente armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37°C por um período de 24 horas;
- acabamento e polimento das restaurações com discos de óxido de alumínio, Sof-Lex Pop On⁴ em ordem decrescente de abrasividade, de acordo com as recomendações do fabricante, substituídos seqüencialmente a cada três corpos-de-prova;

¹ Thompson, TTG nº 2 U.S.A.

²Ultralux Eletronic Dabi Atlante S/A, Ribeirão Preto – SP, Brasil

³ Laser Power Meter – Field Master- Coherent Inc, U.S.A.

⁴ 3M Dental Products, St. Paul – MN, U.S.A.

- após o acabamento e polimento das restaurações, os dentes foram armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C até o momento da realização do teste de microinfiltração.

4.2.2 Grupo II

Este grupo foi preparado com alta rotação, seguindo-se os mesmos procedimentos realizados no grupo I.

Para a realização das restaurações os seguintes passos foram executados:

- após a profilaxia com pasta de pedra pomes e água com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo, as cavidades foram lavadas por 5 segundos com seringa tríplice, secas suavemente por 3 segundos;
- o esmalte e a dentina foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavados por 10 segundos e o excesso de água retirado com pontas de papel absorvente nº 80;
- o *primer*¹ do Scotchbond Multi-Purpose foi aplicado durante 60 segundos com o auxílio de pincéis descartáveis, com o propósito de re-umedecer as cavidades;
- secagem suave das cavidades com jato de ar por 5 segundos;

- aplicação do adesivo Single Bond em duas camadas consecutivas, de oclusal para cervical com pincéis descartáveis, secagem suave por 3 segundos e fotopolimerização por 10 segundos;
- inserção da resina composta Filtek Z250 nas cavidades de acordo com a técnica descrita no grupo I;
- após a fotopolimerização os dentes foram adequadamente armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C por um período de 24 horas;
- acabamento e polimento das restaurações com discos de óxido de alumínio, Sof-Lex Pop On em ordem decrescente de abrasividade, de acordo com as recomendações do fabricante, substituídos seqüencialmente a cada três corpos-de-prova;
- após o acabamento e polimento das restaurações os dentes foram armazenados em água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C até o momento da realização do teste de microinfiltração.

4.2.3 Grupo III

Este grupo foi preparado com alta rotação, seguindo-se os mesmos procedimentos realizados no grupo I.

Para a realização das restaurações os seguintes passos foram executados:

- após a profilaxia com pasta de pedra pomes e água com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo, as cavidades foram

- lavadas por 5 segundos com seringa tríplice, secas suavemente por 3 segundos;
- o esmalte e a dentina foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavados por 10 segundos e o excesso de água foi retirado com pontas de papel absorvente nº 80;
 - a água destilada foi aplicada durante 60 segundos com o auxílio de pincéis descartáveis, com o propósito de re-umedecer as cavidades;
 - secagem suave da cavidade com jato de ar por 5 segundos;
 - aplicação do adesivo Single Bond em duas camadas consecutivas de oclusal para cervical, com pincéis descartáveis, secagem suave por 3 segundos e fotopolimerização por 10 segundos;
 - inserção da resina composta Filtek Z250 nas cavidades de acordo com a técnica descrita no grupo I;
 - após a fotopolimerização os dentes foram adequadamente armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C por um período de 24 horas;
 - acabamento e polimento das restaurações com discos de óxido de alumínio, Sof-Lex Pop On em ordem decrescente de abrasividade, de acordo com as recomendações do fabricante, substituídos seqüencialmente a cada três corpos-de-prova;
 - após o acabamento e polimento das restaurações os dentes foram armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C até o momento da realização do teste de microinfiltração.
 -

4.2.4 Grupo IV

Neste grupo os preparos cavitários foram realizados com o laser de Er:YAG, cujo meio ativo é um cristal de ítrio – alumínio – granada dopado com érbio.

Os preparos Classe V foram padronizados da mesma maneira dos grupos I, II e III, com dimensões checadas com lupa milimetrada e profundidade aferida pelo comprimento da broca de tungstênio nº 245, a qual era suavemente tocada na cavidade, obtendo-se assim as mesmas referências utilizadas nos grupos anteriores.

O laser de Er:YAG modelo S Twinlight da Fotona¹, comprimento de onda de 2940 nm, foi usado com energia de 300 mJ por pulso, 10 Hz de frequência, largura de pulso de 200 a 400 μ s, 3 W de potência, resultando em 270 J por preparo e uma densidade de energia por pulso de 161,29 mJ/cm² por pulso, modo não contato, focado a 15 mm do tecido alvo, com tempo médio de 90 segundos para cada preparo. Os preparos foram realizados em presença de água, com o auxílio de um sugador de alta potência. Todas as normas de segurança estabelecidas pela FDA (*Food and Drug Administration*) para o uso do laser foram rigorosamente seguidas.

Para a realização das restaurações os seguintes passos foram executados:

- após a profilaxia com pasta de pedra pomes e água com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo, as cavidades foram lavadas por 5 segundos com seringa tríplice, secas suavemente por 3 s;

¹ Fotona Medical Lasers Twinlight Model S Série 99000374

- o esmalte e a dentina foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavados por 10 segundos e o excesso de água retirado com pontas de papel absorvente nº 80;
- aplicação do adesivo Single Bond em duas camadas consecutivas, de oclusal para cervical com pincéis descartáveis, secagem suave por 3 segundos e fotopolimerização por 10 segundos;
- inserção da resina composta Filtek Z250 nas cavidades de acordo com a técnica descrita no grupo I;
- após a fotopolimerização os dentes foram adequadamente armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C por um período de 24 horas;
- acabamento e polimento das restaurações com discos de óxido de alumínio, Sof-Lex Pop On em ordem decrescente de abrasividade, de acordo com as recomendações do fabricante, substituídos seqüencialmente a cada três corpos-de-prova;
- após o acabamento e polimento das restaurações os dentes foram armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37°C até o momento da realização do teste de microinfiltração.

4.2.5 Grupo V

Neste grupo os preparos cavitários foram realizados com laser de Er:YAG, seguindo-se os mesmos procedimentos do grupo IV.

Para a realização das restaurações os seguintes passos foram executados:

- após a profilaxia com pasta de pedra pomes e água com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo, as cavidades foram lavadas por 5 segundos com seringa tríplice, secas suavemente por 3 segundos;
- o esmalte e a dentina foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavados por 10 segundos e o excesso de água retirado com pontas de papel absorvente nº 80;
- o *primer* do Scotchbond Multi-Purpose foi aplicado durante 60 segundos com o auxílio de pincéis descartáveis, com o propósito de re-umedecer as cavidades;
- secagem suave das cavidades com jato de ar por 5 segundos;
- aplicação do adesivo Single Bond em duas camadas consecutivas de oclusal para cervical, com pincéis descartáveis, secagem suave por 3 segundos e fotopolimerização por 10 segundos;
- inserção da resina composta Filtek Z250 nas cavidades de acordo com a técnica descrita no grupo I;

- após a fotopolimerização dos dentes foram adequadamente armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C por um período de 24 horas;
- acabamento e polimento das restaurações com discos de óxido de alumínio, Sof-Lex Pop On em ordem decrescente de abrasividade, de acordo com as recomendações do fabricante, substituídos seqüencialmente a cada três corpos-de-prova;
- após o acabamento e polimento das restaurações os dentes foram armazenados em água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C até o momento da realização do teste de microinfiltração.

4.2.6 Grupo VI

Neste grupo os preparos cavitários foram realizados com laser de Er:YAG, seguindo-se os mesmos procedimentos do grupo IV.

Para a realização das restaurações os seguintes passos foram executados:

- após a profilaxia com pasta de pedra pomes e água com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo, as cavidades foram lavadas por 5 segundos com seringa tríplice, secas suavemente por 3 segundos;

- o esmalte e a dentina foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, lavados por 10 segundos e o excesso de água retirado com pontas de papel absorvente nº 80;
- a água destilada foi aplicada durante 60 segundos com o auxílio de pincéis descartáveis, com o propósito de re-umedecer as cavidades;
- secagem suave das cavidades com jato de ar por 5 segundos;
- aplicação do adesivo Single Bond em duas camadas consecutivas de oclusal para cervical com pincéis descartáveis, secagem suave por 3 segundos e fotopolimerização por 10 segundos;
- inserção da resina composta Filtek Z250 nas cavidades de acordo com a técnica descrita no grupo I;
- após a fotopolimerização os dentes foram adequadamente armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C por um período de 24 horas;
- acabamento e polimento das restaurações com discos de óxido de alumínio, Sof-Lex Pop On em ordem decrescente de abrasividade, de acordo com as recomendações do fabricante, substituídos sequencialmente a cada três corpos-de-prova;
- após o acabamento e polimento das restaurações os dentes foram armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37°C até o momento da realização do teste de microinfiltração.

4.2.7 Grupo VII

Neste grupo os preparos cavitários foram realizados com laser de Er:YAG, seguindo-se os mesmos procedimentos realizados no grupo IV.

Para a realização das restaurações os seguintes passos foram executados:

- após a profilaxia com pasta de pedra pomes e água com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo, as cavidades foram lavadas por 5 segundos com seringa tríplice, secas suavemente por 3 segundos;
- aplicação do adesivo Single Bond em duas camadas consecutivas de oclusal para cervical com pincéis descartáveis, secagem suave por 3 segundos e fotopolimerização por 10 segundos;
- inserção da resina composta Filtek Z250 nas cavidades de acordo com a técnica descrita no grupo I;
- após a fotopolimerização os dentes foram adequadamente armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C por um período de 24 horas;
- acabamento e polimento das restaurações com discos de óxido de alumínio, Sof-Lex Pop On em ordem decrescente de abrasividade, de acordo com as recomendações do fabricante, substituídos seqüencialmente a cada três corpos-de-prova;
- após o acabamento e polimento das restaurações os dentes foram armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37°C até o momento da realização do teste de microinfiltração.

4.2.8 Grupo VIII

Neste grupo os preparos cavitários foram realizados com laser de Er:YAG, seguindo-se os mesmos procedimentos realizados no grupo IV.

Para a realização das restaurações os seguintes passos foram executados:

- após a profilaxia com pasta de pedra pomes e água com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo, as cavidades foram lavadas por 5 segundos com seringa tríplice, secas suavemente por 3 segundos;
- o *primer* do Scotchbond Multi-Purpose foi aplicado durante 60 segundos com o auxílio de pincéis descartáveis, com o propósito de re-umedecer as cavidades;
- secagem suave das cavidades com jato de ar por 5 segundos;
- aplicação do adesivo Single Bond em duas camadas consecutivas de oclusal para cervical com pincéis descartáveis, secagem suave por 3 segundos e fotopolimerização por 10 segundos;
- inserção da resina composta Filtek Z250 nas cavidades de acordo com a técnica descrita no grupo I;

- após a fotopolimerização os dentes foram adequadamente armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C por um período de 24 horas;
- acabamento e polimento das restaurações com discos de óxido de alumínio, Sof-Lex Pop On em ordem decrescente de abrasividade, de acordo com as recomendações do fabricante, substituídos seqüencialmente a cada três corpos-de-prova;
- após o acabamento e polimento das restaurações os dentes foram mantidos em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37°C até o momento da realização do teste de microinfiltração.

4.2.9 Grupo IX

Neste grupo os preparos cavitários foram realizados com laser de Er:YAG, seguindo-se os mesmos procedimentos realizados no grupo IV.

Para a realização das restaurações os seguintes passos foram executados:

- após a profilaxia com pasta de pedra pomes e água com auxílio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo, as cavidades foram lavadas por 5 segundos com seringa tríplice, secas suavemente por 3 segundos;
- a água destilada foi aplicada durante 60 segundos com o auxílio de pincéis descartáveis, com o propósito de re-umedecer as cavidades;
- secagem suave das cavidade com jato de ar por 5 segundos;

- aplicação do adesivo Single Bond em duas camadas consecutivas de oclusal para cervical com pincéis descartáveis, secagem suave por 3 segundos e fotopolimerização por 10 segundos;
- inserção da resina composta Filtek Z250 nas cavidades de acordo com a técnica descrita no grupo I;
- após a fotopolimerização os dentes foram armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37 °C por um período de 24 horas;
- acabamento e polimento das restaurações com discos de óxido e alumínio, Sof-Lex Pop On em ordem decrescente de abrasividade, de acordo com as recomendações do fabricante, substituídos seqüencialmente a cada três corpos-de-prova;
- após o acabamento e polimento das restaurações os dentes foram armazenados em recipiente plástico contendo água destilada e foram mantidos em estufa a 37°C até o momento da realização do teste de microinfiltração.

Quadro 1 – Resumo dos tratamentos realizados nos grupos I a IX

GRUPO	PREPARO Alta rotação ou Laser	Agente condicionador Ácido fosfórico 35 %	PRIMER SBMP 3M	Água destilada	ADESIVO SB	RESINA Z 250 3M	Polimento Sof Lex Pop On 3M
I	ALTA ROTAÇÃO	*			*	*	*
II	ALTA ROTAÇÃO	*	*		*	*	*

III	ALTA ROTAÇÃO	*		*	*	*	*
IV	LASER	*			*	*	*
V	LASER	*	*		*	*	*
VI	LASER	*		*	*	*	*
VII	LASER				*	*	*
VIII	LASER		*		*	*	*
IX	LASER			*	*	*	*

4.3.1 Preparo dos dentes para o teste de microinfiltração

Após o acabamento e polimento as superfícies dos dentes foram impermeabilizadas com duas camadas de cola epóxica de presa rápida¹ e uma camada de esmalte² cosmético colorido comum, sendo uma cor para cada grupo, exceto na área da restauração e 2 mm ao seu redor, para possibilitar a penetração do agente traçador. Em seguida os espécimens foram submetidos à ciclagem térmica em água, através de uma máquina de ciclagem³, pertencente à Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em temperatura de 10° C e 50° C, com tempo de permanência de 15 segundos em cada banho, totalizando 500 ciclos.

¹ Araldite 10 min Brascola

² Risqué NIASI S/A T. Serra – São Paulo

³ Ética, mod. 521.4, série 95, Ética Equip. Cient. S/A – São Paulo.

Esquema do processo de ciclagem térmica:

Nº de ciclos – 500	
Temperatura máxima – 50°C ± 2°C	Tempo de permanência – 15 segundos
Temperatura mínima – 10°C ± 2°C	Tempo de permanência – 15 segundos
Tempo total de cada ciclo – 30 segundos	
Tempo total aproximado – 4 horas	

Após a ciclagem térmica, os corpos-de-prova foram imersos em solução de nitrato de prata a 50% em temperatura ambiente, por 2 horas em câmara escura. Foram então colocadas em solução fotoreveladora sob luz fluorescente por 16 horas, para facilitar a redução dos íons de prata para prata metálica. Após a remoção dos corpos-de-prova da solução fotoreveladora, os dentes foram lavados em água corrente durante um minuto para remover o excesso da solução. Os corpos-de-prova foram fixados em um dispositivo com o objetivo de estabilizá-los para a realização das secções no sentido méso-distal com auxílio de peça de mão¹ montada com discos de aço², individualizando as restaurações vestibulares e linguais totalizando 90 amostras. Cada espécime foi incluído em resina epóxica cristal³ manipulada de acordo com as recomendações do fabricante.

¹ Motor Elétrico Red Line – BETHIL – Marília – SP, Brasil

² Disco de aço nº5 KG SORENSEN- SP, Brasil

³ Resina Cristal Sequiplás 5061

Decorrido o tempo de cura da resina, cerca de 48 horas, as amostras foram individualizadas em cubos de aproximadamente 15 mm de comprimento e 15 mm de altura, procedimento realizado em máquina de corte especial¹ na ausência de água. A seguir as amostras foram levadas à máquina de corte com disco diamantado², sob refrigeração, para que fossem seccionadas, partindo-se do centro das restaurações em direção ao longo eixo, possibilitando a avaliação das paredes oclusais e cervicais das cavidades, das duas metades obtidas.

¹ Máquina de corte Serra de Fita – Artram, SP, Brasil

² Model 660 South by Technology Inc

Cada amostra foi colocada em um recipiente individual, numerada de 1 a 90, de forma que a escolha fosse aleatória. Para classificar a amostra no grupo a qual pertencia observava-se a cor do esmalte utilizado e o número do recipiente. O registro era feito em ficha especialmente destinada para esse fim (anexo 1), a qual era arquivada para utilização posterior.

Com o propósito de avaliar a microinfiltração, os espécimes foram analisados, por 3 examinadores, previamente calibrados, sob lupa estereoscópica com aumento de 60 vezes, cujos graus de microinfiltração foram classificados de acordo com os seguintes escores:

0 – ausência de penetração do corante nas paredes oclusal e/ou cervical

1 – quando o corante penetrou em 1/3 da parede oclusal e/ou cervical

2 – quando o corante penetrou em 2/3 da parede oclusal e/ou cervical

3 – quando o corante penetrou em mais de 2/3 da parede oclusal e/ou cervical.

Os examinadores não tinham conhecimento prévio sobre o grupo que estava sendo analisado, nem sobre os resultados dos outros examinadores.

Os dados obtidos foram tabelados e analisados estatisticamente.

4.4 Preparo dos dentes para a análise morfológica por microscopia eletrônica de varredura e análise química por energia dispersiva de raios X

Os seis dentes selecionados para este estudo foram mantidos em água destilada em estufa a 37 °C até o momento do preparo. A porção radicular de todos os dentes foi removida e cada coroa foi seccionada longitudinalmente no sentido méso-distal de forma a separar as superfícies vestibular e lingual utilizando-se uma máquina de corte com disco diamantado.

As 12 amostras resultantes do corte foram divididas sistematicamente, de forma que o mesmo dente participasse dos dois grupos: o grupo A, a ser preparado com alta rotação, e o grupo B, preparado com laser de Er:YAG.

As amostras de cada grupo foram incluídas em um aro plástico de polietileno¹ com diâmetro de aproximadamente 5 cm, especialmente confeccionado com a finalidade de manter todas as amostras de um mesmo grupo juntas, em um recipiente próprio. A resina epóxica cristal² foi adequadamente preparada de acordo com as recomendações do fabricante, e foi vertida ao redor dos dentes, os quais foram posicionados de forma que a superfície a ser preparada ficasse voltada para cima.

¹ Tubo de PVC nº5 Tigre – SP, Brasil

² Resina Cristal Sequiplás 5061

Este procedimento foi realizado como propósito de tornar mais fácil o manuseio, tanto durante as técnicas de preparo das cavidades quanto para o estudo através da microscopia eletrônica de varredura e para a realização da análise química por energia dispersiva de raios X.

4.4.1 Grupo A

Este grupo, composto de 6 amostras, foi preparado com alta rotação¹, utilizando-se brocas de tungstênio nº 245², substituídas a cada cinco preparos, montadas em turbina pneumática tipo colchão de ar, com velocidade angular em giro livre de 300.000 r.p.m. refrigerada com spray ar/água destilada.

Em cada superfície foram preparadas duas cavidades, uma apenas em esmalte e outra em dentina, padronizadas com as seguintes dimensões:

Profundidade em esmalte – 1 mm

Profundidade em dentina – 2 mm

Dimensão méso-distal – 3 mm

Dimensão ocluso-cervical – 2 mm

Para aferir a padronização das dimensões dos preparos, foi utilizado uma lupa milimetrada³ e para a profundidade em dentina, utilizou-se como referência o comprimento da ponta ativa da broca. Para o esmalte era feita uma marca de 1 mm com lápis dermatográfico branco⁴.

¹ Dabi Atlante S/A, Ribeirão Preto – SP, Brasil

² Densco Bur U.S.A.

³ Lupa milimetrada INTEX Contafio 10 X – SP, Brasil

⁴ Lápis Dermatográfico MITSU-BISHI, 7600, Japão

As amostras foram mantidas em água destilada, em estufa a 37 °C por uma hora enquanto o preparo do grupo B era realizado, para que posteriormente os grupos fossem desidratados simultaneamente.

4.4.2 Grupo B

Este grupo, composto por 6 amostras, foi preparado com laser de Er:YAG¹ com energia de 300 mJ, 10 Hz de frequência, e 3 W de potência, com densidade de energia por pulso de 161,29 mJ/cm² por pulso e tempo médio de 90 segundos para cada preparo. Foram realizadas duas cavidades, sendo uma em esmalte e outra em dentina obedecendo às mesmas dimensões propostas para o grupo A.

Para aferir a padronização das dimensões dos preparos foi utilizada uma lupa milimetrada e para a profundidade em dentina utilizou-se como referência o comprimento da ponta ativa da broca de tungstênio nº 245, a qual era levemente posicionada na da cavidade para checagem da mesma maneira que no grupo A. Para o esmalte era feita uma marca de 1 mm com lápis dermatográfico branco do mesmo modo que no grupo A.

Após o preparo dos corpos-de-prova dos grupos A e B, estes foram desidratados em graus ascendentes de etanol, a fim de remover a água presente entre as estruturas orgânicas facilitando o processo de secagem química. Para isso os espécimes foram imersos por vinte minutos em etanol a 25%; vinte minutos em etanol a 50%; vinte minutos em etanol a 75%; trinta minutos em etanol a 95% e uma hora em etanol a 99,98%.

¹ Fotona Medical Lasers Twinlight Model S Série 99000374

Realizada a desidratação, os espécimes foram submetidos a um processo de secagem em estufa a 50°C para minimizar as alterações das superfícies a serem examinadas, favorecer a deposição de ouro sobre amostra e permitir uma visualização mais nítida do campo.

A metalização dos corpos-de-prova foi realizada com o intuito de transformar a superfície a ser analisada em material eletricamente condutivo, melhorando a emissão de elétrons secundários, que é o sinal mais utilizado no processo da formação da imagem. Para isso uma cobertura fina de ouro foi depositada na amostra, através de uma metalizadora à vácuo¹.

¹ Evaporadora Balzers SCD 050

Os corpos-de-prova metalizados foram analisados em microscópio eletrônico de varredura¹ acoplado a um analisador de energia dispersiva espectroscópica e uma câmara fotográfica pertencentes ao Instituto de Física de São Carlos – USP. Com este dispositivo foi possível realizar o estudo tanto da morfologia quanto da análise química.

¹ Digital Scanning Microscope DSM 960 ZEISS West Germany

Para a realização da análise morfológica, as amostras de cada grupo foram observadas no monitor do microscópio eletrônico de varredura e microfotografadas com aumento de 3000 vezes no centro de cada cavidade preparada, em um ponto escolhido aleatoriamente, especificando-se o tecido analisado, se esmalte ou dentina, descrevendo-se individualmente todos os achados microscópicos. As fotomicrografias foram realizadas para registrar o aspecto morfológico das superfícies de esmalte e de dentina.

Para a realização da análise química, a leitura da quantidade de cálcio e fósforo foi registrada em tabelas, para o esmalte e para a dentina, tanto em porcentagem em peso quanto em número de átomos, através do analisador de energia dispersiva espectroscópica. No mesmo ponto escolhido para a análise morfológica, era feita a leitura da quantidade de cálcio e fósforo e, este registro, era impresso em folha anexa para posteriormente ser analisado estatisticamente.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Microinfiltração

Após a análise em lupa estereoscópica, cada amostra, numerada aleatoriamente, teve seu escore anotado por cada examinador em ficha especialmente destinada para este fim (anexo1). Foi feita a moda dos dados de cada examinador para que fosse obtido um valor para cada amostra e, em seguida, a moda foi repetida para os valores dos escores dos três examinadores, para que fosse obtido então um único escore para cada amostra, onde foram observados os componentes vinculados do fator de variação das paredes oclusais e cervicais (tabela 1).

TABELA 1 - Resultados da moda entre os três examinadores dos escores atribuídos para cada amostra

Amostras\ Paredes	OCLUSAL	CERVICAL
1	0	1
2	0	2
3	0	1
4	1	2
5	1	1
6	1	1
7	0	1
8	0	0
9	2	1
10	0	1
11	1	0
12	1	2
13	0	0
14	1	1
15	1	1
16	1	2

17	0	1
18	1	1
19	-	-
20	0	0
21	0	1
22	-	-
23	1	3
24	0	1
25	1	1
26	0	1
27	1	2
28	0	0
29	0	0
30	0	0
31	0	-
32	0	1
33	0	1
34	0	1
35	1	3
36	1	3
37	1	3
38	1	3
39	1	2
40	1	3
41	1	2
42	1	1
43	1	1
44	0	1
45	1	1
46	2	1
47	2	3
48	0	3
49	1	1
50	1	2
51	2	3
52	1	3
53	0	-
54	-	2
55	2	2
56	1	3
57	1	3
58	1	3
59	-	2
60	0	3
61	0	3
62	2	1
63	0	1
64	1	3
65	-	2
66	1	2
67	1	3
68	2	1
69	2	2
70	1	3
71	0	1
72	1	3
73	0	1
74	2	1

75	1	3
76	1	3
77	0	0
78	1	2
79	1	2
80	1	1
81	1	1
82	0	1
83	3	2
84	1	1
85	2	3
86	1	1
87	3	3
88	1	1
89	0	1
90	1	3

Algumas amostras foram descartadas durante a leitura, pois as restaurações apresentavam sobrecontorno da resina composta, fato que impediria a correta e fiel análise da microinfiltração do corante. Essas amostras estão representadas na tabela com o sinal (-). Não houve, no entanto, comprometimento de nenhum grupo visto que estas amostras estavam representadas em grupos distintos, ora correspondendo à parede cervical ora a parede oclusal. Além disto, no delineamento inicial da pesquisa, testes preliminares mostraram que seriam necessárias sete repetições para que fosse possível a obtenção de resultados estatisticamente representativos. Esta pesquisa primou pela realização de dez repetições por grupo, visando uma margem maior de segurança. A perda de algumas amostras, portanto, não comprometeu os resultados finais do trabalho.

A partir do resultado da moda entre os três examinadores, distribuiu-se as amostras em seus respectivos grupos (tabela 2). Para esta distribuição fez-se uso da

ficha, na qual havia sido anotado previamente a cor e o número do recipiente de cada um dos nove grupos.

TABELA 2 - Resultados dos grupos em relação aos tipos de tratamentos e paredes oclusais e cervicais

GRUPOS	GI Alta- rotação Ácido e Adesivo	GII Alta- rotação Ácido Primer Adesivo	GIII Alta- rotação Ácido Água Adesivo	GIV Laser Ácido Adesivo	GV Laser Ácido Primer Adesivo	GVI Laser Ácido Água Adesivo	GVII Laser Adesivo	GVIII Laser Primer Adesivo	GIX Laser Água Adesivo
	0	1	0	2	0	1	1	1	1
O	0	-	2	1	0	0	1	2	1
C	0	0	2	0	1	2	-	1	1
L	-	-	0	1	1	1	0	1	1
U	0	0	-	1	0	1	1	1	1
S	0	0	0	1	1	1	1	2	1
A	0	0	0	1	1	1	1	1	1
L	0	0	2	1	0	1	2	3	1
	0	0	0	1	1	1	3	1	2
	0	2	0	1	1	1	1	0	1
	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C	1	0	1	3	2	2	3	0	2
E	0	-	3	3	1	1	3	2	3
R	0	1	3	2	1	1	2	2	3
V	1	1	1	3	1	2	3	2	3
I	0	0	-	3	1	1	3	1	3
C	1	0	-	2	1	1	2	2	3
A	0	0	1	2	1	2	1	3	3
L	1	1	1	1	1	2	3	2	1
	1	1	0	2	2	1	3	1	3

-	1	1	1	1	1	3	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Empregou-se metodologia estatística não-paramétrica¹, para amostras independentes e múltiplas, e o teste selecionado foi o Kruskal -Wallis. Esta prova é extremamente útil para decidir se amostras independentes provêm de populações diferentes. Sabe-se que os valores amostrais quase que invariavelmente, diferem entre si, sendo que o problema reside em decidir se estas diferenças entre as amostras significam diferenças efetivas entre as populações, ou se representam apenas variações casuais, que podem ser esperadas entre amostras aleatórias de uma mesma população. Esta técnica comprova, portanto, a hipótese de nulidade, de que o número de amostras provenha da mesma população ou de populações idênticas com relação a médias. Para que seja realizada, os números de casos de todas as amostras combinados são substituídos por um posto, e em seguida determina-se a soma dos postos em cada amostra. Posteriormente é feita uma comparação entre as médias dos postos das amostras.

¹Programa Estatístico GMC₇ – www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc.html

TABELA 3 - Resultados da comparação entre as médias dos postos das amostras

<i>Amostras comparadas 2a 2</i>	Diferenças entre as médias	Valores críticos 0,05	Valores críticos 0,01	Valores críticos 0,001	Significância
<i>GI X GII</i>	10, 1282	26, 2333	34, 6304	44, 5489	ns
<i>GI X GIII</i>	28, 8974	26, 2333	34, 6304	44, 5489	5 %
<i>GI X GIV</i>	66, 9417	23, 4165	30, 9118	39, 7653	0,1 %
<i>GI X GV</i>	35, 0167	23, 4165	30, 9118	39, 7653	1 %
<i>GI X GVI</i>	51, 4417	23, 4165	30, 9118	39, 7653	0,1 %
<i>GI X GVII</i>	79, 0877	23, 7066	31, 2948	40, 2580	0,1 %
<i>GI X GVIII</i>	61, 5917	23, 4165	30, 9118	39, 7653	0,1 %
<i>GI X GIX</i>	76, 1667	23, 4165	30, 9118	39, 7653	0,1 %
<i>GII X GIII</i>	18, 7692	28, 2699	37, 3188	48, 0073	ns
<i>GII X GIV</i>	56, 8135	25, 6774	33, 8965	43, 6048	0,1 %
<i>GII X GV</i>	24, 8885	25, 6774	33, 8965	43, 6048	ns
<i>GII X GVI</i>	41, 3135	25, 6774	33, 8965	43, 6048	1 %
<i>GII X GVII</i>	68, 9595	25, 9422	34, 2461	44, 0545	0,1 %
<i>GII X GVIII</i>	51, 4635	25, 6774	33, 8965	43, 6048	0,1 %
<i>GII X GIX</i>	66, 0385	25, 6774	33, 8965	43, 6048	0,1 %
<i>GIII X GIV</i>	38, 0442	25, 6774	33, 8965	43, 6048	1 %
<i>GIII X GV</i>	6, 1192	25, 6774	33, 8965	43, 6048	ns
<i>GIII X GVI</i>	22, 5442	25, 6774	33, 8965	43, 6048	ns
<i>GIII X GVII</i>	50, 1903	25, 9422	34, 2461	44, 0545	0,1 %
<i>GIII X GVIII</i>	32, 6942	25, 6774	33, 8965	43, 6048	5 %
<i>GIII X GIX</i>	47, 2692	25, 6774	33, 8965	43, 6048	0,1 %
<i>GIV X GV</i>	31, 9250	22, 7919	30, 0874	38, 7047	1 %
<i>GIV X GVI</i>	15, 5000	22, 7919	22, 7919	38, 7047	ns
<i>GIV X GVII</i>	12, 1460	23, 0899	30, 4807	39, 2107	ns
<i>GIV X GVIII</i>	5, 3500	22, 7919	30, 0874	38, 7047	ns
<i>GIV X GIX</i>	9, 2250	22, 7919	30, 0874	38, 7047	ns
<i>GV X GVI</i>	16, 4250	22, 7919	30, 0874	38, 7047	ns
<i>GV X GVII</i>	44, 0711	23, 0899	30, 4807	39, 2107	0,1 %
<i>GV X GVIII</i>	26, 5750	22, 7919	30, 0874	38, 7047	5 %
<i>GV X GIX</i>	41, 1500	22, 7919	30, 0874	38, 7047	0,1 %
<i>GVI X GVII</i>	27, 6460	23, 0899	30, 4807	39, 2107	5 %
<i>GVI X GVIII</i>	10, 1500	22, 7919	30, 0874	38, 7047	ns
<i>GVI X GIX</i>	24, 7250	22, 7919	30, 0874	38, 7047	5 %
<i>GVII X GVIII</i>	17, 4960	23, 0899	30, 4807	39, 2107	ns
<i>GVII X GVIX</i>	2, 9211	23, 0899	30, 4807	39, 2107	ns
<i>GVIII X GIX</i>	14, 5750	22, 7919	30, 0874	38, 7047	ns

Após uma avaliação inicial dos dados estatísticos pôde-se perceber que os grupos são bastante heterogêneos entre si, apresentando diferença estatisticamente significativa ao nível de 0,1%. Através desta avaliação, não foi possível saber se as

diferenças ocorrem em relação às paredes observadas, ao tipo de tratamento proposto em cada grupo ou a ambos.

Para encontrar as diferenças entre as paredes observadas oclusal e cervical aplicou-se o Teste U de Mann-Whitney que é uma prova bastante útil para comprovar se dois grupos independentes foram ou não extraídos de uma mesma população.

TABELA 4 – Resultados do teste de Mann-Whitney para paredes oclusais e cervicais

OCUSAIS	CERVICAIS	VALOR DE Z	Probabilidade de igualdade	Significância
1849	4793	- 4,8857	0,00%	1%

Os resultados para este teste, comparando-se as duas paredes entre si, mostraram diferença significativa ao nível de 1%, ou seja, as paredes oclusais e cervicais apresentaram comportamentos diferentes em relação ao tipo de tratamento estabelecido por grupo. Portanto o Teste de Kruskal-Wallis foi novamente aplicado, separando-se as amostras com relação às paredes observadas e comparando-as em grupos de 2 a 2, para tornar-se possível saber onde ocorrem as diferenças.

TABELA 5 - Resultados da comparação entre as médias dos postos das amostras

oclusais

<i>Amostras comparadas 2a 2</i>	Diferenças entre as médias	Valores críticos 0,05	Valores críticos 0,01	Valores críticos 0,001	Significância
<i>GIO X GIIO</i>	14, 0714	18, 0708	24, 0019	31, 1596	ns
<i>GIO X GIIIO</i>	17, 8571	18, 0708	24, 0019	24, 0019	ns
<i>GIO X GIVO</i>	35, 0500	16, 4756	21, 8833	28, 4091	0,1%
<i>GIO X GVO</i>	16, 4756	21, 6000	21, 8833	28, 4091	5 %
<i>GIO X GVIO</i>	35, 0500	16, 4756	21, 8833	28, 4091	0,1 %
<i>GIO X GVIIIO</i>	38, 5000	16, 9036	22, 4517	29, 1471	0,1 %
<i>GIO X GVIIIO</i>	40, 9000	16, 4756	21, 8833	28, 4091	0,1 %
<i>GIO X GIXO</i>	38, 6500	16, 4756	21, 8833	28, 4091	0,1 %
<i>GIIO X GIIIO</i>	3, 7857	19, 1669	25, 4579	33, 0497	ns
<i>GIIO X GIVO</i>	20, 9786	17, 6710	23, 4710	30, 4704	5 %
<i>GIIO X GVO</i>	7, 5286	17, 6710	23, 4710	30, 4704	ns
<i>GIIO X GVIO</i>	20, 9786	17, 6710	23, 4710	30, 4704	5 %
<i>GIIO X GVIIIO</i>	24, 4286	18, 0708	24, 0019	31, 1596	1 %
<i>GIIO X GVIIIO</i>	26, 8286	17, 6710	23, 4710	30, 4704	1 %
<i>GIIO X GIXO</i>	24, 5786	17, 6710	23, 4710	30, 4704	1 %
<i>GIIIO X GIVO</i>	17, 1929	17, 6710	23, 4710	30, 4704	ns
<i>GIIIO X GVO</i>	3, 7429	17, 6710	23, 4710	30, 4704	ns
<i>GIIIO X GVIO</i>	17, 1929	17, 6710	23, 4710	30, 4704	ns
<i>GIIIO X GVIIIO</i>	20, 6429	18, 0708	24, 0019	31, 1596	5 %
<i>GIIIO X GVIIIO</i>	23, 0429	17, 6710	23, 4710	30, 4704	5 %
<i>GIIIO X GIXO</i>	20, 7929	17, 6710	23, 4710	30, 4704	5 %
<i>GIVO X GVO</i>	13, 4500	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns
<i>GIVO X GVIO</i>	0, 0000	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns
<i>GIVO X GVIIIO</i>	3, 4500	16, 4756	21, 8833	28, 4091	ns
<i>GIVO X GVIIIO</i>	5, 8500	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns
<i>GIVO X GIXO</i>	3, 6000	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns
<i>GVO X GVIO</i>	13, 4500	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns
<i>GVO X GVIIIO</i>	16, 9000	16, 4756	21, 8833	28, 4091	5 %
<i>GVO X GVIIIO</i>	19, 3000	16, 0362	21, 2996	27, 6514	5 %
<i>GVO X GIXO</i>	17, 0500	16, 0362	21, 2996	27, 6514	5%
<i>GVIO X GVIIIO</i>	3, 4500	16, 4756	21, 8833	28, 4091	ns
<i>GVIO X GVIIIO</i>	5, 8500	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns
<i>GVIO X GIXO</i>	3, 6000	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns
<i>GVIIIO X GVIIIO</i>	2, 4000	16, 4756	21, 8833	28, 4091	ns
<i>GVIIIO X GIXO</i>	0, 1500	16, 4756	21, 8833	28, 4091	ns
<i>GVIIIO X GIXO</i>	2, 2500	16, 0362	21, 2996	27, 6514	ns

TABELA 6 - Resultados da comparação entre as médias dos postos das amostras

cervicais

<i>Amostras comparadas 2a 2</i>	Diferenças entre as médias	Valores críticos 0,05	Valores críticos 0,01	Valores críticos 0,001	Significância
<i>GIC X GIIC</i>	1, 1944	16, 3729	21, 7491	28, 2392	ns
<i>GIC X GIIC</i>	13, 5556	16, 3729	21, 7491	28, 2392	ns
<i>GIC X GIVC</i>	38, 1556	14, 2736	18, 9604	24, 6184	0,1 %
<i>GIC X GVC</i>	14, 7556	14, 2736	18, 9604	24, 6184	5 %
<i>GIC X GVIC</i>	19, 9556	14, 2736	18, 9604	24, 6184	1 %
<i>GIC X GVIIC</i>	46, 6056	14, 2736	18, 9604	24, 6184	0,1 %
<i>GIC X GVIIC</i>	24, 9556	14, 2736	18, 9604	24, 6184	0,1 %
<i>GIC X GIXC</i>	46, 6056	14, 2736	18, 9604	24, 6184	0,1 %
<i>GIIC X GIIC</i>	14, 7500	17, 9357	23, 8250	30, 9345	ns
<i>GIIC X GIVC</i>	39, 3500	16, 0421	21, 3097	27, 6687	0,1 %
<i>GIIC X GVC</i>	15, 9500	16, 0421	21, 3097	27, 6687	ns
<i>GIIC X GVIC</i>	21, 1500	16, 0421	21, 3097	27, 6687	5 %
<i>GIIC X GVIIC</i>	47, 8000	16, 0421	21, 3097	27, 6687	0,1 %
<i>GIIC X GVIIC</i>	26, 1500	16, 0421	21, 3097	27, 6687	1 %
<i>GIIC X GIXC</i>	47, 8000	16, 0421	21, 3097	27, 6687	0,1 %
<i>GIIC X GIVC</i>	24, 6000	16, 0421	21, 3097	27, 6687	1 %
<i>GIIC X GVC</i>	1, 2000	16, 0421	21, 3097	27, 6687	ns
<i>GIIC X GVIC</i>	6, 4000	16, 0421	21, 3097	27, 6687	ns
<i>GIIC X GVIIC</i>	33, 0500	16, 0421	21, 3097	27, 6687	0,1 %
<i>GIIC X GVIIC</i>	11, 4000	16, 0421	21, 3097	27, 6687	ns
<i>GIIC X GIXC</i>	33, 0500	16, 0421	21, 3097	27, 6687	0,1 %
<i>GIVC X GVC</i>	23, 4000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	1 %
<i>GIVC X GVIC</i>	18, 2000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	5 %
<i>GIVC X GVIIC</i>	8, 4500	13, 8929	18, 4547	23, 9618	ns
<i>GIVC X GVIIC</i>	13, 2000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	ns
<i>GIVC X GIXC</i>	8, 4500	13, 8929	18, 4547	23, 9618	ns
<i>GVC X GVIC</i>	5, 2000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	ns
<i>GVC X GVIIC</i>	31, 8500	13, 8929	18, 4547	23, 9618	0,1 %
<i>GVC X GVIIC</i>	10, 2000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	ns
<i>GVC X GIXC</i>	31, 8500	13, 8929	18, 4547	23, 9618	0,1 %
<i>GVIC X GVIIC</i>	26, 6500	13, 8929	18, 4547	23, 9618	0,1 %
<i>GVIC X GVIIC</i>	5, 0000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	ns
<i>GVIC X GIXC</i>	26, 6500	13, 8929	18, 4547	23, 9618	0,1 %
<i>GVIIC X GVIIC</i>	21, 6500	13, 8929	18, 4547	23, 9618	1 %
<i>GVIIC X GIXC</i>	0, 0000	13, 8929	18, 4547	23, 9618	ns
<i>GVIIC X GIXC</i>	21, 6500	13, 8929	18, 4547	23, 9618	1 %

Os resultados do Teste de Kruskal-Wallis tanto das paredes oclusais quanto das cervicais mostrou diferenças estatisticamente significantes ao nível de 5, 1 e 0,1 %.

Será considerada uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% entre os nove grupos. Então, 5% é o nível de erro aceitável ao inferir o resultado encontrado nas amostras estudadas, para as populações de referência, e 95% é a probabilidade de estar-se afirmando a verdade. Embora tenha sido escolhido o nível de erro aceitável de 5% como padrão, o que fornece uma confiança de 95%, muitas suposições conseguem ser provadas com um nível muito menor de erro (1% e 0,1%) e conseqüentemente com uma confiança maior (99% e 99,9% respectivamente). Estes altos índices poderão eventualmente ser mencionados para efeitos de comparação, porém não serão considerados na íntegra em toda a discussão, visto que esta pesquisa experimental foi realizada no campo biológico, e como tal, deve preservar uma margem maior de erro em função das inúmeras variáveis que apresenta e que não poderiam deixar de ser consideradas. Trabalhar com níveis de confiança demasiadamente altos seria superestimar o controle de todas as variáveis presentes, e isto não é possível na realização de trabalhos desta natureza.

Os tratamentos propostos têm algumas peculiaridades e diferem entre si quanto ao:

Tipo de preparo utilizado - alta rotação ou laser de Er:YAG

Uso do agente condicionador - ácido fosfórico gel a 35%

Uso da técnica do re-umedecimento - *primer* ou água destilada

Será realizado um estudo comparativo dos nove grupos entre si, analisando-se as variáveis relacionadas aos tipos de tratamento realizados e paredes observadas. Se for provada uma diferença significativa ao nível de 5%, baseada nas tabelas 5 e 6, será feita uma correlação com os escores médios de cada grupo, apresentados na tabela 7, para cada parede observada separadamente. Com isso será possível aferir as

modalidades de tratamento que apresentaram os menores níveis de microinfiltração marginal.

TABELA 7 - Escores médios de microinfiltração dos grupos I a IX

Grupos	PAREDE OBSERVADA	
	Oclusal	Cervical
I (Alta rotação, condicionamento ácido, adesivo, resina, polimento)	0	1
II (Alta rotação, condicionamento ácido, re-umedecimento com <i>primer</i> , adesivo, resina, polimento)	0	1
III (Alta rotação, condicionamento ácido, re-umedecimento com água destilada, adesivo, resina, polimento)	0	1
IV (Laser de Er:YAG, condicionamento ácido, adesivo, resina, polimento)	1	2
V (Laser de Er:YAG, condicionamento ácido, re-umedecimento com <i>primer</i> , adesivo, resina, polimento)	1	1
VI (Laser de Er:YAG, condicionamento ácido, re-umedecimento com água destilada, adesivo, resina, polimento)	1	1
VII (Laser de Er:YAG, adesivo, resina, polimento)	1	3
VIII (Laser de Er:YAG, re-umedecimento com <i>primer</i> , adesivo, resina, polimento)	1	2
IX (Laser de Er:YAG, re-umedecimento com água destilada, adesivo, resina, polimento)	1	3

Após uma avaliação criteriosa dos achados da análise estatística procurou-se agrupar as condições experimentais por semelhança de tratamento realizado. Com isto pretende-se comparar os diferentes níveis de microinfiltração com relação às técnicas de preparo, influência do agente condicionador e papel das substâncias re-umedecedoras usadas neste estudo.

5.1.1 AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PREPARO CAVITÁRIO

Comparação entre os níveis de microinfiltração marginal encontrados em cavidades preparadas com alta rotação e com laser de Er:YAG, frente às substâncias re-umedecedoras

Para esta avaliação será feita uma correlação entre os grupos I x IV, II x V e III x VI, com a finalidade de verificar as técnicas de preparo, utilizando-se o condicionamento com ácido fosfórico a 35% e o re-umedecimento com *primer* ou com água destilada. Esta comparação é importante porque através dela pode-se tecer considerações sobre as diferenças existentes em relação aos níveis de microinfiltração dos grupos preparados pela técnica convencional e dos grupos preparados com laser de Er:YAG, especificando-se qual deles requereu a técnica do re-umedecimento com um dos agentes utilizados. Não é pretendido, neste momento, avaliar o papel do condicionamento ácido visto que, em todos os grupos fez-se uso deste.

Ao comparar-se o grupo I (alta rotação, condicionamento ácido e sem re-umedecimento) com o grupo IV (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e sem re-umedecimento) ficou provada uma diferença estatisticamente significativa quanto aos níveis de microinfiltração marginal relacionados às duas modalidades de tratamento, o que pôde ser verificado nas tabelas 5 e 6. Correlacionando-se os dados das tabelas 5 e 6 com os dados da tabela 7, pode-se concluir que o grupo I apresentou um menor nível médio de microinfiltração que o grupo IV, tanto para paredes oclusais como para paredes cervicais (*tabela 7 - Oclusal : GI=0 x GIV = 1 ; Cervical: GI=1 x GIV = 2*).

Este estudo é concorde com WRIGHT (1993), que realizando uma avaliação da microinfiltração de cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG e com alta

rotação, verificaram um maior grau de microinfiltração de paredes gengivais em cavidades preparadas com laser. Os trabalhos de WELSH; HEMBREE Jr. (1985), CRIM-ABBOT (1998), FITCHIE et al. (1990) respaldam estes resultados.

Uma justificativa para este aumento no grau de microinfiltração nas paredes gengivais é a localização das margens do preparo em dentina e em cimento, cujas características morfológicas, tornam mais difícil uma atuação efetiva do agente adesivo nestas áreas, concordando com NEO (1984); CARVALHO, (1996); CARVALHO (1998); MATOS (1996). Embora tenha sido realizada a técnica de inserção incremental, considerada por CARVALHO et al. (1996) como sendo a mais indicada para diminuir a competição entre as forças de contração de polimerização e a resistência da adesão à estrutura dental, não foi possível evitar completamente a ocorrência da microinfiltração, especialmente na região cervical.

Estes achados, no entanto, são discordes de RAMOS et al. (1996) e RAMOS (1998) pois, em seus estudos de microinfiltração de cavidades Classe V preparadas com alta rotação e com laser de Er:YAG, ambas condicionadas com ácido fosfórico, não encontrou-se diferenças significativas, tanto com relação às margens gengivais quanto as oclusais, entre as duas modalidades de tratamento. Os resultados de NIU et al. (1998) também não mostraram diferenças significativas entre os grupos, tanto na observação com lupa estereoscópica, quanto na microscopia eletrônica de varredura, sugerindo, que a microinfiltração de cavidades preparadas com laser de Er:YAG apresentaram o mesmo nível das cavidades preparadas com alta-rotação na metodologia empregada.

Considerando-se os resultados apresentados até o momento e baseando-se nas condições experimentais deste estudo, pôde-se constatar que, o preparo cavitário Classe V realizado com laser de Er:YAG e sem a utilização de algum tipo de re-

umedecimento gerou um maior nível de microinfiltração que o preparo realizado pela técnica convencional com alta rotação, nas mesmas condições experimentais.

Não foram observadas diferenças significativas ao comparar-se o grupo II (alta rotação, condicionamento ácido e re-umedecimento com *primer*) com o grupo V (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e re-umedecimento com *primer*), quanto aos níveis de microinfiltração, conforme mostram as tabelas 5 e 6. Esta assertiva é verdadeira tanto para paredes oclusais como para paredes cervicais. Correlacionando-se os dados das tabelas 5 e 6 com os dados da tabela 7 observou-se que o preparo com laser de Er:YAG seguido de re-umedecimento da superfície com *primer*, apresentou os mesmos escores médios de microinfiltração do preparo com alta rotação nas mesmas condições experimentais ao avaliar-se as paredes cervicais. A análise das paredes oclusais mostrou escore 0 para o grupo II e 1 para o grupo V (tabela 7 - Oclusal: $GII = 0 \times GV = 1$; Cervical: $GII = 1 \times GV = 1$)

Estes resultados demonstraram que não houve diferenças significativas entre os dois grupos testados, tanto em esmalte quanto em dentina e que, os níveis médios de microinfiltração relacionados a estes dois grupos, apresentaram os menores escores estabelecidos neste estudo (graus 0 e 1). Estes achados podem ser explicados pela capacidade de molhar e pela afinidade com a dentina que o *primer* do SBMP possui. O HEMA, polímero de baixo peso molecular, presente no *primer* do SBMP, possibilita que o substrato mantenha-se com a umidade adequada para a penetração dos adesivos hidrófilos. Embora tenha sido preconizada a técnica de adesividade molhada em ambos os grupos, sabe-se que o laser de Er:YAG, por apresentar comprimento de onda semelhante ao pico de absorção de água e da hidroxiapatita, remove água durante a ablação, e, neste processo, presume-se que o substrato resultante desta irradiação, apresente um conteúdo de água menor em comparação ao

substrato resultante do preparo com alta rotação. Este substrato, menos hidratado, seria menos adequado para a atuação dos adesivos hidrófilos atuais existentes no mercado odontológico. A aplicação de um *primer* rico em HEMA, teria a função de re-umedecer este substrato dentinário, resultante da ação do laser de Er:YAG, facilitando, com isso, a apreensão do monômero dentro dos espaços interfibrilares e diminuindo os níveis de microinfiltração marginal.

A literatura tem demonstrado que existe uma correlação entre força adesiva e microinfiltração em uma razão inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a adesão menor a microinfiltração (SUZUKI; GONZATTO; SAMUEL, 1998).

Um aumento da força de união é conseguido quando um *primer* contendo HEMA é aplicado como um pré-tratamento da dentina reforçando a camada híbrida e aumentando a capacidade de penetração. O monômero adesivo envolve as fibras colágenas, criando a camada híbrida e aumentando, de forma significativa, a força de adesão (CAUSTON, 1984; NAKABAYASHI; WATANABE; GENDUSA, 1992; NAKABAYASHI; TAKARADA, 1992; BOUVIER, 1993; NAKABAYASHI; PASHLEY, 1998; PERDIGÃO et al., 1998; PERDIGÃO, 1999).

A utilização do HEMA, presente em *primers* ou em soluções especificamente preparadas com a finalidade de melhorar o umedecimento do substrato dentinário, tem sido preconizada, inclusive em cavidades preparadas com alta rotação, visto que, um número significativo de clínicos, tem como premissa, secar a cavidade após a rinsagem do ácido fosfórico, com o propósito de observar a aparência clássica do esmalte condicionado, verificando, com isso, a eficácia do condicionamento. Como é tecnicamente impossível realizar a secagem do esmalte sem secar a dentina simultaneamente, têm-se proposto, nestas situações, a utilização de substâncias capazes de restaurar as fibras colágenas que foram colapsadas pela secagem com ar.

MELLO et al. (1996) realizando um estudo de microinfiltração, utilizando alta rotação, observaram que a utilização do condicionamento da dentina com ácido fosfórico, seguido da aplicação de uma solução de HEMA, promoveram uma diminuição da microinfiltração marginal. Estas observações são concordes com os resultados deste estudo visto que, os escores médios de microinfiltração marginal encontrados na região cervical de ambos os grupos experimentais foram iguais a 1. Este baixo escore médio pode ser explicado pela capacidade do HEMA em prover as condições de umidade necessárias à penetração do sistema adesivo, diminuindo conseqüentemente a microinfiltração marginal.

Este estudo é discordante de OHBA et al. (1998) pois, analisando-se a eficácia adesiva de sistemas de adesão à dentina de um *primer* contendo HEMA, avaliado através da mensuração da fenda de contração de polimerização, observou-se que o HEMA não foi considerado essencial no *primer* nem em adesivos dentinários, visto que ele apresentou baixa eficácia adesiva. FUKUSHIMA et al. (1999) corroboram esta teoria, visto que, seus resultados mostraram uma menor efetividade do HEMA quando comparado a outros *primers* experimentais.

PASHLEY et al. (1998) contrapõem explicando que o HEMA promove uma diminuição progressiva das taxas de evaporação da água, tornando mais difícil a remoção da água remanescente, permitindo que o substrato mantenha-se com umidade adequada para a penetração dos adesivos hidrófilos, concordando com JACOBSEN; SÖDERHOLM, (1998). KANKA (1997) é concorde e explica que a inclusão do HEMA em sistemas adesivos é capaz de gerar forças de adesão para a dentina condicionada, similares ao esmalte condicionado. A água presente na superfície dentinária promove condições para uma efetiva atuação de *primers* hidrófilos, aumentando a força adesiva.

Este estudo é concorde com as observações dos autores supracitados. Deve-se levar em consideração, no entanto, que a água residual em excesso, presente no meio, pode interferir na polimerização dos adesivos e trazer como consequência uma diminuição na qualidade da camada híbrida, fenômeno descrito na literatura por *overwet*, indesejável para a obtenção de baixos níveis de microinfiltração e de adequados valores de força adesiva. TAY; GWINNETT; WEY (1996a); TAY; GWINNETT; WEY (1996c) respaldam estas considerações.

Os resultados da comparação entre os grupos III (alta rotação, condicionamento ácido e re-umedecimento com água destilada) e VI (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e re-umedecimento com água destilada) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quanto ao nível de microinfiltração, tanto para paredes cervicais, quanto para oclusais (tabelas 5 e 6). Na oclusal apesar do escore médio do grupo III ser ligeiramente menor que o grupo VI, estatisticamente esta diferença não foi significativa (*tabela 7 - Oclusal: $G_{III} = 0 \times G_{VI} = 1$; Cervical: $G_{III} = 1 \times G_{VI} = 1$*).

De acordo com os dados acima foi possível perceber que o uso do re-umedecimento com água destilada em superfícies dentinárias e no esmalte irradiados com laser de Er:YAG, apresentou os mesmos resultados estatísticos do preparo realizado com alta rotação, nas mesmas condições experimentais

O papel da água como agente re-umedecedor capaz de re-expandir o colágeno colapsado, já foi estabelecido na literatura, e atualmente considera-se que a técnica de adesividade molhada é a mais adequada para propiciar condições que visem aumentar a eficácia dos adesivos hidrófilos (TAY, F.R. et al., 1996; TAY; GWINNETT; WEY, 1997). As diferenças encontradas entre os dois grupos testados, nas condições experimentais deste estudo, não foram estatisticamente significativas,

sendo que os níveis médios de microinfiltração foram grau 1 para as paredes cervicais. Isto demonstra, que o re-umedecimento da superfície dentinária com água destilada do grupo preparado com laser de Er:YAG, foi capaz de igualar os níveis médios de microinfiltração encontrados no grupo preparado com alta rotação. Estas considerações encontram respaldo nos trabalhos de TAY; GWINNETT; WEY (1996b), TAY et al. (1996), TAY; GWINNETT; WEY (1997), os quais consideram que a espessura da camada híbrida tem relação direta com a condição de umidade da superfície dentinária pois, quando a superfície encontra-se desprovida de água, há formação de uma camada híbrida fina, com diminuição dos espaços interfibrilares no interior destas áreas e uma infiltração inadequada de resina.

SANTINI; MITCHEL (1998a) são discordes no que se refere à efetividade da técnica de adesividade molhada em relação à técnica seca, uma vez que, seus resultados não mostraram diferenças significativas, tanto nas margens cervicais quanto nas oclusais, quando comparou-se as duas técnicas.

Este estudo mostrou que a utilização da água com agente re-umedecedor no grupo VI, foi capaz de prover resultados tão bons em relação ao nível médio de microinfiltração quando comparado ao grupo III. Isto sugere que a água possivelmente possibilitou a re-expansão do colágeno colapsado quando da irradiação com laser de Er:YAG, melhorando a atuação do agente adesivo e obtendo-se, com isto, os mais baixos níveis médios de microinfiltração estabelecidos neste estudo.

A técnica de re-umedecimento usada nos grupos V e VI, tanto com *primer* quanto com água destilada, igualou os níveis médios de microinfiltração encontrados nas paredes cervicais, quando estes grupos foram comparados com a alta rotação, nas mesmas condições experimentais, sendo que, as diferenças encontradas nas paredes

oclusais, não foram estatisticamente significativas e os escores médios foram os menores estabelecidos neste estudo. Estes bons resultados, no entanto, não foram encontrados quando se comparou o grupo IV com o grupo I, onde as diferenças encontradas foram significativas e os níveis médios de microinfiltração diferentes, com comportamento pior para o grupo IV, ou seja, no grupo laser, a ausência da técnica de re-umedecimento, piorou os resultados frente à microinfiltração marginal. Estes achados sugerem que, em cavidades preparadas com laser de Er:YAG, o re-umedecimento com *primer* ou com água destilada propicie uma melhora no desempenho frente à microinfiltração marginal, do que a ausência de re-umedecimento.

Clinicamente os espécimes irradiados não mostraram sinais de carbonização nas superfícies e a eficiência da ablação pôde ser constatada tanto no esmalte como na dentina. Os trabalhos de HIBST; KELLER (1988); KELLER; HIBST (1989); KAYANO (1991); MATSUMOTO; NAKAMURA; WAKABAYASHI (1991); VICKERS (1992); KELLER;HIBST (1992); PAGWDIWALA; VAIDYANATHAN; PAGHDIWALA (1993); KUMAZAKI (1994); KATAUMI et al. (1996); KOMORI et al. (1996); DOSTÁLOVÁ et al. (1996); KELLER et al. (1998); MATSUMOTO (1998); LIZARELLI et al. (1998); LIZARELLI et al. (2000), respaldam estas observações.

Considerações têm sido feitas sobre o vapor produzido pela energia do laser, gerando uma pressão interna com microexplosões e conseqüente ejeção de substrato em forma de partículas microscópicas. A maior parte da energia é consumida no processo de ablação e apenas uma fração da energia resulta em aquecimento dos tecidos remanescentes, podendo esta ser uma razão para os mínimos danos térmicos causados aos tecidos (HIBST; KELLER, 1988; KELLER; HIBST, 1989; KAYANO,

1991; VICKERS et al., 1992; KELLER et al., 1998). KATAUMI et al. (1998) complementam afirmando que a vantagem do laser de Er:YAG em relação a outros tipos de laser e em relação à alta rotação são os danos térmicos reduzidos, especialmente quando utilizada a irradiação de 200 a 500 mJ por pulso e a água durante a ablação.

A máxima absorção do laser de Er:YAG pela água, o torna seletivo ao tecido cariado, mais úmido, permitindo uma remoção mais efetiva da dentina durante o processo de ablação. Esta notável característica de seletividade permite sua utilização no tratamento da cárie dental com precisão e, em alguns casos, com ausência de sintomatologia dolorosa. Portanto, clinicamente, é possível a realização de preparos localizados à área da lesão com a segurança de que, apenas o tecido cariado será removido e que a superfície resultante dessa irradiação, proverá as condições necessárias à atuação de materiais resinosos, desde que, as técnicas de reumedecimento sejam adequadamente aplicadas.

A ausência ou a diminuição da sintomatologia dolorosa é outra característica importante na aplicação clínica do laser de Er:YAG visto que, o controle da dor ainda constitui-se em uma das grandes barreiras no exercício da Odontologia. Não obstante à utilização de drogas anestésicas e de uma conduta profissional voltada ao bem estar dos indivíduos que precisam submeter-se ao tratamento odontológico, nem sempre é possível controlar eficientemente a ansiedade e o medo durante o tratamento. A laserterapia surge como uma filosofia terapêutica inovadora, visando a realização de procedimentos de uma maneira mais confortável, com ausência de vibração, ruídos desconfortáveis e dispensando, em determinadas situações, a necessidade de anestesia. A diminuição na sensibilidade durante o preparo cavitário encontra respaldo nos trabalhos de GLOCKNER et al. (1998). Os autores

compararam o laser de Er:YAG com alta rotação no que diz respeito à sintomatologia dolorosa e concluíram, que a redução de sensibilidade nos grupos irradiados, é devido à menor elevação de temperatura intrapulpar que ocorre nestes grupos. Vale ressaltar que, em ambos os grupos experimentais, a refrigeração foi utilizada durante todo o procedimento.

A segurança na aplicação clínica do laser de Er:YAG para a realização de preparos cavitários também tem sido demonstrada histologicamente. As investigações de KELLER; HIBST (1995) mostraram que a utilização do laser de Er:YAG com refrigeração adequada apresentou alterações pulpares dentro dos padrões de normalidade. SEKINE et al. (1994), realizando um estudo histológico sobre a polpa de cães, afirmaram que o laser é tão seguro quanto a técnica convencional, visto que não foram encontradas diferenças significativas relacionadas a danos pulpares nas duas condições experimentais. Os estudos de PELAGALLI et al. (1997) respaldam esta assertiva. De acordo com COZEAN (1997), pesquisas *in vivo*, realizadas em animais, indicam que a resposta pulpar de cavidades preparadas com laser de Er:YAG são mínimas, reversíveis e semelhantes àquelas provocadas pelo uso de instrumentos rotatórios convencionais.

Os benefícios oriundos da aplicação clínica do laser de Er:YAG em Dentística são notáveis, embora exista algumas restrições, como a impossibilidade de remover materiais áuricos ou amálgama de prata, ou a realização de procedimentos que primem por uma definição de preparo, como é o caso das facetas estéticas ou das incrustações metálicas fundidas. Em contrapartida, surgem novas possibilidades para a Odontologia preventiva e adesiva, na realização de preparos localizados à área da lesão, denominados preparos “puntuais”, resultando em uma maior preservação de

estrutura dental sadia, além da possibilidade de realizar-se o selamento biológico de fósulas e fissuras através da modificação da estrutura do esmalte.

5.1.2 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO AGENTE CONDICIONADOR

Comparação entre os níveis de microinfiltração marginal encontrados em cavidades preparadas com laser de Er:YAG, seguidas ou não de condicionamento ácido, frente às substâncias re-umedecedoras

Para esta análise será feita uma comparação entre os grupos IV x VII, V x VIII e VI x IX.

Comparando-se GIV (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e sem re-umedecimento) com GVII (laser de Er:YAG, sem condicionamento ácido e sem re-umedecimento) tem-se, de acordo com a prova realizada, uma diferença não significativa entre o nível de microinfiltração relacionado ao tratamento proposto em ambos os grupos, tanto para paredes oclusais quanto para paredes cervicais, como pode ser observado nas tabelas 5 e 6.

Frente a estes dados ficou evidente que, em cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG, a utilização ou não do agente condicionador (ácido fosfórico a 35%), sem o uso da técnica de re-umedecimento não interferiu significativamente no nível de microinfiltração, tanto quando o término encontrava-se em esmalte quanto com término em dentina. Para as paredes oclusais analisadas a média dos escores de

microinfiltração foi a mesma e para as cervicais foi maior para o grupo VII (*tabela 7 – Oclusal: $GIV = 1 \times GVII = 1$; Cervical: $GIV = 2 \times GVII = 3$*).

Estes resultados são discordes com JEAN et al. (1998) que, após realizar um estudo com a finalidade de comparar a microinfiltração da interface dentina/resina e esmalte/resina de cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG, seguidas ou não de condicionamento ácido, concluíram que a microinfiltração obtida na interface dentina/resina e esmalte/resina dos dentes tratado apenas com laser de Er:YAG foi significativamente maior do que os condicionados com ácido. Os resultados de RAMOS (1998) também são discordes dos obtidos neste estudo pois, em seus achados, a autora encontrou diferenças significativas entre os grupos preparados com laser de Er:YAG, seguidos ou não de condicionamento ácido, com resultados piores para o grupo onde o condicionamento ácido não foi realizado. No entanto, nas condições experimentais deste estudo os resultados desta comparação são concordes com NIU et al. (1998) e RAMOS et al. (1996) que não encontraram diferenças significativas quando da comparação de grupos preparados com laser de Er:YAG condicionados ou não com ácido fosfórico. Vale ressaltar que os níveis médios de microinfiltração na região cervical obtidos nos grupos IV e VII foram os maiores estabelecidos neste estudo, com desempenho pior para o grupo VII, no qual não foi realizado o condicionamento ácido.

Quando se comparou o grupo V (laser de Er:YAG , com agente condicionador e *primer*) com o grupo VIII (laser de Er:YAG sem condicionamento ácido e re-umedecido com *primer*), pôde-se realmente identificar qual a influência do agente condicionador frente ao uso do *primer*. Verificou-se que, quando o término do preparo encontrava-se em dentina, os dois tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si, quanto aos níveis de microinfiltração associados, como pode

ser visto na tabela 6. Contudo, quando o término dos preparos encontrava-se em esmalte, o nível de microinfiltração relacionado ao tratamento proposto em GVIII (sem o agente condicionador) foi estatisticamente diferente do nível relacionado ao tratamento proposto em GV (com o agente condicionador). Não foi possível, entretanto, identificar, qual o procedimento que apresentou o melhor desempenho frente à diminuição da microinfiltração, visto que os escores médios dos grupos analisados foram iguais a 1 (*tabela 7 - Oclusal :GV = 1 x GVIII =1; Cervical : GV=1 x GVIII=2*).

De acordo com PASHLEY (1992), o propósito do condicionamento ácido é remover a *smear layer* permitindo uma maior adesão à matriz dentinária; desmineralizar a matriz dentinária superficial facilitando a infiltração da resina; desmineralizar a dentina inter e peritubular, aumentando a porosidade da dentina e a penetração da resina nos túbulos.

Na ausência de condicionamento ácido, a dentina resultante do preparo com laser de Er:YAG encontra-se com túbulos parcialmente ocluídos por *smear layer* e essa condição pode contribuir para o desempenho inferior, frente à microinfiltração marginal, quando compara-se espécimes preparados com laser de Er:YAG na ausência de condicionamento com os preparados e condicionados com ácido fosfórico. Os resultados dos estudos de RAMOS (1998) e JEAN et al. (1998) comprovam esta assertiva. O *primer*, substância re-umedecedora utilizada nos grupos V e VIII, por sua capacidade de molhar e por sua afinidade com a dentina, tem a propriedade de desmineralizar superficialmente a matriz dentinária, exercendo a função de um “ácido fraco”. Com isso é possível a obtenção de uma superfície mais adequada à penetração dos sistemas adesivos, favorecendo a adesão e melhorando, com isso, os níveis de microinfiltração marginal. Na região cervical, os níveis médios

de microinfiltração marginal foram iguais a 1 no grupo V (com condicionamento) e 2 no grupo VIII (sem condicionamento). Embora essas diferenças não tenham sido consideradas estatisticamente significativas, os melhores resultados foram obtidos no grupo condicionado com ácido fosfórico.

Pode-se supor que o re-umedecimento com *primer*, mesmo na ausência do agente condicionador possa propiciar bons resultados no que diz respeito a microinfiltração de cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG nas paredes cervicais. No entanto deve-se levar em consideração que o comportamento frente à microinfiltração pode ser melhorado quando da associação do *primer* com o agente condicionador.

Para verificar a influência da associação entre o agente condicionador e a água destilada, comparou-se o grupo VI (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e re-umedecimento com água destilada) com o grupo IX (laser de Er:YAG, sem condicionamento ácido e re-umedecimento com água destilada). Ficou evidente que, nas paredes cervicais, o tratamento proposto no grupo IX gerou um nível bem maior de microinfiltração que o proposto no grupo VI (*tabela 7 - Cervical: GVI = 1 x GIX=3*).

Estes resultados sugerem, que a água destilada utilizada como substância re-umedecedora, na ausência de condicionamento ácido, não foi capaz de prover resultados tão satisfatórios em termos de microinfiltração marginal quanto na presença do agente condicionador. Isto é sugestivo de que, a capacidade de molhar desse veículo está associada à presença do agente condicionador, o qual, teria a função de desmineralizar a dentina inter e peritubular, aumentando a porosidade da dentina, facilitando o re-umedecimento da superfície irradiada pela água destilada.

Ou seja, nesta região, pode-se afirmar que, se for feito o re-umedecimento com água destilada, é necessário fazer o condicionamento ácido prévio da dentina para diminuir os graus de microinfiltração. Em se tratando de paredes oclusais, o uso do agente condicionador não interferiu de forma significativa no nível de microinfiltração dos grupos analisados, e o escore médio das duas condições experimentais foi igual (*tabela 7 - Oclusal: GVI = 1 x GIX= 1*).

5.1.3 AVALIAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS RE-UMEDecedoras

Comparação entre os níveis de microinfiltração marginal encontrados em cavidades preparadas com laser de Er:YAG, seguidas de condicionamento ácido, frente às substâncias re-umedecedoras

Para esta análise serão comparados os grupos GIV x GV, GIV x GVI e GV x GVI.

Para testar se o re-umedecimento com *primer* realmente propiciou uma diminuição da microinfiltração, quando a cavidade é preparada com laser de Er:YAG, é necessário comparar dois grupos preparados com laser de Er:YAG entre si : GIV (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e sem re-umedecimento) com o GV (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e re-umedecimento com *primer*), já que a diferença entre as duas condições experimentais é a utilização do *primer*. Como resultado da prova percebeu-se uma diferença significativa para paredes cervicais que pôde ser considerada até o nível máximo de 1% (tabelas 5 e 6). Ou seja, os resultados apresentados pelos dois grupos são bastante diferentes, sendo que o nível médio de microinfiltração relacionado ao grupo V foi menor que o do grupo

IV, contudo apenas nas paredes cervicais, cujo término encontra-se em dentina. Nas paredes oclusais, o nível médio de microinfiltração relacionado aos grupos preparados com laser de Er:YAG não sofreu modificações quando a superfície do esmalte foi re-umedecida com o *primer* (tabela 7 - Oclusal: $GIV = 1 \times GV = 1$; Cervical: $GIV = 2 \times GV = 1$).

De acordo com os resultados apresentados pôde-se perceber que o re-umedecimento com *primer* da superfície dentinária preparada com laser de Er:YAG favoreceu a diminuição do nível de microinfiltração marginal. Quando o término do preparo encontrava-se em esmalte o re-umedecimento com *primer*, da superfície preparada com laser de Er:YAG, não interferiu de forma significativa na diminuição da microinfiltração, tornando o re-umedecimento da superfície com *primer* dispensável.

A aplicação do *primer* do Scotchbond Multi-Purpose durante 60 segundos, previamente à aplicação do adesivo, possivelmente melhorou os resultados do grupo V em relação ao grupo IV na dentina. Estes resultados são concordes com PASHLEY (2000) que afirmou que a apreensão do HEMA pela dentina desmineralizada é um processo tempo-dependente e variável de acordo com os graus de expansão da rede de fibras colágenas. Uma explicação plausível para este melhor comportamento é a presença do HEMA no *primer* do Scotchbond Multi-Purpose.

Os resultados obtidos no esmalte irradiado com laser de Er:YAG não foram significativos e isso pode ser explicado pela configuração micromecânica que esta superfície apresenta em microscopia eletrônica de varredura, com rugosidade suficiente para prover uma adequada adesão mecânica, concordando com KUMAZAKI (1992); HIBST et al. (1993); GROTH (1997); GUTKNECHT et al. (1998). Obviamente, deve-se considerar, o fundamental e efetivo papel do agente

condicionador, atuando nesta superfície, cujos resultados em relação à microinfiltração marginal são comprovadamente satisfatórios. Os níveis médios de microinfiltração encontrados para as paredes oclusais de ambos os grupos foi igual a 1, independentemente, portanto, da realização do re-umedecimento com *primer*.

Os resultados estatísticos provenientes da comparação entre os grupos IV e V podem ainda ser justificados pelos achados de PERDIGÃO (1999) que provou que o HEMA foi capaz de re-umedecer a dentina seca colapsada devolvendo-a a um mesmo nível de aderência da dentina molhada. Baseando-se na hipótese de que, após a irradiação com laser de Er:YAG a superfície tornaria-se menos hidratada, a re-hidratação com um *primer* com alto conteúdo de água e rico em HEMA, como é o caso do Scotchbond Multi-Purpose, seria capaz de re-expandir as fibras de colágeno colapsadas, aumentando a infiltração da resina na rede e diminuindo, portanto, a microinfiltração. Embora não tenha sido objeto do presente estudo a observação da malha de fibras colágenas, pode-se supor, que os menores níveis de microinfiltração encontrados no grupo V em relação ao grupo IV tenham ocorrido devido à re-expansão pelo HEMA do colágeno colapsado. Os resultados de PASHLEY (2000) são concordes, pois segundo o autor, a dentina colapsada seca apreende pouco monômero e esta apreensão é dependente do grau de expansão da matriz. Essas observações podem justificar os resultados obtidos nos grupos IV e V pois, de acordo com o autor, a contração da matriz de dentina desmineralizada diminui a largura dos canais interfibrilares através dos quais os monômeros adesivos deveriam difundir-se e comprometem a habilidade da resina em envolver as fibras colágenas, resultando em baixa força de adesão e pobre qualidade na formação da camada híbrida, com conseqüente aumento da microinfiltração marginal.

O grupo V apresentou para as paredes cervicais uma diferença em relação ao grupo IV mensurável a um nível máximo de 1%, portanto bastante diferentes, com comportamento menos satisfatório para o grupo IV. Isso vem respaldar a recomendação do *primer* do Scotchbond Multi-Purpose, como agente re-umedecedor, em cavidades irradiadas com laser de Er:YAG e condicionadas com ácido fosfórico a 35%, visando aumentar a penetração da resina na rede de colágeno, e com isto diminuir os níveis de microinfiltração marginal.

Para verificar a existência de diferenças que justifiquem a utilização ou não do re-umedecimento com água destilada em cavidades preparadas com laser de Er:YAG, comparou-se o grupo VI (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e re-umedecimento com água destilada) com o grupo IV (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e sem re-umedecimento).

Não foram encontradas diferenças significativas quando se comparou o grupo VI com o grupo IV, quando a parede observada foi a oclusal (*tabela 5*). Isto significa que, nesta região, o re-umedecimento com água destilada, em cavidades preparadas com laser de Er:YAG, não interferiu no nível de microinfiltração quando comparado com a ausência do re-umedecimento (*tabela 7 - Oclusal: $GIV = 1 \times GVI = 1$*). Nas paredes cervicais, foi verificada uma diferença significativa entre os grupos (*tabela 6*), tal que o nível médio de microinfiltração relacionado ao tratamento proposto no grupo VI foi menor que o do tratamento proposto no grupo IV (*tabela 7 - Cervical: $GIV = 2 \times GVI = 1$*).

Através desses dados pôde-se constatar que, nas condições experimentais deste estudo, em cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG com término do preparo em dentina, o re-umedecimento da superfície com água destilada pode ser indicado para reduzir os níveis de microinfiltração preferencialmente à técnica de

não re-umedecimento. No entanto, se o término for em esmalte o re-umedecimento com água destilada não irá interferir no nível de microinfiltração marginal.

Os resultados provenientes da comparação dos grupos IV e VI vem a intensificar a discussão sobre o papel da água frente ao substrato dentinário irradiado com laser de Er:YAG. A importância de manter-se esta superfície úmida pôde ser demonstrada pelas diferenças significativas entre os dois grupos, mensurável ao nível máximo de 1%, e pelos valores médios dos níveis de microinfiltração encontrados nas paredes cervicais, o qual foi maior para o grupo que não foi re-umedecido com água destilada.

A partir da análise dos dados apresentados quando se comparou os grupos IV e V, e os grupos IV e VI, provou-se que, em paredes cervicais, as cavidades preparadas com laser de Er:YAG, apresentam menores níveis de microinfiltração, quando foi utilizada a técnica do re-umedecimento, tanto com *primer* quanto com água destilada. Para verificar se uma dessas duas técnicas de re-umedecimento é mais indicada, comparou-se o grupo VI (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e re-umedecimento com água destilada) com grupo V (laser de Er:YAG, condicionamento ácido e re-umedecimento com *primer*). Observou-se que não existiu diferença significativa entre os grupos, tanto quando o término do preparo encontrava-se em dentina, quanto em esmalte, conforme pode ser ratificado nas tabelas 5 e 6. Os escores médios relacionados às duas condições experimentais foram exatamente os mesmos para as duas paredes observadas (*tabela 7 - Oclusal: GV = 1 x GVI = 1; Cervical: GV = 1 x GVI = 1*). Vale ressaltar que para ambos os grupos foi utilizada a técnica do condicionamento ácido do esmalte e da dentina.

Diante do exposto, pode-se recomendar que, em cavidades irradiadas com laser de Er:YAG, nas quais o condicionamento ácido seja realizado, a aplicação do *primer* ou da água destilada seja feita, previamente à utilização do agente adesivo, com o propósito de melhorar o desempenho das restaurações, frente aos testes de microinfiltração marginal.

Comparação entre os níveis de microinfiltração encontrados em cavidades preparadas com laser de Er:YAG, sem a realização do condicionamento ácido, frente às substâncias re-umedecedoras

Para esta análise será feita uma comparação entre os grupos VII x VIII, VII x IX e VIII x IX.

Para verificar se o *primer* melhora o comportamento quanto ao nível de microinfiltração, quando não se utiliza o agente condicionador, comparou-se o grupo VII (laser de Er:YAG, sem condicionamento ácido e sem re-umedecimento) com o grupo VIII (laser de Er:YAG sem condicionamento ácido e re-umedecimento com *primer*). Para paredes oclusais os grupos não apresentaram diferenças significativas. Analisando-se as paredes cervicais, constatou-se a existência de uma diferença significativa entre os níveis de microinfiltração, os quais podem ser mensurados ao nível máximo de significância de 1% (tabelas 5 e 6). Portanto, estatisticamente, os grupos comportaram-se de forma bem diferente quando as paredes cervicais foram analisadas. O tratamento proposto nas condições experimentais do grupo VIII apresentou um melhor comportamento frente ao nível médio de microinfiltração do

que o tratamento proposto no grupo VII nas paredes cervicais, enquanto nas oclusais o escore médio das duas condições experimentais foi o mesmo, o que pode ser ratificado na tabela 7 (*tabela 7- Oclusal: GVII = 1 x GVIII = 1; Cervical: GVII = 3 x GVIII = 2*).

Deve-se considerar, no entanto, que os níveis médios associados aos dois grupos tenham sido os maiores estabelecidos neste estudo.

Estes resultados permitem concluir que para cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG, nas quais o condicionamento ácido não tenha sido realizado, a superfície dentinária seja re-umedecida com *primer* com o propósito de melhorar os níveis de microinfiltração marginal. Esses dados são de grande interesse para a prática clínica visto que, mesmo na impossibilidade de realizar-se o condicionamento ácido da dentina, pode-se obter um melhor desempenho no que tange à microinfiltração marginal, desde que, a cavidade irradiada com laser de Er:YAG seja re-umedecida com *primer*, previamente à aplicação do sistema adesivo. A importância da indústria odontológica no desenvolvimento de materiais restauradores específicos para atuarem em superfícies preparadas com laser de Er:YAG, torna-se uma necessidade cada vez mais iminente. Os resultados obtidos neste estudo com o *primer*, mesmo na ausência de condicionamento ácido, podem ser considerados um exemplo dessa assertiva. Sistemas adesivos capazes de penetrar na estrutura dentinária resultante da irradiação, supostamente menos dotada de umidade adequada, certamente trariam maiores benefícios no desempenho de restaurações adesivas, no que se refere à microinfiltração marginal.

Embora morfológicamente semelhante à dentina preparada convencionalmente e condicionada com ácido fosfórico, a dentina resultante da irradiação com laser de Er:YAG, apresenta peculiaridades em suas características micromorfológicas. Essas particularidades, ainda pouco conhecidas pelos pesquisadores – desde que os estudos

com laser de Er:YAG nos tecidos duros dentais datam de apenas doze anos – tornam os questionamentos abrangentes do ponto de vista dos fatores que poderiam contribuir efetivamente na melhoria do desempenho frente a microinfiltração marginal. Pesquisas complementares devem ser realizadas no sentido de elucidar melhor estas questões para que, em um futuro próximo, seja possível uma discussão pautada em resultados cada vez mais contundentes. Com isso, certamente será possível discorrer sobre a dentina irradiada com laser de Er:YAG de forma tão completa e fundamentada, quanto o é atualmente a discussão sobre a dentina preparada com alta rotação.

Comparou-se o grupo VII (laser de Er:YAG, sem condicionamento ácido e sem re-umedecimento) com o grupo IX (laser de Er:YAG sem condicionamento ácido e re-umedecimento com água destilada) para verificar o re-umedecimento com a água destilada na ausência de condicionamento ácido. Como resultados da Prova, observados nas tabelas 5 e 6, ficou claro não existir diferenças significativas entre os grupos, tanto para as paredes cervicais quanto para as oclusais. Com isso pôde-se verificar que, em cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG sem a utilização do condicionamento ácido da superfície, a utilização da técnica de re-umedecimento com água destilada não irá favorecer sobremaneira na diminuição dos níveis de microinfiltração marginal, tanto no esmalte quanto na dentina. Os níveis médios de microinfiltração foram iguais para ambos os grupos, com escore grau 3 para as paredes cervicais. Estes resultados insatisfatórios podem ser justificados pelo fenômeno de *overwet*, pois tem sido demonstrado, que falhas ultraestruturais são encontradas em grupos que tenham sido mantidos excessivamente molhados, previamente à aplicação do adesivo, concordando com TAY; GWINNETT; WEI (1996a); TAY; GWINNETT; WEI (1996c); TAY; GWINNETT; WEI (1997); TAY

et al. (1996). Possivelmente a ausência do condicionamento ácido não permitiu que a água penetrasse na malha de fibras colágenas, re-expandido o colágeno colabado, propiciando uma superfície adequada à penetração do adesivo. De acordo com os autores mencionados anteriormente, o fenômeno de *overwet* parece ser o resultado da polimerização envolvendo interações irreversíveis de componentes bifuncionais de *primers* solúveis em água, com componentes miscíveis em água, formando micelas e resultando na ausência de integridade interfacial. Esses dados permitem concluir que, na ausência de condicionamento ácido, a capacidade de re-umedecimento da água destilada, é limitada e os resultados insatisfatórios.

Para verificar as diferenças de desempenho em relação à microinfiltração entre a água destilada e o *primer*, ambos sem a aplicação prévia do agente condicionador, comparou-se o grupo VIII (laser de Er:YAG sem condicionamento ácido e re-umedecimento com *primer*) com o grupo IX (laser de Er:YAG sem condicionamento ácido e re-umedecimento com água destilada). Quando a superfície dentinária foi irradiada, observou-se uma diferença estatisticamente significativa ao nível máximo de 1 %, conforme dados da tabela 6. O comportamento das condições experimentais frente ao escore médio de microinfiltração foi melhor para o grupo VIII, no qual foi realizado o re-umedecimento com *primer*, na ausência do agente condicionador (tabela 7 - Cervical : $G_{VIII} = 2 \times G_{IX} = 3$). Tratando-se do esmalte foi demonstrada a inexistência de diferenças estatisticamente significativas, inclusive para a média dos escores das duas condições experimentais avaliadas (tabela 7 - Oclusal : $G_{VIII} = 1 \times G_{IX} = 1$)

Estas considerações levam a crer que a aplicação do *primer* ao invés da água destilada, na superfície dentinária irradiada com laser de Er:YAG, possibilite uma diminuição dos níveis médios de microinfiltração, quando não for realizado o

condicionamento ácido. Este melhor desempenho do *primer* em relação à água destilada deve-se provavelmente à presença do HEMA, cuja afinidade com a dentina, permite que o substrato mantenha-se com a umidade adequada à penetração dos adesivos hidrófilos.

5.2 Análise morfológica de esmalte e dentina por microscopia eletrônica de varredura e análise química de Ca e P por energia dispersiva de raios X (EDX)

A análise morfológica por microscopia eletrônica de varredura e a análise química por energia dispersiva de raios X (EDX) dos grupos A e B foi realizada separadamente no esmalte e na dentina.

5.2.1 Análise morfológica de esmalte e dentina preparados com laser de Er:YAG e com alta rotação através de microscopia eletrônica de varredura

5.2.1.1 ESMALTE

Através das fotomicrografias obtidas das amostras dos grupos A (preparados com alta rotação) e B (preparados com laser de Er:YAG), as quais foram analisadas com aumento de 3000X, pôde-se constatar que, o esmalte preparado com alta rotação, apresentou-se com a presença de detritos em forma de placas, com uma zona de prismas desintegrados. Estes detritos ocluíam parcialmente os cristais, possivelmente devido ao tipo de preparo cavitário (figura 1), concordando com GROSS et al. (1992). O aspecto de polido do esmalte e a presença desta zona de detritos tornou difícil a observação das lamelas de esmalte que, de acordo com

MJÖR; FEJERSKOV (1990), são comuns na região cervical. Em determinados locais pôde-se notar o arranjo paralelo dos cristais em contraste com áreas irregulares de esmalte fino e liso, misturado com áreas exibindo terminações prismáticas irregulares, casquetes de esmalte e buracos focais, concordando com MJÖR; FEJERSKOV (1990); DOSTÁLOVÁ et al. (1998).

A micromorfologia do esmalte preparado com laser de Er:YAG apresentou-se em microscopia eletrônica de varredura com cristais que puderam ser vistos claramente desobstruídos, com arranjo paralelo, semelhante a “favo de mel” (figura 2). Pôde-se observar com nitidez o esmalte interprismático liso, com um distinto padrão de superfície cristalina com depressões que dão uma aparência de peneira. As margens cavitárias apresentavam-se em camadas e em alguns locais pôde-se verificar pequenos defeitos irregulares e áreas hipoplásicas concordando com HOSSAIN et al. (1999). As lamelas de esmalte puderam ser observadas com nitidez, com aspecto de finas folhas, em direção longitudinal e radial, podendo-se discernir um distinto padrão de superfície cristalina. Em determinados locais pôde-se observar cristais individuais na superfície, em contraste com o esmalte aprismático liso que o rodeia. Uma definição clara entre a zona irradiada e a zona não irradiada pôde ser verificada (figura 3), com superfície rugosa em forma de escamas, com reentrâncias sugestivas de um possível aumento da adesão micromecânica dos sistemas adesivos, concordando com WRIGHT; Mc CONNELL; KELLER (1992); WRIGHT; Mc CONNELL; KELLER (1993); HIBST; KELLER (1994); DOSTÁLOVÁ et al. (1998); MORITZ et al. (1998). Não foram observados sinais de fusão ou carbonização, sugestivos de um aumento indesejável de temperatura no esmalte irradiado. Estes achados são concordes com TOKONABE et al. (1999); HOSSAIN et al. (1999). A utilização da água durante a irradiação, não apenas facilitou o processo

de ablação como também propiciou uma maior proteção aos tecidos irradiados, concordando com BURKES et al. (1992), PAGWDIWALA; VAIDYANATHAN; PAGHDIWALA (1993). SAKAKIBARA et al. (1994); HOSSAIN et al. (1999) respaldam estas considerações, visto que na ausência de água, zonas de fusão e carbonização puderam ser reconhecidas nas margens das cavidades, sugestivas de efeitos térmicos nos tecidos irradiados. A ablação com o laser de Er:YAG na presença de água produz excelentes resultados pois, é possível a realização da ablação de forma localizada com a mínima condução de calor e conseqüentemente mínimos danos térmicos aos tecidos, concordando com DOSTÁLOVÁ et al. (1996). A literatura tem demonstrado, em estudos de morfologia, que preparos realizados com e sem água apresentam padrões distintos, com maiores danos térmicos e alterações estruturais para preparos realizados na ausência de água (KAYANO et al., 1991; SONNTAG et al., 1996; MARAJON et al., 1998; HOSSAIN et al., 1999). Este estudo é concorde com estas observações, visto que, ao utilizar-se o jato de água durante a irradiação com laser de Er:YAG, obteve-se um padrão morfológico de normalidade, com ausência de fusão, carbonização ou fraturas nas áreas irradiadas.

Em apenas uma amostra foi verificada a formação de uma trinca no esmalte e esta pode ter ocorrido casualmente, em função de uma provável diminuição da distância focal de 15mm, durante a preparação da amostra. É importante salientar a necessidade de realizar-se um controle efetivo durante o preparo com laser de Er:YAG com o propósito de evitar-se um superaquecimento do tecido, mesmo respeitando-se os parâmetros de energia e a utilização da água durante a ablação. Pode-se sugerir a utilização de dispositivos especiais capazes de padronizar a distância focal durante a irradiação. Estes dispositivos já existem em determinados aparelhos seria interessante que esta conduta pudesse estender-se aos demais.

Embora a maior parte dos estudos de morfologia afirme que a irradiação com laser de Er:YAG não provoque a formação de zonas de fusão, carbonização ou trincas, deve-se considerar estes resultados, frente à utilização de adequados parâmetros de energia e frequência, bem como à observação criteriosa de todas as normas de segurança, estabelecidas pela FDA, para a utilização deste dispositivo, concordando com COZEAN et al. (1997).

5.2.1.2 DENTINA

A micromorfologia da dentina preparada com alta rotação apresentou-se, em microscopia eletrônica de varredura, totalmente coberta por *smear layer*, não tendo sido possível distinguir nenhum componente na estrutura dentinária (figura 4). A literatura respalda estes achados visto que, a proposta em realizar-se o condicionamento ácido por BUONOCORE (1955) e incorporada à prática clínica até os dias atuais, deve-se justamente à capacidade deste agente em desmineralizar a matriz dentinária superficial, facilitando a infiltração da resina na superfície, desmineralizar a dentina inter e peritubular, aumentando a porosidade da dentina e a penetração da resina nos túbulos e limpar a superfície dentinária, deixando-a livre de algum biofilme que interferiria na infiltração da resina na superfície porosa. RETIEF (1987) complementa explicando que o condicionamento ácido aumenta a área disponível para a adesão. Este procedimento, por si, deveria ser capaz de prover resultados de força adesiva e de menores níveis de microinfiltração, tão bons quanto os encontrados no esmalte. Isto, no entanto, não ocorre, dada à estrutura complexa da dentina, naturalmente heterogênea e fisiologicamente dinâmica, rica em material orgânico e água. Portanto, para a obtenção de uma adesão eficiente e de baixos níveis de microinfiltração, a superfície dentinária originária da preparação com alta rotação,

precisa ser adequadamente tratada, através de agentes condicionadores, *primers* hidrófilos, adesivos de baixa viscosidade aplicados em um substrato umedecido, com a finalidade de aumentar a penetração da resina na malha de fibras colágenas expostas pelo condicionamento, facilitando com isso todo o processo de imbricamento micromecânico.

A dentina preparada com laser de Er:YAG apresentou-se em microscopia eletrônica de varredura com túbulos dentinários abertos, embora uma pequena área de detritos pôde ser observada, ocluindo parcialmente os túbulos (figura 5). Estes achados são discordes de DOSTÁLOVÁ et al. (1998); KATAUMI et al. (1998); TANJI (1998) cujos túbulos dentinários encontravam-se abertos e sem *smear layer*. GROSS et al. (1992) encontraram túbulos dentinários parcialmente ocluídos pela presença de detritos, concordando com os resultados deste estudo. Os túbulos dentinários abertos (figura 6) apresentaram-se com padrão uniforme, rugoso, com uma distinção clara entre a zona irradiada e a zona não irradiada, concordando com AOKI et al. (1994); VISURI et al. (1996); DOSTÁLOVÁ et al. (1998). Não foram observadas áreas de fusão intertubular, carbonização, trincas ou quaisquer anormalidades que venham a sugerir a ocorrência de aumentos de temperatura com danos térmicos aos tecidos, concordando com WIGDOR et al. (1992); WIGDOR et al. (1993); MISERENDINO (1995); DOSTÁLOVÁ et al. (1996); JELÍNKOVÁ et al. (1996); PELAGALLI et al. (1997); MISERENDINO (1998); TOKONABE et al. (1999). Este dado, de grande interesse para demonstrar a efetividade do laser de Er:YAG na ablação dos tecidos duros dentais, pode ser atribuído, à utilização de um fino jato de água durante o processo de irradiação, o qual entra em contato com a superfície imediatamente no momento em que o laser de Er:YAG é acionado. Sabe-se que a utilização de água durante a irradiação com laser de Er:YAG, além de

melhorar a eficiência da ablação, propicia melhores condições de proteção ao complexo dentino-pulpar, e já demonstrou ser um método eficaz para prevenir a ocorrência de fraturas, concordando com DOSTÁLOVÁ et al. (1996). A ocorrência de fraturas ou trincas pode estar diretamente relacionada com o superaquecimento durante a ablação, provocado pelo aumento da condução de calor e, conseqüentemente, aumento da temperatura na dentina. A combinação da ablação com laser de Er:YAG, associado a um fino jato de água é localizada e a condução de calor é mínima, sem causar danos térmicos visíveis em microscopia eletrônica de varredura. As superfícies irradiadas dissipam o calor durante o tempo entre os pulsos, produzindo resultados excelentes (DOSTÁLOVÁ et al., 1996).

O padrão micromorfológico da dentina resultante da irradiação com laser de Er:YAG tem sido discutido na literatura no que se refere à possibilidade desta superfície propiciar as condições necessárias a uma adequada infiltração dos monômeros nos túbulos dentinários abertos. Seria esperado que este padrão de superfície proovesse baixos índices de microinfiltração marginal e adequados valores de resistência adesiva, mesmo na ausência do condicionamento ácido. No entanto, a maior parte das investigações tem demonstrado que para propiciar bons resultados em termos de microinfiltração, esta superfície precisa ser tratada com agentes condicionadores, previamente à aplicação do sistema adesivo. Vários fatores podem estar interferindo nestes resultados: a superfície resultante da irradiação se tornaria menos hidratada pelo fato de o laser de Er:YAG absorver água durante o processo de ablação; os túbulos dentinários encontram-se parcialmente obstruídos por *smear layer*, e a presença destes debrís podem influenciar na formação de uma camada híbrida com qualidade inferior à necessária para promover uma adequada adesão e conseqüentemente menor microinfiltração; os sistemas adesivos atuais foram

desenvolvidos para ser aplicados em uma superfície preparada com alta rotação, cujo padrão micromorfológico já é conhecido e amplamente discutido pelos pesquisadores e profissionais. Deve-se salientar, no entanto, que mesmo conhecendo-se todas as variáveis capazes de influenciar na ocorrência da microinfiltração em cavidades preparadas convencionalmente, ainda não foi possível controlá-la totalmente na prática clínica, mesmo com toda a evolução dos sistemas adesivos atuais. O conhecimento técnico científico que a Odontologia Adesiva têm alcançado, a exemplo da técnica da adesividade molhada, o uso de sistemas adesivos monocomponentes, e mais recentemente o uso de *primers* autocondicionantes têm contribuído para diminuir a microinfiltração, porém, o controle total deste fenômeno, especialmente com término do preparo em dentina/cimento, ainda não foi possível. Estes aspectos devem ser considerados no entendimento das razões pelas quais, a superfície irradiada com laser de Er:YAG, isoladamente, não é capaz de prover todas as condições necessárias para o completo controle ou a diminuição dos níveis de microinfiltração de cavidades Classe V.

5.2.2 Análise química de cálcio e fósforo por energia dispersiva de raios X

Para a realização da análise estatística dos dados coletados através do analisador de energia dispersiva espectroscópica, foi aplicado o teste não paramétrico de Friedmann, tanto em porcentagem em peso quanto em número de átomos, no esmalte e na dentina, os quais foram analisados separadamente.

TABELA 8 - Resultados da porcentagem em peso no esmalte para os grupos A (alta rotação) e B (laser de Er:YAG) obtidos pela leitura através do analisador de energia dispersiva espectroscópica

	ALTA ROTAÇÃO	ALTA ROTAÇÃO	LASER	LASER
E	Ca	P	Ca	P
S	57,380	42,620	62,199	37,801
M	56,583	43,418	59,307	40,693
A	56,580	43,420	62,019	37,981
L	56,634	43,366	61,089	38,911
T	57,318	42,682	61,690	38,310
E	57,526	42,474	61,067	38,933
Média	57,0035	42,9966	61,2285	38,7715
Desvio Padrão	0,4486	0,4488	1,0505	1,0505

Alta rotação: Ca/P ~ 1.33

Laser: Ca/P ~ 1.58

TABELA 9- Resultados da comparação entre a soma dos postos das amostras do esmalte em porcentagem em peso

<i>Amostras comparadas 2a 2</i>	Diferenças entre a soma dos postos	Valores críticos 0,05	Valores críticos 0,01	Valores críticos 0,001	Significância
Cálcio alta rotação x Cálcio laser	0,0000	23,8119	43,7100	96,7144	ns
Fósforo alta rotação x Fósforo Laser	0,0000	23,8119	43,7100	96,7144	ns

Os resultados do teste de Friedmann não mostraram diferenças significativas entre as duas condições experimentais quando o esmalte foi analisado com relação à porcentagem em peso.

TABELA 10 - Resultados da porcentagem em peso na dentina para os grupos A (alta rotação) e B (laser de Er:YAG) obtidos pela leitura através do analisador de energia dispersiva espectroscópica

	ALTA ROTAÇÃO	ALTA ROTAÇÃO	LASER	LASER
D	Ca	P	Ca	P
E	57,583	42,417	58,536	41,466
N	58,925	41,075	58,637	41,363
T	59,828	40,185	58,619	41,381
I	56,891	43,109	56,701	43,288
N	59,067	40,940	59,814	40,186
A	57,802	42,198	57,721	42,275
Média	58,3493	41,654	58,338	41,659
Desvio Padrão	1,0997	1,0953	1,0437	1,0397

Alta rotação: Ca/P ~ 1.40

Laser: Ca/P ~ 1.40

TABELA 11 - Resultados da comparação entre a soma dos postos das amostras da dentina em porcentagem em peso

<i>Amostras comparadas 2a 2</i>	Diferenças entre a soma dos postos	Valores críticos 0,05	Valores críticos 0,01	Valores críticos 0,001	Significância
Cálcio alta rotação x Cálcio Laser	0,0000	15,7524	21,6118	29,4169	ns
Fósforo alta rotação x Fósforo Laser	0,0000	15,7524	21,6118	29,4169	ns

Os resultados do teste de Friedmann não mostraram diferenças significativas entre as duas condições experimentais quando a dentina foi analisada com relação à porcentagem em peso.

TABELA 12 - Resultados da porcentagem em número de átomos no esmalte para os grupos A (alta-rotação) e B (laser de Er:YAG) obtidos pela leitura através do analisador de energia dispersiva espectroscópica

	ALTA ROTAÇÃO	ALTA ROTAÇÃO	LASER	LASER
E	Ca	P	Ca	P
S	50,987	49,013	55,975	44,025
M	50,174	49,826	52,967	47,033
A	50,172	49,828	55,787	44,213
L	50,227	49,773	54,815	45,185
T	50,924	49,076	55,442	44,558
E	51,137	48,863	54,792	45,208
Média	50,6035	49,3965	54,963	45,037
Desvio Padrão	0,4576	0,4576	1,0925	1,0925

Alta rotação: Ca/P ~ 1.02

Laser: Ca/P ~ 1.22

TABELA 13 - Resultados da comparação entre a soma dos postos das amostras do esmalte em número de átomos

<i>Amostras comparadas 2 a 2</i>	Diferenças entre a soma dos postos	Valores críticos 0,05	Valores críticos 0,01	Valores críticos 0,001	Significância
Cálcio alta rotação x Cálcio Laser	0,0000	15,8645	21,8359	29,5788	ns
Fósforo alta rotação x Fósforo Laser	0,0000	15,8645	21,8359	29,5788	ns

Os resultados do teste de Friedmann não mostraram diferenças significativas entre as duas condições experimentais quando o esmalte foi analisado com relação à porcentagem em peso.

TABELA 14 - Resultados da porcentagem em número de átomos na dentina para os grupos A (alta-rotação) e B (laser de Er:YAG) obtidos pela leitura através do analisador de energia dispersiva espectroscópica

	BROCA	BROCA	LASER	LASER
D	Ca	P	Ca	P
E	51,196	48,196	52,171	47,829
N	52,573	47,427	52,277	47,723
T	53,498	46,502	52,258	47,742
I	50,489	49,511	50,301	49,699
N	52,715	47,285	53,491	46,509
A	51,419	48,581	51,339	48,661
Média	51,9817	47,917	51,9783	48,02716
Desvio Padrão	1,1268	1,0678	1,0691	1,0691

Alta rotação: Ca/P ~1.08

Laser: Ca/P ~ 1.08

TABELA 15 - Resultados da comparação entre a soma dos postos das amostras da dentina em número de átomos

<i>Amostras comparadas 2 a 2</i>	Diferenças entre a soma dos postos	Valores críticos 0,05	Valores críticos 0,01	Valores críticos 0,001	Significância
Cálcio alta rotação x Cálcio Laser	1,0000	15,6960	21,5345	29,3117	ns
Fósforo alta rotação x Fósforo Laser	0,0000	15,6960	21,5345	29,3117	ns

Os resultados do teste de Friedmann não mostraram diferenças significativas entre as duas condições experimentais quando a dentina foi analisada com relação ao número de átomos.

De acordo com os resultados obtidos, através do teste não paramétrico de Friedmann, pôde-se constatar que, tanto os dados da análise química em porcentagem em peso quanto em número de átomos, não apresentaram diferenças significativas entre as duas condições experimentais do presente estudo, na proporção de cálcio e fósforo, tanto na dentina quanto no esmalte. Estes achados são concordes com GROTH et al. (1996); ZECELL et al. (1997); TOKONABE et al. (1999); DOSTÁLOVÁ (1998), que não encontraram alterações na proporção de cálcio e fósforo tanto em peso quanto em número de átomos na análise química destes elementos realizada através de energia dispersiva de raios X. Este estudo é discorde com ZECELL (1995) cujos resultados mostraram alterações na proporção entre os dois elementos.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

6.0 Considerações Finais

6.1 Microinfiltração

AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PREPARO

LASER x ALTA ROTAÇÃO

- A ausência de re-umedecimento apresentou diferenças estatisticamente significativas quando as cavidades preparadas com laser de Er:YAG foram comparadas com cavidades preparadas com alta rotação, com comportamento pior para as primeiras, tanto nas paredes cervicais quanto nas oclusais.
- Ao realizar-se o re-umedecimento tanto com *primer* quanto com água destilada, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos testados, e os níveis médios de microinfiltração foram iguais, tanto para as paredes cervicais quanto para as oclusais.

AVALIAÇÃO DO AGENTE CONDICIONADOR

LASER COM CONDICIONAMENTO ÁCIDO x LASER SEM CONDICIONAMENTO ÁCIDO

- O condicionamento ácido não influenciou estatisticamente a microinfiltração das paredes cervicais e oclusais na ausência de re-umedecimento.
- A ausência de condicionamento ácido não interferiu significativamente na microinfiltração quando foi realizado o re-umedecimento com *primer* nas

paredes cervicais. Para as paredes oclusais as diferenças encontradas foram estatisticamente significativas.

- A ausência de condicionamento teve influência estatisticamente significativa quando utilizou-se a técnica de re-umedecimento com água destilada para as paredes cervicais. Quanto às paredes oclusais as diferenças encontradas não foram estatisticamente significativas.

AValiação DAS SUBSTÂNCIAS RE-UMEDCEDORAS

LASER x LASER COM CONDICIONAMENTO ÁCIDO

- A ausência de re-umedecimento apresentou diferenças estatisticamente significativas quando comparada à técnica de re-umedecimento, tanto com *primer* quanto com água destilada, com maior nível médio de microinfiltração para o grupo no qual o re-umedecimento não foi realizado, analisando-se as paredes cervicais. Para as paredes oclusais os grupos analisados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.
- Não foram encontradas diferenças significativas ao comparar-se as cavidades preparadas com laser de Er:YAG re-umedecidas com *primer* com as re-umedecidas com água destilada, tanto analisando-se as paredes cervicais quanto as paredes oclusais. Os escores médios relacionados às duas condições experimentais foram iguais a 1.

LASER x LASER SEM CONDICIONAMENTO ÁCIDO

- A ausência de re-umedecimento apresentou diferenças estatisticamente significativas quando comparada à técnica de re-umedecimento com *primer*, analisando-se as paredes cervicais, com menor nível médio de microinfiltração para o grupo no qual o re-umedecimento foi realizado. Para as paredes oclusais as diferenças encontradas não foram estatisticamente significativas.
- A ausência de re-umedecimento não apresentou diferenças estatisticamente significativas quando comparada à técnica de re-umedecimento com água destilada, tanto para as paredes cervicais quanto para as oclusais, sendo que para as paredes cervicais os níveis médios foram os maiores estabelecidos.
- O re-umedecimento com *primer* apresentou diferenças estatisticamente significativas quando comparado à técnica de re-umedecimento com água destilada, com menor nível médio de microinfiltração para o grupo re-umedecido com *primer*, para as paredes cervicais. Para as paredes oclusais as diferenças encontradas não foram estatisticamente significativas.

6.2 *Análise morfológica por microscopia eletrônica de varredura de esmalte e dentina*

ESMALTE

O esmalte preparado com alta rotação apresentou-se em microscopia eletrônica de varredura com aspecto de polido e com presença de detritos.

O esmalte preparado com laser de Er:YAG apresentou-se em microscopia eletrônica de varredura com cristais claramente desobstruídos, com margens cavitárias com aspecto de camadas. Não foram encontradas áreas de fusão ou carbonização sugestivas de aumentos indesejáveis de temperatura.

DENTINA

A dentina preparada com alta rotação apresentou-se em microscopia eletrônica de varredura com túbulos dentinários ocluídos e presença de *smear layer*.

A dentina preparada com laser de Er:YAG apresentou-se em microscopia eletrônica de varredura com túbulos dentinários parcialmente abertos e com uma pequena quantidade de *smear layer*. Não foram observadas áreas de carbonização ou fusão, sugestivas de um aumento indesejável de temperatura.

6.3 Análise química de Ca e P por energia dispersiva de raios X (EDX)

Não foram encontradas diferenças significativas na proporção entre os elementos cálcio e fósforo, tanto em porcentagem em peso, quanto em número de átomos, nos espécimes irradiados com laser de Er:YAG, quando comparados aos espécimes preparados com alta rotação, tanto no esmalte quanto na dentina.

Microscopia Eletrônica de Varredura

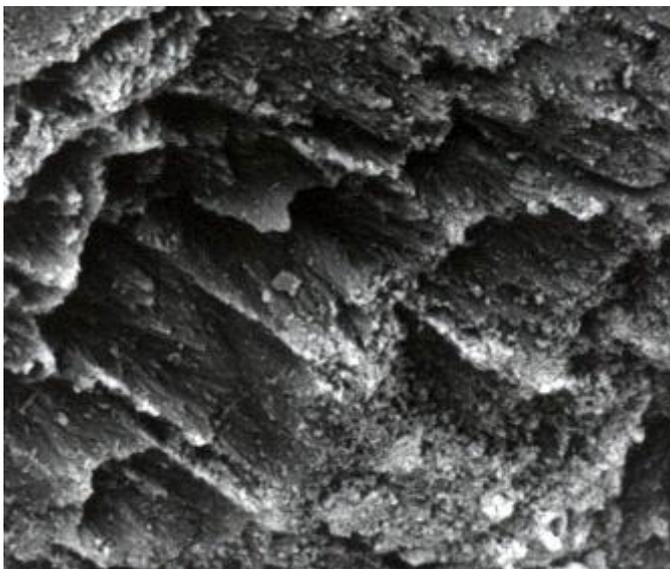


FIGURA 1 - Microscopia eletrônica de varredura da morfologia do esmalte preparado com alta rotação com aumento de 3000X onde se observa a presença de detritos ocluindo parcialmente os cristais

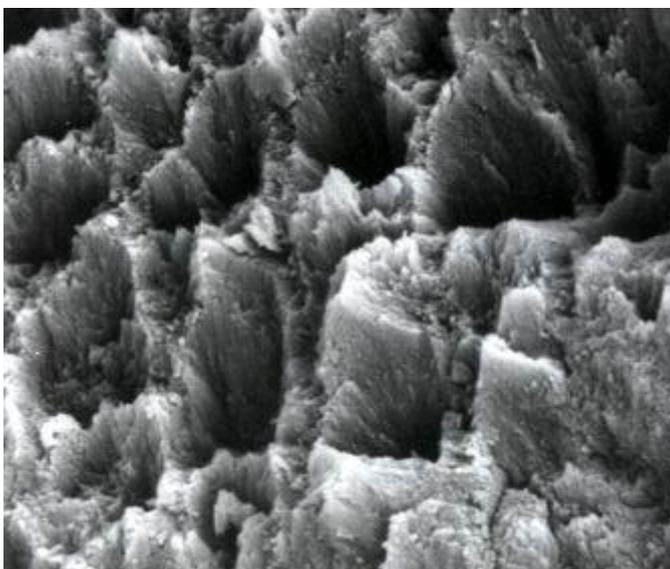


FIGURA 2 - Microscopia eletrônica de varredura da morfologia do esmalte irradiado com laser de Er:YAG com aumento de 3000X onde é possível observar a integridade dos cristais com distinto padrão de superfície



FIGURA 3 – Microscopia eletrônica de varredura da morfologia de uma amostra do grupo B onde se observa duas cavidades irradiadas com laser de Er:YAG com término do preparo em esmalte (cavidade superior) e em dentina (cavidade inferior) com aumento de 1000X

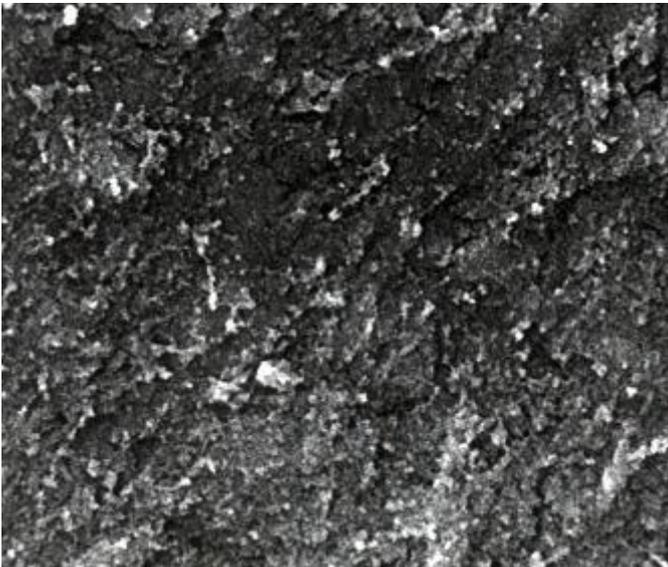


FIGURA 4 – Microscopia eletrônica de varredura da morfologia da dentina preparada com alta rotação com aumento de 3000X onde se observa a superfície totalmente coberta por *smear layer*

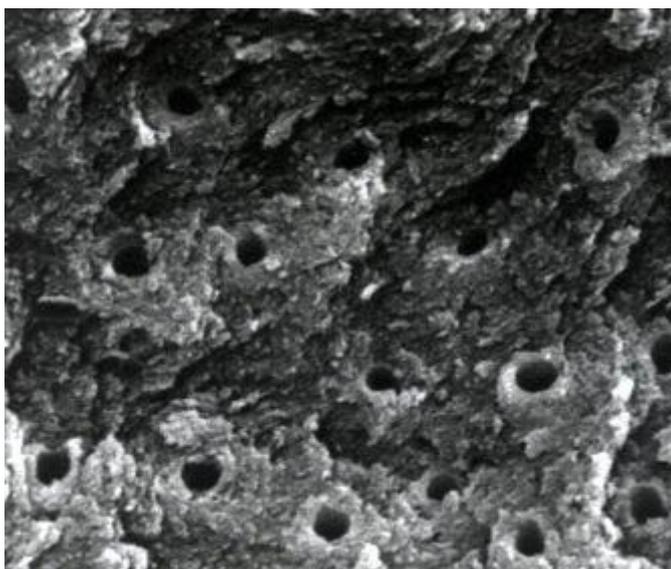


FIGURA 5 - Microscopia eletrônica de varredura da morfologia da dentina irradiada com laser de Er:YAG com aumento de 3000X onde se observa túbulos dentinários abertos e uma pequena quantidade de *smear layer*



FIGURA 6 - Microscopia eletrônica de varredura da dentina irradiada com laser de Er:YAG com aumento de 20000X com destaque para um túbulo dentinário aberto

7.0 Conclusões

7.1 MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL

A técnica de re-umedecimento com *primer* ou com água destilada melhorou o desempenho frente à microinfiltração marginal quando espécimes preparados com laser de Er:YAG foram comparados a espécimes preparados com alta rotação, utilizando-se previamente o condicionamento com ácido fosfórico.

O *primer*, mesmo na ausência do agente condicionador, apresentou bons resultados frente à microinfiltração marginal em espécimes preparados com laser de Er:YAG, embora os melhores resultados fossem obtidos na presença do agente.

A água destilada, na ausência do condicionamento ácido, mostrou resultados insatisfatórios no desempenho frente aos testes de microinfiltração marginal.

7.2 ANÁLISE MORFOLÓGICA POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DE ESMALTE E DENTINA

O esmalte preparado com alta rotação apresentou-se em microscopia eletrônica de varredura com aspecto de polido e com presença de detritos, enquanto o esmalte preparado com laser de Er:YAG apresentou-se com margens irregulares.

A dentina preparada com alta rotação apresentou-se em microscopia eletrônica de varredura totalmente coberta por *smear layer* enquanto a dentina preparada com laser de Er:YAG apresentou túbulos parcialmente abertos e com pequena quantidade de *smear layer*.

Não foram observadas áreas de fusão ou carbonização, em esmalte e em dentina, sugestivas de aumentos indesejáveis de temperatura, nos espécimes irradiados com laser de Er:YAG.

7.3 ANÁLISE QUÍMICA DE Ca e P POR ENERGIA DISPERSIVA DE RAIOS X (EDX)

Não foram encontradas diferenças significativas na proporção entre os elementos cálcio e fósforo, tanto em porcentagem em peso, quanto em número de átomos, nos espécimes irradiados com laser de Er:YAG, quando comparados aos espécimes preparados com alta rotação, tanto no esmalte quanto na dentina.

8.0 Anexos

Ficha utilizada pelos 3 examinadores para a realização da análise dos graus de microinfiltração marginal – escores 0, 1, 2 e 3 nas paredes oclusais e cervicais

EXAMINADOR: _____

PAREDE AMOSTRA	OCLUSAL 1	OCLUSAL 2	CERVICAL 1	CERVICAL 2
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				

61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIAN, J.C.;BERNIER, J.L.; SPRAGUE, W.G. Laser and the dental pulp. J Am Dent Assoc, v.83, n.1, p.113-117, July, 1971.
- AGREE, K. ZHANG, Y. PASHLEY, D.H. Effects of acids and additives on the susceptibility of human dentin to denaturation. J Oral Rehabil, v.27, n.2, p.136-141, Feb., 2000.
- AMAECCHI, B.T. HIGHAM, S.M.; EDGAR, W.M. Efficacy of sterilisation methods and their effect on enamel demineralisation. Caries Res, v.32, p.441-446, 1998.
- AOKI, A. et al. Application of the Er:YAG laser to the treatment of root caries lesion. In: International Congress on Lasers in Dentistry, 1994, Singapore. Proceedings...Bologna: Moduzzi Editore 1994. p. 181-184.
- ARAÚJO, R. M; ARAÚJO, M.A.M; MENDES, A. J. D. Influência da intensidade da luz de fotopolimerizadores na infiltração marginal. Rev APCD, v.50, n.5, p.408-413, set./out., 1996.
- ARMENGOL, V. et al. Scanning electron microscopic analysis of diseased and healthy dental hard tissues after Er:YAG laser irradiation : *in vitro* study. J Endod, v. 25, n.8, p.543-546, Aug., 2000.
- BAIER, R.E. Principles of adhesion. Oper. Dent, suppl. 5, p.1-9, 1992.
- BARNES, D.M. et al. Microleakage of class 5 composite resin restorations: a comparison between *in vivo* and *in vitro*. Oper Dent, v.18, n.6, p.237-250, Nov./Dec., 1993.
- BOUVIER, D. et al. An *in vitro* study of two adhesive systems: third and fourth generations. Dent Mater, v.9. n.6, p. 365-369, Nov., 1993.
- BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. J Dent Res, v.44, p.895-902, 1965.
- BRACKETT, W.W.; GILPATRICK, R.O; GUNNIN, T.D. Effect of finishing method on the microleakage of class V resin composite restorations. Am J Dent, v.10, n.4, p.189-191, Aug., 1997.
- BUONOCORE, M,G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res, v.34, n.6, p.849-853, Dec., 1955.
- BUONOCORE, M. WILEMAN, W. BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. J Dent Res, v.35, p.856-851, 1956.

- BUONOCORE, M.G.; MASTUI, A.; GWINNETT, A.J. Penetration of resin dental material into enamel surfaces with reference to bonding. Arch Oral Biol, v.13, n.1, p.61-70, Jan., 1968.
- BURKES, E.J. et al. Wet tissue versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. J Prosthet Dent, v.67, n.6, p.847-851, June, 1992.
- CARVALHO, R.M., et al. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. Oper Dent, v.21, n.1, p.17-24, Jan./Feb., 1996.
- CARVALHO, R.M. Adesivos dentinários: fundamentos para aplicação clínica. Rev Dentística Restauradora, v.1, n.2, p.62-96, abr./jun., 1998.
- CASTELNUOVO, J.; TJAN, A.H.L.; LIU, P. Microleakage of multi-step and simplified-step bonding systems. Am J Dent, v.9, n.6, 1996.
- CAUSTON, B.E. Improved bonding of composite restorative to dentin. Br Dent J, v.156, p.93-95, 1984.
- CHAN, K.C.; SWIFT Jr., E.J. Marginal seal of new generation dental bonding agents. J Prosthet Dent, v.72, n.4, p.420-423, Oct., 1994.
- COZEAN, C. et al. Dentistry for the 21st century? Erbium:YAG laser for teeth. JADA, v.128, p.1-7, Aug., 1997.
- CRIM, G.A.; ABBOT, L.J. Effect of curing time on marginal sealing by four dentin bonding agents. Am J Dent, v.1, n.1, p.12-14, Feb., 1988.
- DeWALD, J. P. The use of extracted teeth for *in vitro* studies: a review of infection control considerations. Dent Mater, v.13, p. 74-81, Mar., 1997.
- DOSTÁLOVÁ, T. et al. Evaluation of the surface changes in enamel and dentine due to possibility of thermal overheating induced by Erbium: YAG laser radiation. Scanning Microsc, v.10, p.285-291, 1996.
- DOSTÁLOVÁ, T. et al. Dentin and pulp response to Erbium: YAG laser ablation: a preliminary evaluation of human teeth. J Clin Laser Med Surg, v.15, n.3, p.117-121, 1997.
- DOSTÁLOVÁ, T. et al. Noncontact Er:YAG ablation: clinical evaluation. J Clin Med Surg, v.16, n.5, p.273-282, Oct., 1998.
- EAKLE, W.S. Effect of thermal cycling on fracture strength and microleakage in teeth restored with a bonded composite resin. Dent Mater, v.2, n.3, p.114-117, June, 1986.

- EDUARDO, C.P. et al. Micromorphological evaluation of enamel surface and the shear bond strength of a composite resin after Er:YAG irradiation: a *in vitro* study. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1996. Jerusalém. Proceedings...Bologna: Monduzzi, 1996. p.41-44.
- EINSTEN, A. Zur quantum theorie der strhlung. In: TANJI, E. Y. Alterações morfológicas do esmalte e dentina de cavidades Classe I preparadas com laser de Er:YAG – estudo *in vitro*. São Paulo, 1998. P. Tese Mestrado – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
- FITCHIE, J.G.; et al. Microleakage of two new dentinal bonding systems. Quintessence Int , v.21, n.9, p.749-752, Sept.,1990.
- FORTIN, D. et al. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. Dent Mater, v.10, n.14, p.253-258, July,1994.
- FUKUSHIMA, T. et al. Effect of dentin primers containing N-methylolacrylamide or N-methylolmethacrylamide on dentin pretreatment. J Dent, v.27, n.5, p.391-397, 1999.
- GLOCKNER, K. et al. Intrapulpal temperature during preparation with the Er:YAG laser compared to the conventional burr: na in vitro study. J Clin Laser Med Surg, v.16, n.3, p.153-157, June, 1998.
- GOLDMAN, L. et al. Impact of the laser on dental caries. Nature, v.203, n.25, p.417, July, 1964.
- GOLDMAN, L., et al. R. Effect of laser beam impact on teeth. J Amer Dent Assoc, v.70, p.601-606, Mar., 1965.
- GORDON et al. 1955, In: CECCHINI, S.C.M. Estudo *in vitro* das aplicações do laser de Hólmio: YLF em esmalte e dentina visando a realização de cirurgia de acesso endodôntico e preparo cavitário. São Paulo, 1995. P. Tese Mestrado – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Universidade de São Paulo.
- GORDON Jr., T.E. Some effects of laser impact on extracted teeth. J Den Res, v.45, n.2, p.372-375, Mar./Apr. 1966.
- GORDON Jr., T.E. Single surface cutting of normal tooth with ruby laser. J Amer Dent Assoc, v.74, p.398-402, 1967.
- GROSS, D. et al. Surface morphology of dental hard tissues after Er:YAG laser treatment. In: INTERNTIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1992. Salt Lake City. Proceedings... Salt Lake City: International Society of Lasers in dentistry, 1992. p.133-134.

- GROBLER S.R. et al. Relative shear bond strength and microleakage of two dentine bonding agents. J Dent Assoc SAFR, v.51, n.5, p.301-306, May, 1996.
- GROTH, E.B. et al. The pre-treatment of enamel surface *in vitro* with Er:YAG laser for bonding composite resin. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1996, Jerusalém. Proceedings... Bologna: Monduzzi, 1996. p. 53-57.
- GROTH, E.B. Estudo comparativo do condicionamento do esmalte dental com Er:YAG laser e ácido fosfórico: análise morfológica e resistência à tração. São Paulo, 1997. P. Tese Doutorado. Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
- GUTKNECHT, N. et al. Bond strength of composite on Er:YAG laser – Er, Cr: YSGG laser and acid etched enamel. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1998, Maui. Resumos ... Maui: International Society for Lasers in Dentistry, 1998, p.57.
- GWINNETT, A.J. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. Am J Dent, v.6, n.1, p.7-9, Feb., 1993.
- HANSEN, E.K. Effect of three dentin adhesives on marginal adaptation of two light-cures composites. Scand J Dent Res, v.94, n.1, p. 82-86, Feb., 1986.
- HARA A.T. et al. Avaliação *in vitro* da microinfiltração marginal de sistemas adesivos hidrófilos. 15^a SBPQO, 1998. Águas de São Pedro, SP, 1998, p.23. [Resumo A054]. 191p.
- HIBST, R.; KELLER, U. The effect of pulsed Er:YAG laser radiation on dental tissue. Lasers Surg Med. v, 4, p. 163-165, 1988.
- HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. Lasers Surg Med, v.9, n.4, p.388-344, 1989.
- HIBST, R. et al. Er:YAG laser etching of dental hardsubstances. In: Annual Meeting. American Society Laser Medicine and Surgery, 1993, New Orleans. Resumos...New Orleans: American Society Laser Medicine and Surgery, 1993. [Resumo n.71].
- HIBST, R.; KELLER, U. Bond strenght and microleakage of composite restorations after Er:YAG laser preparation and conditioning. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1994, Singapore, Resumos...Singapore: ISLD, 1994.
- HOKE, J. et al. Erbium-YAG (2,94µm) laser effects on dental tissues. J Laser Appl, p.61-65, Summer/Fall, 1990.

- HOSSAIN, M. et al. Ablation depths and morphological changes in human enamel and dentine after Er: YAG laser irradiation with or without water mist. *J Clin Laser Med Surg*, v.17, n.3, p.105-109, 1999.
- JAYAWARDENA, J.K.D.J.A.U., et al. Pulpal response to Er:YAG laser following accidental exposure. *J Dent Res*, v.78, p.297, 1999. [Resumo n.1535].
- JACOBSEN, T; SODERHOLM, K.J. Effect of primer solvent, primer agitation and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *Am J Dent*, v.11, n.5, p.255-258, 1998.
- JEAN, A et al. Microleakage along composite restoration following Er:YAG laser irradiation versus acid-etched. *J Dent Res*, v.77, p.937, 1998. [Resumo n.2447].
- JELÍNKOVÁ, H. et al. The influence of Er:YAG laser ablation on cavity surface and cavity shape. In: WIGDOR, H.A. et al. *Lasers in dentistry II*. Laguna Beach:SPIE 2672, 1996. p193-199.
- KÄLIN, C. et al. Evaluation of the interface between one-bottle bonding agents and dentin by cryopreparation and low temperature scanning electron microscopy. A pilot study on perfused dentinal samples. *Jour Dent*, v.26, n.5-6, p. 511-520, Aug., 1998.
- KANCA, J. One step bond strength to enamel and dentin. *Am J Dent*, v.10, n.1, Feb., 1997.
- KATAUMI, M. et al. SEM observations of Er:YAG laser irradiated dentin interface. In: *INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY*, 1996, Jerusalem. Proceedings... Bologna: monduzzi, 1996. p.63-66.
- KATAUMI, M. et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of Er:YAG laser irradiated dentin using dentin adhesive. *Dent Mater Jour*, v.17, n.2, p.125-138, Jun., 1998.
- KAYANO, T. et al. Effect of Er:YAG laser irradiation on human extracted teeth. *J Clin Laser Med Surg*, p.147-150, Apr., 1991.
- 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*, v.9, n.4, p.345-351, 1989.
- KELLER, U.; HIBST, R. Erbium:YAG laser in caries therapy: indications and first clinical results. In: *INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY*, 1992, Salt Lake City. Proceedings...Salt Lake City: International Society of Lasers in Dentistry, 1992. P.151-152.
- KELLER, U.; HIBST, R. Histological findings of pulpal changes after Er:YAG laser irradiation. *J Dent Res*, v.74, p.5451, 1995 [Resumo n.1159].

- KELLER, U. et al. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. *J Dent*, v. 26, n.6, p.649-656, Nov., 1998.
- KOMORI, T. et al. Treatment of hard tissues lesions with Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1996, Jerusalém. Proceedings... Bologna: Monduzzi Editore, 1996. p.67-71.
- KUMAZAKI, M. Results of etching with the Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1992, Salt Lake City. Proceedings... Salt Lake City: International Society of Lasers in Dentistry, 1992. p.141-142.
- KUMAZAKI, M. Removal of hard tissue (cavity preparation) with the Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1994, Singapore. Proceedings... Bologna: Monduzzi Editore, 1994. p.151-157.
- KURODA, S.; FOWLWE, B.O. Compositional, structural and phase changes *in vitro* laser-irradiated tooth enamel. *Calcif Tissue Int*, v.36, p.361-369, 1984.
- LIZARELLI, R.F.Z., et al. Tratamento de cárie inicial com laser de alta densidade de energia de Er:YAG. *J B P*, v.1, n.4, p. 73-76, 1998.
- LIZARELLI, R.F.Z. et al. [Laser de Erbium:YAG para preparos conservadores estéticos – relato de um caso clínico] *Universo Odonto* [Online]. Available: <http://www.universodonto.com.br/especialidades/laser/casos/caso6.html>[2000.fev.]
- MAIMAN, T ,H. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*, v.187, n.4736, p.493-494, Aug., 1960.
- MAJARON, B. et al. Heat diffusion and debris screening in Er:YAG laser ablation of hard biological tissues. *Appl Phys B*, v.66, p.479-487, 1998.
- MATOS, A.B. Contribuição ao estudo da microinfiltração *in vitro* de lesões cervicais não cariosas restauradas com diferentes materiais adesivos e técnicas. São Paulo, 1996. P. Tese Doutorado. Faculdade de Odontologia da Unversidade de São Paulo.
- MATSUMOTO, K.; NAKAMURA, Y.; WAKABAYASHI, H. A morphological study on the cavity preparation by Er: YAG LASER. *J Japan Soc Conserv Dent*, v.34, n.3, p.729-733, June, 1991.
- MATSUMOTO, K., et al. Clinical dental application of Er:YAG laser for class V cavity preparation. *J Clin Laser Med*, v.14, n.3, p. 123-127, 1996.
- MATSUMOTO, K. Laser treatment for hard tissue. In INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1998, Maui. Resumos... Maui: International Society for Lasers in Dentistry, 1998. [p.xiv].

- MELLO, J.B. et al. A influência do condicionamento ácido da dentina no selamento marginal de um adesivo. Rev Odontol UNESP, v.25, n.1, p.69-77, jan.-jun., 1996.
- MISERDINO, J.L. SEM and dye penetration comparison of Er: YAG laser versus traditional treatment. In : INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1998, Maui. Resumos... Maui: International Society for Lasers in Dentistry, 1998. p.34.
- MISERDINO, J. L. ; PICK, R. M. Lasers in Dentistry. Illinois: Quintessence, 1995. 313p.
- MJÖR; FEJERSKOV. Embriologia e Histologia Oral Humana. Panamericana, 1990. 333p.
- MORIOKA, T. et al. Acid resistance of lased human enamel with Erbium:YAG laser. J Clin Med Surg, p.215-217, June, 1991.
- MORITZ, A. et al. Procedures for enamel and dentin conditioning: a comparison of conventional and innovative methods. J Esthet Dent, v.10, n.2,1998.
- NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration into tooth substrates. J Biomed Mater Res, v.16, p.265-273, 1982.
- NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. Hybridizatoín of dental hard tissue. Tokyo: Quintessence, 1998. 125p.
- NAKABAYASHI, N. ; HIRANUMA, K. Effect of etchant variation on wet and dry dentin primed with 4-META/acetone. Dent Mater, v.16, n.4, p.274-279, July, 2000.
- NAKABAYASHI, N.; WATANABE, A.; GENDUSA, N.J. Dentin adhesion of “modified” 4-META/MMA-TBB resin: function of HEMA. Dent Mater, v.8, n.4, p. 259-264, July, 1992.
- NAKABAYASHI, N.; TAKARADA, K. Effect of HEMA on bonding dentin. Dent Mater, v.8, n.2, p. 125-130, Mar., 1992.
- NEO, J.; CHALKLEY, Y.; JENSEN, M. Composite resin microleakage: effect of bonding agents and polishing. J Dent Res, v.63, p.179, 1984. [Resumo 74].

- NISHIYAMA, N. et al. Effects of a structural change in collagen upon binding to conditioned dentin studied by ^{13}C NMR. *J Biomed Mater Res*, v.29, p.107-111, 1995.
- NIU, W. et al. A study on microleakage after resin filling of class V cavities prepared by Er: YAG laser. *J Clin Laser Med Surg*, v.16, n.4, p.227-231, 1998.
- OHBA, M. et al. 2-HEMA-free dentin bonding system to prevent contraction gap. *J Dent Mater*, v.17, n.1, p.83-88, Mar., 1998.
- OHO, T.; MORIOKA, T. A possible mechanism of acquired acid resistance of human dental enamel by laser irradiation. *Caries Res*, v.24, n.2, p.86-92, Mar./Apr., 1990.
- PAGHDIWALA, A.F.; VAIDYANATHAN, M; PAGHDIWALA, M.F. Evaluation of erbium: YAG laser radiation of hard dental tissues: analysis of temperature changes, depth of cuts and structural effects. *Scann Microscop*, v.7, n.3, p.989-997, 1993.
- PASHLEY, D.H. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent*, v.17, n.6, p.229-292, Nov./Dec., 1992.
- PASHLEY, D.H.; CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent*, v.25, n.5, p.355-372, Sept., 1997.
- PASHLEY, D.H. et al. Effect of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures. *Dent Mater*, v.14, n.1, p.6-10, Jan., 1998.
- PASHLEY, D.H. Permeability of demineralized dentin to HEMA. *Dent Mat*, v.16, n.1, p.7-14, Jan., 2000.
- PELAGALLI, J. et al. Investigational study of the use of Er: YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation – Phase I. *J Clin Laser Med Surg*, v.15, n.3, p.109-115, 1997.
- PERDIGÃO, J. et al. Effect of a re-wetting agent on the performance of acetone-based dentin adhesives. *Am J Dent*, v.11, n.5, p.207-213, Oct., 1998.
- PERDIGÃO, J. et al. The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. *Dent Mat*, v.15, n.4, p.282-295, July, 1999.
- PILO, R; BEN-AMAR, A. Comparison of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J Prosthet Dent*, v.82, n.2, p.209-213, Aug., 1999.
- PINTADO, M.R., DOUGLAS, W.H. The comparison of microleakage between two different dentin bonding resin systems. *Quintessence Int.*, v.19, p. 905-907, 1988.

- PORTO NETO, S.T. Avaliação da microinfiltração marginal nas paredes de esmalte e cimento em cavidades classe V restauradas com resina composta e ionômero de vidro. Araraquara, 1990. P. Tese Doutorado – Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista.
- PRATI, C. et al. Marginal morphology of class V composite restorations. *Am J dent*, v.10, n.5, p.231-236, Oct., 1997.
- RAMOS, A.C.B. et al. Microleakage class V restorations prepared with the Er:YAG laser. An *in vitro* study. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1996, Athens. Proceedings...Bologna: Monduzzi, 1996. p.257-261.
- RAMOS, A.C.B. Microinfiltração marginal em cavidades classe V preparadas com alta rotação e com laser de Érbio:YAG – Estudo *in vitro*. São Paulo, 1998. P. Tese Mestrado – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
- RETIEF, D.H. Are adhesive techniques sufficient to prevent microleakage? *Oper Dent*, v.12, n.4, p.140-145, Autumn 1987.
- SAKAKIBARA, Y. et al. Morphological change of tooth surface irradiated by Er: YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1994, Singapore. Proceedings... Bologna: Monduzzi, 1994. p.163-166.
- SANO, H. et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent*, v.20, n.1, p.18-25, Jan./Feb. ,1995.
- SANTINI, A.; MITCHELL, S. Effect of wet and dry bonding techniques on marginal leakage. *Am J Dent*, v.11, n.5, p.219-224, Oct., 1998a.
- SANTINI, A.; MITCHELL, S. Microleakage of composite restorations bonded with three dentin bonding agents. *J Esthet Dent*, v.10, n.6, p.296-304, 1998b.
- SANTINI, A. Microleakage of resin-based composite restorations using different solvent – based bonding agents and methods of drying acid-etched dentin. *Am J Dent*, v.12,.n.4, p.194-200, Aug., 1999.
- SAUNDERS, W.P.; SAUNDERS, E.M. Microleakage of bonding agents with wet and dry bonding techniques. *Am J dent*, v.9, n.1, p.34-36, Feb., 1996.
- SEKINE, Y. et al. Erbium:YAG laser application to cavity preparation : light microscopy investigation of the tooth pulp. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1994, Singapore. Proceedings... Bologna: Monduzzi, 1994. p.163-166.

- SONNTAG, K.D., et al. Pulpal response to cavity preparation with the Er: YAG and Mark III free electron lasers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v.81, p.695-702, 1996.
- SHINCHI, M.J.; SOMA, K., NAKABAYASHI, N. The effect of phosphoric acid concentration on resin tag length and bond strength of a photo-cured resin to acid-etched enamel. *Dent Mater*, v.16, n.15, p. 324-32, Sep., 2000.
- STERN, R.H.; SOGNNARES, R.F. Laser beam on dental hard tissues. *J Dent Res*, v.43, n.5, p.873, 1964. [Resumo n. 307].
- STERN, R.; VAHL, J.; SOGNNARES, R. Laser enamel : ultrastructural observations of pulsed carbon dioxide laser effects. *J Dent Res*, v.51, p.455-460, 1972.
- STERN, R.H. The laser in dentistry: a review of the literature. *J Dent Assoc S Afr*, v.29, n.3, p.173-179, Mar., 1974.
- SUZUKI, R.M.; GONZATTO, D.; SAMUEL, S.M.W. Correlação entre microinfiltração e resistência à tração. 15ª SBPOO, 1998. Águas de São Pedro, SP, 1998, p.25. [resumo A060]. 191p.
- SWIFT, E.J; BAYNE, S.C. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. *Am J Dent*, v.10, n.4, p.184-188, Aug., 1997.
- TANJI, E.Y.; MATSUMOTO, K.; EDUARDO, C.P. Scanning electron microscopic observations of dentin surface conditioned with Er:YAG laser. *Deutschesellschaft Laser News Letter*, v.8, p.6, Jan./Feb., 1997. [Edição de Congresso].
- TANJI, E.Y. Alterações morfológicas do esmalte e dentina de cavidades classe I preparadas com o laser de Érbio:YAG – estudo *in vitro*. São Paulo, 1998. P. Tese Mestrado – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
- TAY, F.R. et al. Resin permeation into acid-conditioned, moist and dry dentin: a paradigm using a water-free adhesive primers. *J Dent Res*, v.75, n.4, p.1034-1044, April, 1996.
- TAY, F.R., GWINNETT, A.J.; WEY, S.H. The overwet phenomenon : an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent*, v.9, n.1, p.43-48, Feb., 1996a.
- TAY, F.R.; GWINNETT, J.A.; WEI, S.H.Y. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. *Dent Mater*, v.12, p. 236-244, July, 1996b.

- TAY, F.R., GWINNETT, A.J.; WEY, S.H. The overwet phenomenon : a transmission electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent*, v.9, n.4, p.161-166, Aug., 1996c.
- TAY, F.R.; GWINNETT, J.A.; WEI, S.H.Y. Ultrastructure of the resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. *Am J Dent*, v.10, n.2, Apr., 1997.
- TOKONABE, H., et al. Morphological changes of human teeth with Er:YAG laser irradiation. *J Clin Laser Med*, v.17, n.1, p.7-12, 1999.
- VAN MEERBEEK, B. et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res*, v.77, n.1, p.50-59, Jan., 1998.
- VICKERS, V.A. et al. Ablation of hard dental tissues with the Er: YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1992, Salt Lake City. Proceedings... Salt Lake City: International Society of Lasers in Dentistry, 1992. p. 257-258.
- VISURI, S.R. et al. Shear strenght of composite bonded to Er:YAG laser- prepared dentin. *J Dent Res*, v.75, n.1, p.599-605, Jan., 1996.
- WALSH, J.T. Er:YAG laser ablation of tissue: effect of pulse duration and tissue type on thermal damage. *Lasers Surg Med.*, v.9, p.314-326, 1989.
- WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. Bonding to ground dentin by Phenyl-P self-etching *primer*. *J Dent Res*, v.73, p. 1212-1220, 1994.
- WEBBER, L.B.M. Comportamento de diferentes adesivos dentinários quanto à infiltração marginal em restaurações de resina composta – estudo *in vitro*. Salvador, 1998. P. Dissertação Mestrado. Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia.
- WELSH, E.L.; HEMBREE Jr., J.H. Microleakage at the gengival wall with four class V anterior restorative material. *J Prosthet Dent*, v.54, n.3, p.370-372, Sept., 1985.
- WIECZKOWSKY,G. et al. Microleakage in various dentin bonding agent/composite resin systems. *Oper Dent*, p.62-67, 1992.
- WIGDOR, H.et al. SEM evaluation of CO₂, Nd:YAG and Er: YAG laser irradiation of dentin in vitro. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1992, Salt Lake City. Proceedings... Salt lake City : International Society of Lasers in Dentistry, 1992. p.131-132.

- WIGDOR, H. et al. The effect of lasers on dental hard tissues. *J Am Dent Assoc*, v.124, p.65-70, 1993.
- WRIGHT, G.Z.; McCONNELL, R.J.; KELLER, U. Microleakage around resin restorations prepared with na Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1992, Salt Lake City. Proceedings...Salt lake City : Internatyional Society of Lasers in Dentistry, 1992. p.99-100.
- WRIGHT, G.Z.; McCONNELL, R.J.; KELLER, U. Microleakage of class V composite restorations prepared conventionally with those prepared with an Er:YAG laser: a pilot study. *Pediatric Dent*, v.15, n.6, p.425-426, Nov./Dec. 1993.
- YAP, A.U.; ANG. H.Q.; CHONG, K.C. Influence of finishing time on marginal sealing ability of new generation composite bonding systems. *J Oral Rehabil*, v.25, n.11, p.871-876, Nov., 1998.
- YU, X. Y. et al. The origination and progression of microleakage in a restoration with a smear layer - mediated dentin bonding agent. *Quintessence Int*, v.13, n.8, p.551-555, Aug, 1992.
- ZEZELL, D.M. et al. Experimental studies of the applications of the holmium laser in dentistry. *J Clin Laser Med Surg*, v.13, n.4, p.283-289, 1995.
- ZEZELL, D.M. et al. Scanning electron microscopy and rx fluorescence of class I cavity preparation with Er:YAG laser. 6th Internacionale Congress of the german Society of Laser Dentistry held in Frankfurt from 31 January to 02 February, 1997

ABSTRACT

The purpose of this study in vitro was to analyse the marginal micro-infiltration of Class V cavities prepared with Er:YAG laser and high speed dental handpiece (HS) at the use of re-wetting substances (*primer* - ρ or distilled water - DW) applying or not the acid etching (AE). This study proposes as well the morphological analysis of the enamel and the dentin through a Scanning Electronic Microscope (SEM) and the chemical analysis of Ca and P through dispersed energy of X Ray. For the study of micro-infiltration, 51 third molars divided in 9 groups were used: group I (HS+AE), group II (HS + AE + ρ), group III (HS + AE + DW), group IV (Er:YAG + AE), group V (Er:YAG +AE + ρ), group VI (Er:YAG + AE + DW), group VII (Er:YAG), group VIII (Er:YAG + ρ), group IX (Er:YAG + DW). For the morphological and chemical analysis, 06 third molars divided in 2 groups were used: group A (HS) and group B (Er:YAG). The Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests were applied in the study of micro-infiltration and the Friedman test in the morphological and chemical analysis. The results collected from comparing the cavities prepared with Er:YAG laser and high speed did not show statistically relevant differences when re-wetting was applied, neither with the *primer* nor with distilled water, neither on the gingival nor on the occlusal walls. The absence of re-wetting showed statistically relevant differences between the two experimental conditions, with a higher rate level of marginal micro-infiltration in the group prepared with the laser. The morphological analysis of the enamel prepared with high speed showed an aspect of polished surface with the presence of debris while the dentin showed occluded tubules and presence of smear layer. The enamel prepared with Er:YAG laser showed unobstructed crystals and cavity edges in layers, while the dentin showed dentinal tubules partially open and a small amount of smear layer. Areas of fusion or carbonisation, indicative of undesirable raise of temperature, were not observed. Relevant differences in proportion between Ca/P in the enamel or the dentin were not found either in group A or in group B.

