



BR0645266



INIS-BR-3987

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESTUDO *IN VITRO* DA ALTERAÇÃO MORFOLÓGICA EM
SUPERFÍCIE RADICULAR TRATADA COM CURETAS,
APARELHO ULTRASÔNICO OU COM
LASER DE Er:YAG**

ARLINDO LOPES GUIMARÃES FILHO

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau de
Mestre Profissional na área de Lasers em
Odontologia.

Orientadora:

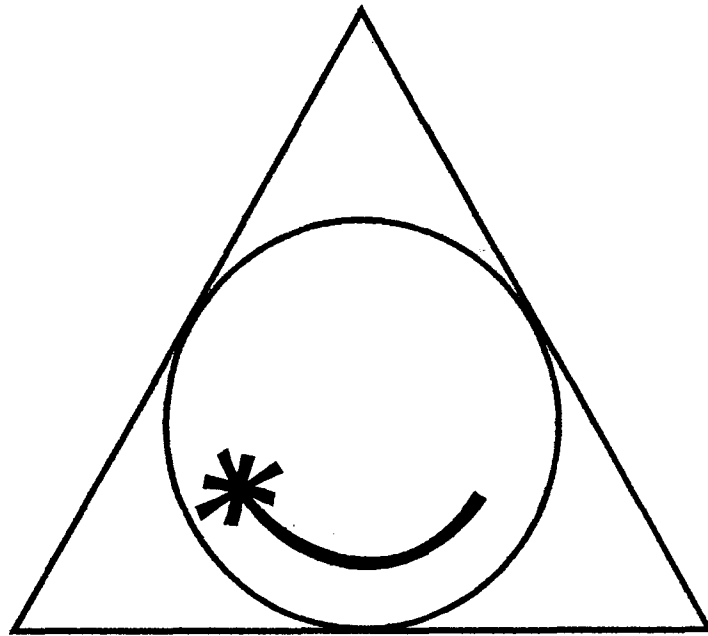
Profa. Dra. Sheila Gouw Soares

Co-orientadora:

Profa. Dra. Sônia Licia Baldochi

**São Paulo
2004**





**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM
ODONTOLOGIA**

;

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a DEUS, fonte de todo saber e luz interminável que me conduz em busca da inesgotável fonte do conhecimento; a minha espôsa Lys Raquel pela espera e paciência durante minha ausência e que muito me ajudou na concretização desta etapa profissional; a meus pais Arlindo e Rachel pelo incentivo e por ter me feito acreditar que a sabedoria é o dom maior do homem; a meus irmãos pelo estímulo constante ao estudo.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que direta ou indiretamente tornaram minha vida mais promissora e contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha orientadora Prof^a Dr^a Sheila Gouw Soares por sua incansável atenção em todas as etapas de elaboração deste trabalho e por sua total entrega à ciência.

À minha co-orientadora Prof^a Dr^a Sônia Licia Baldochi por sua inesgotável paciência e dedicação à ciência.

À Cida, Gladys, Liliani e Haroldo por toda dedicação dispensada a mim e a meus colegas.

Aos meus colegas da IV turma do Mestrado Profissionalizante Laser em Odontologia, pelo companherismo, em especial a meu amigo Wendell pela amizade sincera. Que DEUS abençoe todos vocês.

Enfim, muito obrigado!!!

LISTA DE ABREVIATURAS

LASER	Light Amplification by stimulated Emission of Radiation
Er:YAG	Erbium (Óxido de ytrio e alumínio dopado com Er)
Nd:YAG	Neodymium (Óxido de ytrio e alumínio dopado com Nd)
CO ₂	Dióxido de carbono
μm	Micrometro
ml	Mililitro
W	Watt
mJ	Milijoule
mJ/p	Milijoule por pulso
J	Joule
Hz	Hertz (número de pulsos por segundo)
cm	Centímetro
J/cm ²	Joule por centímetro quadrado
mm	Milímetro
nm	Nanometro
mJ/cm ²	Milijoule por centímetro quadrado
°C	Grau Celsius
μs	Microsssegundo
ns	Nanossegundo
cm ²	Centímetro quadrado
s	Segundos
FDA	Food and Drug Administration

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	3
3. REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1. Raspagem e aplainamento radicular com curetas e aparelho ultrasônico	5
3.2. Estudo com o Laser	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. Material	18
4.2. Métodos	20
5. RESULTADOS	26
5.1. Análise Descritiva	26.
5.2. Medidas de Temperatura	34
6. DISCUSSÃO	37
7. CONCLUSÃO	41
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
9. ANEXO	47

**ESTUDO *IN VITRO* DA ALTERAÇÃO MORFOLÓGICA EM SUPERFÍCIE
RADICULAR TRATADA COM CURETAS, APARELHO ULTRASÔNICO OU COM
LASER DE Er:YAG.**

ARLINDO LOPES GUIMARÃES FILHO

RESUMO

Na etiologia da doença periodontal tanto o biofilme quanto o cálculo dental assumem um papel patogênico e ao mesmo tempo distinto sobre os tecidos periodontais. Sendo o biofilme dental um fator determinante e o cálculo um fator predisponente é impossível se tentar dissociar um fator do outro, fazendo-se necessário a eliminação desta associação biofilme/cálculo para que se possa evitar a progressão da doença periodontal e conseqüente possível perda dentária. Dentro desta perspectiva o laser de Er:YAG tem sido estudado como coadjuvante para terapias periodontais, com indicação para remoção de cálculos e para efeitos antimicrobianos.

A proposta deste estudo é comparar por meio de microscopia eletrônica de varredura a alteração morfológica das superfícies radiculares de dentes extraídos, por indicação periodontal, quando tratadas com curetas Gracey 5/6 e 7/8, com aparelho ultra-sônico ou com laser de Er:YAG em duas diferentes energias de 60 e 100 mJ/pulso, com 10 Hz de taxa de repetição (no monitor - KAVO KEY 2), resultando densidades de energia de aproximadamente 4J/cm^2 e 7J/cm^2 respectivamente, com a fibra em angulação de 45° em relação a superfície da amostra. É também proposta desse estudo avaliar uma possível elevação térmica no interior do conduto radicular quando da irradiação com o laser de Er:YAG. Foram utilizadas para este estudo cinco raízes. Cada uma delas foi dividida em quatro amostras, totalizando vinte amostras. As mesmas foram divididas em cinco grupos de

quatro amostras. No grupo controle nenhum procedimento foi executado. Nas amostras do grupo I foram realizadas raspagem e alisamento radicular com curetas Gracey 5/6 e 7/8. As amostras do grupo II foram tratadas com aparelho ultra-sônico. As amostras do grupo III foram irradiadas com o laser de Er:YAG com 60mJ/pulso de energia, 10 Hz de taxa de repetição, e as amostras do grupo IV foram irradiadas com o laser de Er:YAG com 100mJ/pulso de energia, 10 Hz de taxa de repetição. A análise dos resultados demonstrou que: 1) O procedimento de raspagem e aplainamento radicular com curetas manuais ou com aparelho ultrasônico promoveu formação de intensa camada de *smear layer*. 2) As superfícies radiculares tratadas com o laser de Er:YAG apresentaram-se com menos rugosidades no G III. 3) A irradiação das superfícies radiculares com o laser de Er:YAG mostrou-se efetiva na remoção da camada de *smear layer* e sem causar elevação de temperatura no interior do conduto radicular, que pudesse resultar danos térmicos ao tecido pulpar.

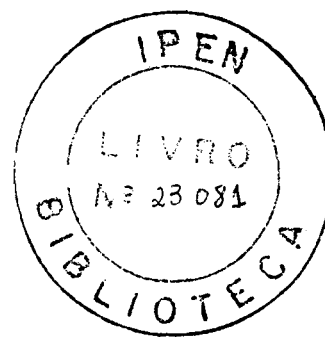
UNITERMOS: laser – Raspagem radicular- *smear layer*- temperatura- Er:YAG

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

;

**ESTUDO *IN VITRO* DA ALTERAÇÃO MORFOLÓGICA EM SUPERFÍCIE
RADICULAR TRATADA COM CURETAS, APARELHO ULTRASÔNICO OU
COM LASER DE Er:YAG**

ARLINDO LOPES GUIMARÃES FILHO



Dissertação apresentada como parte dos requisitos
para a obtenção do Grau de Mestre Profissional
na área de LASER em Odontologia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Sheila Gouw Soares
Co-orientadora: Prof^a Dr^a Sônia Licia Baldochi

SÃO PAULO
2004

**MORFOLOGICAL CHANGE STUDY ON ROOT SURFACES TREATED WITH
CURETTES, SONIC INSTRUMENTS OR Er:YAG LASER.**

ARLINDO LOPES GUIMARÃES FILHO

ABSTRACT

Periodontal disease is caused by dental plaque and dental calculus on roots surfaces, specially on cervical areas. As dental plaque is the main cause and dental calculus a secondary one, it is practically impossible to separate one factor to the other one. In order to get periodontal tissue health it is necessary to eliminate dental plaque and calculus from root surfaces. In this sense, Er:YAG laser comes in as an excellent way to control periodontal disease, not only, by removing calculus and dental plaque but also for its bacteria reduction.

The aim of this study is to compare, by S.E.M., root surfaces changing when they are treated with cures and ultrasonic scaling or Er:YAG laser irradiation with two different energy levels of 60 mJ/pulse and 100 mJ/pulse and repetition rate of 10 Hz (in the display). It is also objective of this study to check a possible thermal damage to pulp tissue when the roots surfaces are irradiated with Er:YAG laser.

We used for this study, five human dental roots, each one of them were cut into four samples, giving us a total of twenty samples, which were divided in five groups of four samples each one. The control group, we did not indicate any kind of treatment. The first group, the roots samples were scaled and planned with Gracey cures 5/6 and 7/8. The second group, the roots samples were treated with ultrasonic instruments. The third group was irradiated with Er:YAG laser using 60 mJ/pulse, 10 Hz and energy density of 4 J/cm² (approximated). The fourth group was irradiated with Er:YAG laser using 100 mJ/pulse, 10 Hz and energy

density of 7 J/cm^2 (approximated). The results analysis showed that. 1) roots scalling either with gracey currettes or with ultrasonic instruments created smear iayer covering roots surfaces. 2) roots surfaces irradiated with Er:YAG laser showed few roughness in the third group. 3) roots surfaces irradiated with Er:YAG laser showed no smear layer and the Er:YAG laser irradiation did not bring any thermic damage to pulp tissue.

UNITERMS- Laser- Root scalling- smear layer- Temperature- Er:YAG laser

1. INTRODUÇÃO

A meta de toda terapia dental e periodontal é estabelecer e manter a saúde oral, a função adequada e uma boa estética. A causa mais freqüente da doença periodontal é a infecção bacteriana oportunista, a qual deve ser contida para que a cura seja alcançada.

Desta forma, o grande desafio do tratamento da doença periodontal é eliminar os irritantes superficiais que possam permitir o retorno da infecção oportunista. O objetivo da terapia periodontal é tornar os dentes biologicamente aceitáveis para os tecidos periodontais circunvizinhos, ou seja, é restaurar a saúde e a função do periodonto e preservar os dentes por toda a vida (Kakehashi e Parakkal, 1982).

Existe um consenso geral de que a causa mais freqüente de gengivite é o acúmulo do biofilme dental na região cervical dos dentes, no entanto muitos outros fatores, tais como dentes mal posicionados ou disfunções neutrofílicas, podem interferir no controle do biofilme via mecanismos locais e sistêmicos. Quanto a periodontite, esta tem por causa mais provável a presença do biofilme, no entanto o trauma oclusal, fatores hormonais e disfunção neutrofílica são capazes de modificar desfavoravelmente a defesa do hospedeiro.

Como já mencionado o objetivo principal do tratamento periodontal é a eliminação da inflamação dos tecidos periodontais e a correção das condições que a causam e/ou a perpetuam. Neste sentido a raspagem e o aplainamento radicular que se refere à remoção de depósitos da superfície dentária contaminada assume um papel relevante. Um efeito benéfico da remoção de cálculo sobre a saúde gengival foi observado em relato de numerosos estudos clínicos e histopatológicos (Hunter *et al.* 1984; Rateitshak, K.H, 1964; Shaffer, E.M, 1956; Waerhaug, J, 1955).

Estudos longitudinais indicam que em bolsas de 4 a 6 mm de profundidade, pode-se esperar uma redução média de 1 mm após a terapia de raspagem e

aplainamento radicular, e para bolsas de 7 mm ou mais, a redução média é de 2 mm. (Morrison; Ramfjord; Hill, 1980).

Existe um consenso de que a raspagem e o aplainamento radicular somado ao controle do biofilme dental é o tratamento básico das doenças periodontais, indicando-se uma provável complementação cirúrgica para os casos em que a bolsa periodontal venha exceder 3 mm em profundidade de sondagem clínica. Entretanto constatou-se através de experimentos clínicos conduzidos sob condições experimentais controladas, que a raspagem e o aplainamento radicular sem procedimentos cirúrgicos subseqüentes mesmo em casos de bolsas profundas, podem dar excelentes resultados a longo prazo (Axelsson e Lindhe, J. 1981), tão favoráveis como aqueles obtidos após os procedimentos cirúrgicos (Hill *et al.* 1981).

Um grande número de instrumentos e aparelhos estão disponíveis para a execução da raspagem e aplainamento radicular. Em princípio tal procedimento pode ser realizado por meio de instrumentos manuais dando-se destaque especial às curetas; aparelhos ultra-sônicos e mais recentemente o laser de Er:YAG. A raspagem e o aplainamento radicular são executados em estreita proximidade aos tecidos gengivais, podendo provocar efeitos danosos aos tecidos moles. Outro risco da instrumentação é a bacteremia e precauções apropriadas devem ser tomadas em indivíduos com predisposições a endocardite bacteriana ou outras infecções sistêmicas. Nos aparelhos ultra-sônicos, a pressão inadequada ou velocidade não uniforme dos movimentos produzem fissuras e rugosidades na superfície dentária. A sensação táctil da ponta do instrumento é praticamente perdida quando a unidade é ativada, podendo ocorrer a remoção de mais estrutura dentária do que com os instrumentos manuais, causando danos aos tecidos moles similares àqueles causados por instrumentos manuais. A bacteremia é também considerada como um risco da mesma forma que na instrumentação manual.

Jones; Lozday; Boyde, 1972 verificaram através de microscopia eletrônica de varredura que, após raspagem e aplainamento radicular com curetas ocorria presença de pequenos sulcos de 4,5 μm de profundidade, que não podiam ser sentidos clinicamente. Como as células do epitélio juncional podem se inserir a pequenos fragmentos de cálculo (Listgarten e Ellegaard, 1973) que não podem ser

localizadas clinicamente, pode-se dizer que esta ocorrência não seria de muita importância clínica para reinserção ou adaptação epitelial. Assim sendo, depois da raspagem e aplainamento radicular, uma superfície que apresenta a sensação de completa lisura clinicamente, é uma indicação suficientemente boa de que todo o cálculo significativo e toda a camada contaminada de cimento foram removidos.

Ao longo de anos assistimos uma forte tendência ao uso dos lasers não só na periodontia, como também em outras áreas. Alguns dos primeiros estudos *in vitro* utilizando o laser em odontologia datam de 1960. Pioneiros como Fischer, Frame, Pecaro, Melcer iniciaram seus estudos utilizando o laser de CO₂ para cirurgias em tecidos moles.

Posteriormente vieram os estudos explorando o laser de Nd:YAG para tecidos moles e duros. Os lasers são capazes de promover hemostasia, vaporizar, cortar tecidos moles e/ou duros. Além de provocar pouco ou nenhum trauma mecânico, os lasers são capazes ainda de promover uma redução microbiana do campo no qual incide, pode ainda ser uma excelente indicação em casos de riscos de ocorrência de bacteremia.

O laser de Er:YAG é um sistema bastante promissor, pois o seu comprimento de onda de 2,94 μm coincide com o pico máximo de absorção pela água, resultando em uma boa absorção por parte dos tecidos biológicos, incluindo não só tecidos moles, mas também tecidos duros. Desde 1980 uma grande quantidade de investigações sobre o uso do laser de Er:YAG na remoção de tecido dental, redução microbiana, efeitos térmicos, possibilidades de danos à polpa, ação de corte sobre tecidos moles, coagulação, carbonização e vaporização, têm sido realizadas. Em experimentos *in vitro* e em animais tem demonstrado eficácia na remoção de tecido dental sadio e cariado sem causar danos térmicos aos tecidos adjacentes. (Hibst e Keller, 1989).

O objetivo deste trabalho é analisar e comparar as superfícies radiculares após o tratamento com curetas Gracey, com aparelhos ultra-sônicos ou com o laser de Er:YAG, avaliando através de microscopia eletrônica de varredura a lisura da superfície, a presença de sulcos e/ou crateras, cálculo dental, camada de *smear layer* ou sinais de carbonização.

2. OBJETIVO

Avaliar e comparar, *in vitro*, através de microscopia eletrônica de varredura a alteração morfológica de superfícies radiculares, após tratamento com: instrumentos manuais, instrumentos ultra-sônicos, laser de Er:YAG. Além disso, avaliar possível elevação térmica no interior do conduto durante a irradiação da superfície radicular com o laser de Er:YAG nos parâmetros aqui estudados.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão da literatura será dividida em duas partes:

3.1 Raspagem e aplainamento radicular com curetas e aparelho ultra-sônico.

Beuchat et al. (2001) avaliaram *in vivo* o efeito da raspagem e aplainamento radicular realizado com instrumentos sônicos comparados às curetas manuais. Os autores avaliaram o índice de placa (PI), índice de sangramento à sondagem (BOP), profundidade clínica de sondagem (PPD), recessão (REC) e nível de inserção (CAL) e concluíram que os instrumentos ultra-sônicos são clinicamente tão efetivos quanto às curetas na redução da profundidade clínica de sondagem quando esta é menor ou igual a 6 mm e mostrou um ganho de inserção com uma diminuição no índice de recessão para profundidade clínica de sondagem menor ou igual a 7 mm.

Drisko et al (2000) relataram que os instrumentos ultra-sônicos apresentam resultados similares aos instrumentos manuais na função de remoção do biofilme dental, cálculo dental e endotoxinas bacterianas. Segundo os autores, instrumentos ultra-sônicos de média potência produzem menos danos à superfície dentária do que instrumentos manuais. Ainda não está totalmente claro se as rugosidades nas superfícies radiculares deixadas pelos instrumentos ultra-sônicos são mais pronunciadas em relação àquelas deixadas pelos instrumentos manuais; como também ainda não está claro se estas rugosidades afetam a cicatrização tecidual a longo prazo.

Rossell et al. (2000), avaliaram através de microscopia eletrônica de varredura o efeito do polimento com pastas de diferentes abrasividades, sobre superfícies radiculares após instrumentação manual associada à aplicação de jato de bicarbonato de sódio. Utilizaram-se 39 superfícies radiculares que foram divididas em cinco grupos. Grupo I controle (somente raspagem), Grupo II

raspagem e aplicação de jato de bicarbonato de sódio, Grupo III raspagem, aplicação de jato de bicarbonato de sódio e polimento com pasta de granulação fina, Grupo IV raspagem, aplicação de jato de bicarbonato de sódio e polimento com pasta de granulação grossa e Grupo V raspagem, aplicação de jato de bicarbonato de sódio e polimento com pasta de granulação grossa seguida com pasta de granulação fina. A raspagem foi realizada com cureta Gracey nº5-6, com 40 movimentos de tração no sentido ápico-cervical e tanto o jato de bicarbonato de sódio como as pastas foram aplicadas por 10 segundos. Os grupos I, IV e V apresentaram graus intermediários de irregularidades de superfície, enquanto que o grupo II maiores graus de irregularidades e o grupo III menores graus de irregularidades de superfície.

Yatsuda et al (1999), compararam superfícies radiculares envolvidas por doença periodontal avançada instrumentadas com brocas multilaminadas e limas periodontais tipo Hirschfeld. Após instrumentação os dentes foram extraídos e preparados para análise visual em microscópio eletrônico de varredura. Foram observados a quantidade de perda de estrutura dental, cálculo e biofilme dental remanescente. Os dados permitiram concluir que: a) houve menor quantidade de cálculo e biofilme dental remanescente nas faces mesiais quando comparadas às faces distais. b) não houve diferença significativa na quantidade de perda de estrutura dental quando comparadas às faces e os instrumentos utilizados. c) houve maior quantidade de marcas nas faces instrumentadas com brocas.

Flemmig et al. (1998) estudaram *in vitro* a remoção de substâncias da superfície radicular com o uso de aparelhos ultra-sônicos e concluíram que a quantidade de substância removida estava na dependência de alguns fatores clínicos como pressão exercida, angulação da ponta e potência do aparelho. Assim para evitar danos à superfície radicular é essencial que a ponta do aparelho ultra-sônico tenha uma angulação próxima de zero em relação à superfície instrumentada, sem pressão da ponta contra a superfície instrumentada e baixa potência.

Duro Júnior et al. (1996) avaliaram a instrumentação radicular não cirúrgica na remoção do cálculo de dentes mono radicular com doença periodontal

avançada. Dezoito dentes foram selecionados e tratados sob anestesia local infiltrativa. Curetas tipo Gracey foram utilizadas para instrumentação até se conseguirem superfícies radiculares lisas. Os dentes foram extraídos, os resíduos sanguíneos removidos e os espécimes armazenados em soro fisiológico, até que fossem corados em solução aquosa de verde malaquita a 1%. A seguir as superfícies radiculares foram avaliadas com o auxílio de um estereomicroscópio Zeiss com 8XAO. A porcentagem média de cálculo residual foi de 6%, variando de 0 a 18%. Com base em seus resultados, pode-se concluir que a instrumentação manual não cirúrgica é insuficiente para a remoção total de cálculo de dentes monorradiculares com doença periodontal avançada.

Gonzales et al (1995), avaliaram a reação inflamatória provocada por fragmentos de dentes humanos com doença periodontal e implantados no tecido subcutâneo de ratos. Dez dentes foram divididos em 4 partes, de modo a constituir quatro grupos de estudo. Os fragmentos pertencentes ao grupo I foram extraídos da área contaminada pela bolsa periodontal e não sofreram nenhum tratamento. Os fragmentos do grupo II foram provenientes de porção saudável. O grupo III constituiu-se de fragmentos contaminados e tratados com raspagem ultra-sônica e os do grupo IV tratados com raspagem normal. Os fragmentos foram implantados no dorso do animal e as biópsias realizadas após 30 dias. A análise estatística dos resultados mostrou que sob o ponto de vista de infiltração, não houve diferenças significativas com relação ao volume de células inflamatórias entre os grupos II, III e IV. Porém houve diferença entre esses grupos e o grupo I, de modo que os fragmentos do grupo I apresentaram um volume maior de células inflamatórias, especialmente linfócitos. Foi possível concluir a necessidade de instrumentação da superfície radicular; visto que em relação ao infiltrado, os grupos que sofreram tratamento mecânico apresentaram um volume de células inflamatórias semelhantes ao grupo controle. Ambas as técnicas foram eficientes frente aos parâmetros avaliados.

Higashi & Okamoto.(1995) desenvolveram estudo "in vitro", para analisar o efeito do ácido cítrico sobre a camada de *smear layer*, após raspagem e alisamento radicular seguida de irrigação com seringa e com ultra-som. Utilizaram

dois grupos controle: O grupo I sofreu raspagem e alisamento radicular e irrigação com solução salina com seringa e o grupo II foi tratado com raspagem e alisamento radicular e irrigação com ultra-som. As amostras dos grupos experimentais foram imersas em ácido cítrico na concentração de 25% (pH 1.62) durante 3 minutos. Um grupo experimental sofreu irrigação com solução salina através de seringa e o outro grupo sofreu irrigação com ultra-som. Os resultados foram analisados através de MEV e demonstraram que no grupo do ácido cítrico com irrigação com seringa, alguns remanescentes de *smear layer* estavam presentes na maioria das amostras; quando se associou o uso do ácido cítrico com irrigação com o Ultra-som, houve completa remoção de *smear layer* da superfície da raiz e conseqüente exposição das fibras colágenas. Diante dos resultados, concluíram que o condicionamento ácido seguido com irrigação com ultra-som é mais efetivo na remoção de *smear layer*.

Oppermann.(1994) em seu capítulo sobre diagnóstico, prognóstico e plano de tratamento periodontal, afirma que o tratamento da doença periodontal está baseado na sua natureza inflamatória e infecciosa sendo, portanto, o controle do biofilme pelo binômio paciente/profissional a única possibilidade de se alcançar não só um tratamento adequado como também a manutenção da saúde pós tratamento. O que leva à constatação de que o tratamento da doença periodontal deve obedecer à dinâmica etiopatogênica da doença. Desta forma, o tratamento periodontal se desenvolve inicialmente a nível supragengival, através da remoção de fatores retentivos do biofilme dental e posterior instrução de higiene bucal, sendo que tais procedimentos estabelecem condições para o controle do biofilme dental subgengival que é realizado por raspagem e alisamento radicular subgengivais. O controle do biofilme dental supra e subgengival garantirá, assim, a manutenção da saúde periodontal.

Lima et al. (1990) estudaram o efeito da raspagem ultra-sônica na alteração do número de estreptococos e do número mais provável de enterococos. Trinta e seis pacientes foram divididos em três grupos A, B e C. Nos grupos A e B usou-se raspagem ultra-sônica com irrigação com solução de cloreto de cetilpirídimio a 1:4000 e água destilada respectivamente. No grupo C foi feita

irrigação com água destilada. Os resultados mostraram que a raspagem ultra-sônica reduz drasticamente o número de estreptococos e o número de enterococos na área cervical dos dentes. O uso do cloreto de cetilpirídímio não apresentou influência nos subgrupos em que foi usado.

Badersten et al. (1984) estudaram a cicatrização após tratamento periodontal não-cirúrgico em pacientes com bolsas periodontais com mais de 12 mm de profundidade e compararam o efeito da raspagem manual com o da instrumentação ultra-sônica. Foram selecionados dezesseis pacientes com idade entre 38 e 58 anos e doença periodontal severa em dentes incisivos, caninos e pré-molares tanto da maxila quanto da mandíbula. Os dentes apresentavam, em duas ou mais faces sinais clínicos de inflamação gengival e bolsas com profundidades de sondagem igual ou superior a 5 mm. Os pacientes receberam inicialmente instruções de higiene bucal segundo necessidades individuais. A instrumentação manual ou ultra-sônica foi realizada três meses após o início do experimento e repetida em seis ou nove meses. Avaliação do índice de placa, sangramento à sondagem, profundidade de sondagem, nível de inserção e recessão gengival foram realizadas a cada três meses. Dessa forma os resultados mostraram que nos três meses iniciais houve uma redução nos índices de placa, o qual permaneceu durante todo o estudo. Além do mais não foram observadas diferenças entre as superfícies tratadas pelos dois métodos de instrumentação. As condições gengivais sofreram modificações mínimas nos três primeiros meses do experimento. Após a instrumentação e durante nove meses subseqüentes, ocorreu uma melhora gradual na situação periodontal. Não foram registradas diferenças significativas comparadas as duas modalidades de tratamento.

Lindhe et al. (1982) avaliaram clinicamente o efeito de um tratamento cirúrgico e de um não cirúrgico em pacientes com doença periodontal de moderada à avançada. Participaram do estudo quinze pacientes com idade entre 32 e 57 anos que foram examinados em relação ao estado de higiene bucal, condições gengivais, profundidade de sondagem e nível de inserção. Após exame inicial, de acordo com as necessidades, todos os pacientes receberam instruções de higiene bucal. O tratamento periodontal utilizou um modelo de boca dividida ao acaso. De um lado do

maxilar foi realizado um retalho modificado de Widman acompanhado de raspagem e alisamento radiculares (grupo cirúrgico) e do outro lado o tratamento foi restrito à raspagem e alisamento radiculares. Durante o período de tratamento e nos seis meses subseqüentes, os pacientes receberam limpeza profissional dos dentes a cada duas semanas. Durante vinte e quatro meses, no período de manutenção, os pacientes foram chamados a cada três meses. Além do exame inicial, os pacientes foram reavaliados em 6, 12 e 24 meses após o tratamento. Os resultados mostraram que raspagem e alisamento radiculares usados isoladamente são tão efetivos quanto raspagem e alisamento radiculares associados a um retalho de Widman modificado para estabelecer uma gengiva clinicamente saudável e prevenir futura perda de inserção. As duas modalidades de tratamento preveniram recorrência de doença periodontal em um período de 24 meses de observação. Diante disso, a análise dos dados revelou que os dois métodos de tratamento resultaram em bolsas com profundidade de sondagem inferior a 4 mm. A redução que ocorreu nas profundidades de sondagem foi mais pronunciada em bolsas que inicialmente eram mais profundas do que naquelas mais rasas. Também ocorreu de uma forma mais marcada nas bolsas que foram submetidas à cirurgia do que naquelas que receberam apenas a raspagem e o alisamento radiculares. A avaliação também mostrou que sítios com bolsas profundas ganhavam mais inserção clínica do que os com bolsas rasas. Nos sítios tratados somente com raspagem e alisamento radiculares, não houve perda de inserção significativa, enquanto nas áreas tratadas com retalhos modificado de Widman, com profundidade de sondagem inicial com menos de 4 mm, verificou-se perda de inserção.

Tagge et al.(1975) avaliaram clínica e histologicamente a resposta dos tratamentos periodontais à raspagem e alisamento radiculares associados com higiene bucal e higiene bucal exclusivamente, comparando as duas técnicas entre si e com um controle não tratado, com o objetivo de determinar: 1) se alisamento radicular associado com remoção diária de placa reduziria inflamação gengival; 2) se alisamento radicular era essencial ou se higiene bucal somente apresentaria resposta gengival semelhante. Participaram deste estudo vinte e dois pacientes com idades variando de 22 a 62 anos. Foram selecionadas três bolsas em cada

paciente, nas faces vestibular ou lingual. A biópsia controle era realizada de imediato, enquanto as biópsias das áreas tratadas com raspagem associadas à higiene bucal ou com higiene bucal exclusivamente, eram feitas entre 8 e 9 semanas após o tratamento. Os resultados mostraram que as áreas controle, não tratadas, apresentavam um denso infiltrado de células inflamatórias crônicas, correspondendo clinicamente a edema e sangramento fácil à sondagem. Quando o tratamento realizado foi somente higiene bucal, microscopicamente foram observadas células inflamatórias crônicas em uma banda contínua ao redor e entre as cristas epiteliais. Clinicamente a gengiva apresentava leve edema marginal e sangramento provocado pela sondagem. As áreas tratadas com raspagem, alisamento e higiene bucal mostraram um infiltrado inflamatório esparsos e confinado à zona imediatamente ao lado do epitélio sulcular. Clinicamente apresentava fluido sulcular, mas não sangrava a sondagem.

3. 2. Estudos com laser Er:YAG

Shoop et al. (2001) analisaram o efeito do laser de Er:YAG sobre a remoção do cálculo e sobre a superfície radicular. Utilizaram a fibra periodontal com irrigação. Vinte dentes extraídos foram divididos em 4 grupos e receberam os seguintes tratamentos: Grupo 1- Laser 100 mJ/pulso e 15 Hz de taxa de repetição por 5 segundos e intervalos de 15 segundos; Grupo 2- raspagem manual; Grupo 3- raspagem manual seguida de aplicação do laser igual ao grupo 1; Grupo 4- sem tratamento. Analisaram as amostras através de MEV, com aumento de 500X. O grupo 1 mostrou alterações semelhantes à casca de árvores, com remoção de alguma quantidade de tecido dentário. O grupo 2 apresentou superfícies mais lisas e com menores defeitos. O grupo 3 apresentou superfícies mais homogêneas do que as do grupo 1. O grupo 4 apresentou superfície bastante irregular devido à presença de cálculo.

Schwarz et al. (2001) compararam a eficácia do laser de Er:YAG com a raspagem e o aplainamento radicular para tratamentos periodontais não cirúrgicos.

Vinte pacientes com doença periodontal de nível moderado a avançado foram tratados sob anestesia local. Para a instrumentação com o laser de Er:YAG foi utilizada uma energia de 160 mJ/pulso e 10 Hz de taxa de repetição e para a raspagem e aplainamento radicular foram utilizados instrumentos manuais. Foram tomado clinicamente o índice de placa (PI), índice gengival (GI), sangramento à sondagem (BOP), profundidade de sondagem (PD), recessão gengival (GR) e nível de inserção clínica (CAL), antes, três e seis meses depois do tratamento. Resultados: O PI permaneceu inalterado enquanto uma significativa redução no GI foi observada em ambos os grupos após seis meses de tratamento. O índice BOP diminuiu no grupo laser de 56% para 18% depois de seis meses. O índice PD reduziu mais no grupo laser após seis meses que no grupo da raspagem e aplainamento radiculares manuais. No índice CAL também se observou uma redução maior no grupo laser que no grupo da raspagem manual, ou seja, perde-se menos inserção no grupo laser que no grupo da raspagem manual. Conclusões: O laser de Er:YAG pode representar uma boa alternativa para o tratamento não cirúrgico da doença periodontal.

Schwarz et al. (2001) compararam *in vivo* e *in vitro* (Microscópio Eletrônico de Varredura) os efeitos do laser de Er:YAG em superfícies radiculares envolvidas periodontalmente e concluíram que clinicamente o uso do laser de Er:YAG resulta em uma superfície radicular lisa, mesmo a altas potências. Para este trabalho foram utilizadas energias que variavam de 120 mJ/pulso a 180 mJ/pulso e 10 Hz de taxa de repetição.

Theodoro. (2001) estudou, através de MEV, a ação de diferentes meios químicos e do laser de Er:YAG para a remoção de *smear layer*. Utilizou quinze dentes sadios extraídos, dos quais obteve fragmentos de 3mm x 3mm X 1mm, divididos em 6 grupos experimentais, a saber: grupo 1- raspagem; grupo 2- raspagem + ácido cítrico 24% (pH 1); grupo 3- raspagem + EDTA 24% (pH 7); grupo 4- raspagem + ácido cítrico 50% (pH 1) + tetraciclina; grupo 5- raspagem + laser de Er:YAG 47 mJ/pulso, 10 Hz e 15 segundos de aplicação ou grupo 6- raspagem + laser de Er:YAG 83 mJ/pulso, 10 Hz e 15 segundos de aplicação. Concluiu que o procedimento de raspagem e alisamento radicular promoveu formação de intensa

camada de *smear layer*, todos os tratamentos para a remoção de *smear layer* foram efetivos e que o laser de Er:YAG com 83 mJ/pulso demonstrou maior efetividade na remoção de *smear layer* que com 47 mJ/pulso. Ambos apresentaram aspecto irregular das superfícies radiculares.

Aoki et al. (2000) avaliaram a eficácia da raspagem radicular com o laser de Er:YAG, com uma energia na saída da fibra de 40 mJ/pulso e taxa de repetição de 10 Hz, bem como avaliaram as alterações morfológicas e histológicas da superfície irradiada comparada com as superfícies instrumentadas com aparelhos ultra-sônicos e concluíram que a eficiência na remoção de cálculo foi similar àquela encontrada na instrumentação com aparelho ultra-sônico, entretanto, segundo os autores o laser de Er:YAG não causou danos térmicos ao nível de tecido pulpar, entretanto as alterações estruturais e superficiais do cimento radicular foram maiores em comparação com as superfícies instrumentadas com aparelhos ultra-sônicos.

Folwaczny et al. (2000 a) verificaram a quantidade de remoção de substância dentária com o uso do laser de Er:YAG. Utilizaram a fibra periodontal (P-2056), energias de 60, 80, 100 e 150 mJ/pulso e taxa de repetição de 15Hz. Foram selecionados 50 dentes anteriores extraídos: 25 com cálculo subgengival e 25 sem cálculo subgengival. Irradiaram fragmentos de 1,65mm x 3,00mm fixados em um dispositivo que tinha movimento linear e contínuo, controlado por um sistema de computador. As análises foram feitas com os mesmos equipamentos usados por Haffner et al. (1997). Os autores verificaram que nos dentes sem cálculo, a profundidade do defeito foi menor que nos dentes com cálculo. As superfícies irradiadas com 80 e 100 mJ apresentavam aspecto de casca de árvore. Com 150mJ/pulso evidenciava-se o aspecto rugoso, semelhante a escamas. Os resultados mostraram que a remoção de substância dentária com baixa densidade de energia (até 100mJ/pulso e 15Hz) pôde ser comparada com aquela obtida através da instrumentação convencional. Isso sugeriu que a remoção do cálculo pode ser seletivamente executada usando-se baixas energias.

Folwaczny et al. (2000 b) observaram qual a quantidade de cimento e/ou dentina era removida com o laser de Er: YAG na dependência da angulação da fibra

periodontal. Foram utilizados 150 dentes extraídos irradiados com 60,100 ou 180mJ/pulso, taxa de repetição de 10Hz e angulações de 15°, 30°, 45°, 60° e 90°. O experimento e as análises foram realizados nos mesmos equipamentos do trabalho anterior. A remoção de substância dentária, determinada pela profundidade máxima bem como pelo volume do defeito, estava diretamente relacionada com a angulação da fibra. Observou-se que a profundidade dos defeitos aumentava com as angulações e com a energia. Conjuntamente aos parâmetros físicos da irradiação, a angulação da fibra periodontal teve forte influência na quantidade de substância dentária removida quando se aplicou o laser de Er:YAG.

Fujji et al. (1998) analisaram o efeito do laser de Er:YAG sobre o cimento radicular de dentes extraídos com doença periodontal. O cálculo visível foi removido com cureta e amostras de 6mm X 7mm X 2mm foram obtidas a partir da junção cimento esmalte (JCE). Quatro pontos distintos foram irradiados com uma fibra de 600µm de diâmetro, no modo contato, perpendicular à superfície e com irrigação. As energias utilizadas foram 25, 50, 75 e 100 mJ/pulso e taxa de repetição de 10 Hz. As amostras foram processadas para MEV. Após essa análise, foram seccionadas perpendicularmente ao cimento para examinar a profundidade da alteração encontrada na superfície. As amostras que foram somente raspadas apresentavam uma superfície plana, com riscos deixados pela ação da cureta. As amostras irradiadas apresentavam uma superfície com defeitos tipo cratera, com diâmetro semelhante ao da ponta da fibra, margens definidas e centro irregular. Na secção da amostra, os autores encontraram alterações superficiais (15 µm) contidas dentro das camadas de cimento. As fibras de Sharpey permaneciam intactas próximas da junção cimento dentina. Os autores sugeriram estudo de biocompatibilidade da raiz exposta ao laser.

Israel et al. (1997) observaram as alterações morfológicas nas superfícies radiculares de dentes sadios raspados e alisados ou irradiados com o laser de Er:YAG com spray de ar e água e com laser de CO₂ ou Nd:YAG com ou sem irrigação. As amostras foram irradiadas com uma densidade de energia variável: para o laser de CO₂ de 100 a 400 mJ/cm²; para Nd:YAG, de 286 a 1857 J/cm²; e para o laser de Er:YAG, de 20 a 120 J/cm². As amostras foram preparadas para

MEV. Nos dentes raspados, a superfície estava coberta por *smear layer* e apresentava riscos paralelos decorrentes da raspagem. Após a irradiação com o laser de CO² ou Nd:YAG, as superfícies radiculares apresentaram cavitação, glóbulos de mineral derretido e ressolidificado, irregularidades e camadas carbonizadas. A irrigação diminuiu a severidade dessas alterações. Nas amostras irradiadas com o laser de Er:YAG (20 a 60 J/cm²) apresentaram uma superfície semelhante àquela encontrada após ataque ácido, isto é, remoção de *smear layer* e exposição do colágeno. Com 120 J/cm², a superfície mostrou cavidades rasas, consequência da ablação, sem derretimento, trincas ou carbonização.

Yamaguchi et al. (1997), estudaram o efeito do laser de Er:YAG na superfície radicular, através de MEV. Foram utilizados pré-molares extraídos por razão ortodôntica, dos quais amostras de 5mm X 5mm x 1mm foram obtidos e divididos em três grupos: grupo 1- sem tratamento; grupo 2- alisamento, deixando cimento intacto e grupo 3- raspagem até aparecer à dentina. O centro de cada amostra serviu como área experimental e as bordas como controle. A irradiação foi feita com energia de 100 mJ/pulso, taxa de repetição de 15 Hz e densidade de energia de 0,3 J/cm². No grupo 1, a área irradiada apresentou crateras pequenas e profundas, com paredes bastante irregulares, mas margens evidentes. As fibras de Sharpey atrapalharam a eficiência do laser. No grupo 2, a superfície do cimento estava irregular e amorfa. No grupo 3 não houve áreas de derretimento, mas abertura dos túbulos dentinários e as áreas não irradiadas não estavam cobertas por *smear layer*.

Rechmann et al. (1997) compararam o efeito dos lasers de Er:YAG (60mJ/pulso, 6Hz, densidade de energia de 18J/cm² e distância focal de 13mm) ou de Alexandrita (protótipo de comprimento de onda de 377nm) na remoção de cálculo supra e subgingival de dentes extraídos. A irradiação foi perpendicular ao dente, com irrigação, em faixas que se estenderam pelo esmalte, JEC e superfície radicular. O aspecto dessa superfície foi analisado através de microscopia de luz e eletrônica de varredura. Os resultados revelaram que o laser de Alexandrita produziu uma ablação rápida e seletiva do cálculo, sem efeitos adversos aos tecidos vizinhos (esmalte e/ou cimento). Há necessidade de peças de mão específicas

para permitir sua utilização em bolsas periodontais. A aplicação do laser de Er:YAG provocou a remoção do cálculo sem o controle da ablação dos tecidos subjacentes resultando numa superfície rugosa.

Haffner et al. (1997) investigaram a efetividade do laser de Er:YAG para remover cálculo subgingival e cemento contaminados. O laser foi irradiado em um ângulo de 30° sobre a superfície da amostra. Foram utilizados 80 dentes extraídos, divididos em dois grupos: 40 dentes com cálculo e 40 dentes sem cálculo. As amostras foram irradiadas com energias de 60, 100, 200 e 500 mJ/pulso, taxa de repetição de 4 e 10 Hz e irrigação. A área irradiada (2 mm X 2 mm) era fixada em um dispositivo que se movia linear e continuamente controlado por um programa de computador. A ablação do tecido foi medida tridimensionalmente com um dispositivo de varredura a laser e analisada em um software desenvolvido especialmente para imagem (volume total, média, mediana, desvio padrão). As superfícies irradiadas também foram processadas para análise em MEV. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG poderia ser uma possibilidade terapêutica, mas a irregularidade deixada na superfície irradiada deveria ser discutida e analisada clinicamente.

Ando et al. (1996) realizaram um estudo *in vitro* para observar o efeito bactericida do laser de Er:YAG sobre *Porphyromonas gingivalis* (*P.g*) e *Actinobacillus actinomicetemcomitans* (*A.a*). Irradiaram diretamente as colônias de microorganismos ou somente as placas de ágar antes da colonização. A menor densidade de energia letal para *P.g* e *A.a* foi de 0,3 – 0,4 J/cm², aplicada diretamente sobre as colônias. Não houve diferença entre o crescimento bacteriano no ágar irradiado ou não irradiado. Com uma densidade de energia de 10,6 cm², utilizada para a eliminação de cálculo, houve uma redução de colônias de *P.g* para 17,2%. Chegaram a conclusão de que o laser de Er:YAG teve efeito bactericida com baixas energias, tanto para *P.g* quanto para *A.a*.

Keller & Hibst.(1996) tiveram como objetivos do seu estudo avaliar os efeitos do laser de Er:YAG na remoção do cálculo subgingival no tratamento periodontal e de descrever as alterações causadas pelo laser no cemento. Foram utilizados dentes recém extraídos com biofilme aderido e cálculo mineralizado. Para tratamento com o laser foi utilizado uma fibra de contato de quartzo, energias

variando de 10 a 150 mJ/pulso, com uma taxa de repetição de 1,5 a 3 Hz e com irrigação. Na medida da quantidade de massa perdida, chegou-se a alcançar o valor de 5,1mg/min. Os exames histológicos da superfície do cimento mostraram algumas áreas com aspecto liso e outras com aspecto rugoso causado pela fibra. Este resultado pode ser uma boa condição para a regeneração, posterior do tecido periodontal. A máxima temperatura encontrada junto à polpa foi por volta de 1,4K, com a irrigação da superfície da raiz durante a irradiação do laser. Diante dos resultados, os autores concluíram que o laser de Er:YAG remove efetivamente o cálculo subgengival sem causar riscos térmicos à polpa.

Aoki et al.(1994) e Aoki et al.(1992) utilizando dentes extraídos com doença periodontal, verificaram o efeito do laser de Er:YAG sobre a remoção do cálculo subgengival e o efeito da adição do spray de ar e água a esse procedimento. O cálculo pôde ser facilmente removido com energias de 20 a 120mJ/pulso e taxa de repetição de 10Hz. Até 30 mJ/pulso a perda de substância dentária ficou contida nas camadas de cimento. Acima de 30 mJ/pulso a ablação de cimento aumentou, tornando-se evidentes os defeitos tipo cratera. A adição do spray de ar e água produziu menor aumento de temperatura, tanto na superfície externa como intrapulpar, não interferindo na eficiência da remoção do cálculo. Superfícies mais lisas foram obtidas com irrigação.

;

4. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto deste estudo foi apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo , tendo sido aprovado em 21 de Março de 2003 sob parecer Nº 46/03 (anexo).

Foram utilizados para este estudo sete dentes humanos entre incisivos e caninos superiores\inferiores. Todos os dentes tiveram indicação de exodontia por motivo de doença periodontal severa e avançada. Os dentes extraídos apresentavam cálculo visível e os mesmos não haviam sido submetidos a qualquer tipo de tratamento periodontal. Os dentes utilizados neste estudo foram conservados em solução fisiológica de cloreto de sódio 0,9%, trocada diariamente e sob refrigeração a fim de se procurar manter a hidratação dos mesmos até que o estudo fosse iniciado.

4.1. MATERIAL

EQUIPAMENTOS:

Neste estudo foi utilizado um sistema laser Er:YAG – Kavo Key 2 ; pertencente ao LELO – Laboratório Especial de Laser em Odontologia da FOU SP. o qual apresenta as seguintes características:

- Meio Ativo: Er:YAG, classe 4, emitindo energia máxima de 500 mJ
- Comprimento de onda: 2,94 um.
- Sistema de entrega: Guia de onda oca
- Frequência de pulsos: 1 – 15 Hz.

- Energia: de 60 – 500 mJ, ajustável de 60 a 200 mJ em etapas de 20 mJ e de 200 a 500 mJ em etapas de 50 mJ.
- Regime de operação: Pulsado.
- Laser piloto: laser de Diodo de 635 nm, máximo de 1 mW..
- Sistema de refrigeração: Spray de ar e água ajustável.
- Peça de mão: P-2056 para periodontia, acoplável através de engate rápido.

Além deste, foi também utilizado um Microscópio Eletrônico de Varredura – PHILLIPS LX 300.

Durante a irradiação com o laser de Er:YAG foram observadas todas as normas de segurança como o uso de óculos de proteção, *Interlock* na sala cirúrgica, chaves de segurança para o desligamento do equipamento e ativação do laser somente quando o pedal fosse acionado.

Trabalhando com a fibra óptica periodontal deve-se levar em consideração o fator de transmissão da luz que é de 0,56 ,ou seja, para as energias de 60 e 100 mJ selecionados no monitor, e utilizadas para o estudo, a transmissão de energia foi de 35 e 59 mJ/pulso respectivamente na saída da fibra.

Foi também utilizado o aparelho ultra-sônico SONICFLEX 2000N da Kavo do Brasil S. A, com sistema elíptico(6000 Hz), com funcionamento prático através de ar comprimido proveniente das mangueiras do equipo Kavo Amadeus; dispensando o uso de periféricos.

Para a realização deste estudo foram utilizados:

- Sete dentes, entre incisivos e caninos, dos quais cinco foram utilizados para a obtenção das amostras que foram tratadas com curetas, aparelho ultra-sônico ou com laser de Er:YAG; os outros dois dentes tiveram seus condutos instrumentados e alargados para a introdução do termopar e posterior análise de alteração térmica quando os mesmos foram irradiados com laser de Er:YAG.
- Brocas cônica topo plana 3070 da KG Sorensen
- Disco diamantado. (EXCEL Technologies inc., Connecticut,USA.)
- Alta rotação Extra Torque 605 C da Kavo do Brasil S.A.
- Curetas Gracey 5/6 e 7/8 – Hu-Friedy, serão utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa.

4.2. MÉTODOS:

PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

As superfícies radiculares dos dentes extraídos foram analisadas com o auxílio de uma lupa e aquelas que apresentaram muitas irregularidades foram descartadas.

Dos sete dentes, cinco tiveram suas raízes separadas das suas coroas na região cervical, e seccionadas no seu terço médio, no sentido vestibulo-lingual, obtendo-se duas partes (cervical e apical). Cada uma das partes foi novamente seccionada no sentido longitudinal, obtendo-se quatro partes (Fig.4.1) totalizando vinte amostras. Utilizando-se para tanto de um disco diamantado devidamente montado em peça de mão.

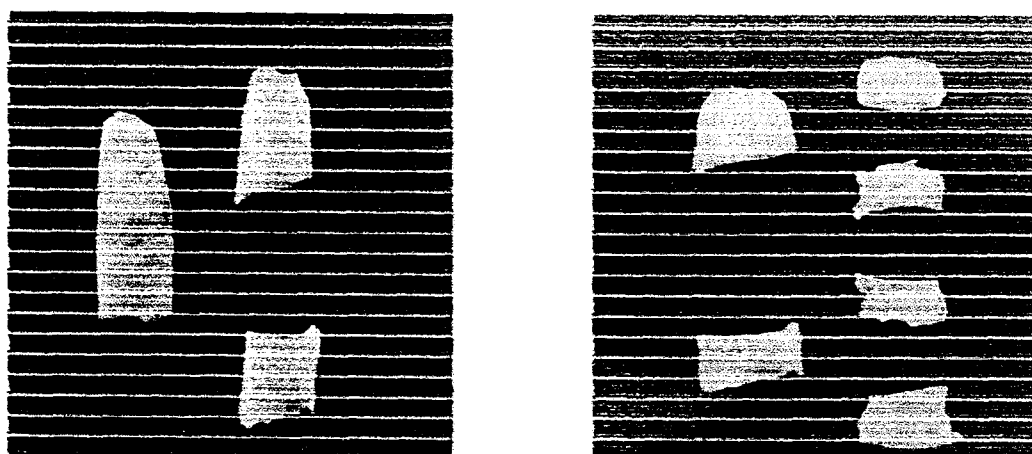


Fig.4.1 obtenção das amostras

As vinte amostras foram aleatoriamente divididas em cinco grupos de quatro cada, de acordo com o tratamento da superfície:

GRUPO C: Controle; nenhum tipo de tratamento foi realizado.

GRUPO I: Raspadas com curetas de Gracey 5/6 e 7/8 da Hu-Friedy.

GRUPO II: Tratadas com aparelho ultra-sônico.

GRUPO III: Irradiadas com laser de Er:YAG com energia de 60 mJ, e taxa de repetição de 10 Hz no monitor do equipamento.

GRUPO IV: Irradiadas com laser de Er:YAG, com energia de 100 mJ e taxa de repetição de 10 Hz no monitor do equipamento.

Para o tratamento das superfícies, as amostras foram fixadas em uma morsa (Fig. 4.2) e a área a ser tratada foi delimitada (4X4 mm).

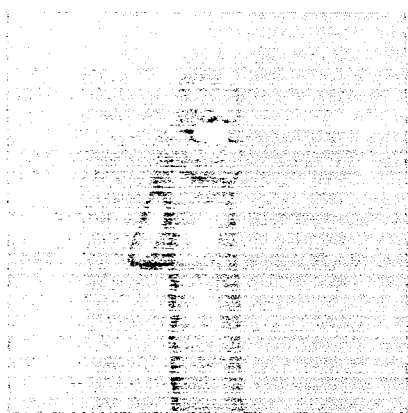


Fig.4.2 amostra fixa em morsa

No grupo I, as amostras foram raspadas e aplainadas com curetas Gracey 5/6 e 7/8 no sentido vertical ao longo da amostra com movimentos curtos, contínuos e envolventes até se obter uma superfície lisa e uniforme.

No grupo II as amostras foram instrumentadas com aparelho de ultra-som no sentido vertical com movimentos sobrepostos, com irrigação e sem exercer pressão da ponta do ultra-som contra a superfície das amostras, até se conseguir uma superfície lisa e uniforme.

No grupo III as amostras foram irradiadas com o laser de Er:YAG, 2,94 μm , utilizando a ponta de quartzo acoplada na peça de mão P2056, acompanhada de irrigação com água destilada e energia de 60 mJ no painel do equipamento (35mJ/pulso transmitida na ponta da fibra), taxa de repetição de 10 Hz e 20s de exposição, 15s de intervalo até se obter uma superfície lisa. A densidade de energia correspondeu aproximadamente a 4 J/cm².

A irradiação do laser foi realizada com a fibra em contato com a superfície da amostra à 45°, com movimentos no sentido cérvico-apical de mesial para distal e vice-versa abrangendo toda a superfície demarcada.

No grupo IV, as amostras sofreram o mesmo procedimento descrito para o grupo III, variando-se apenas a energia de irradiação para 100 mJ/pulso, no monitor, (correspondente a 59mJ/pulo transmitida na ponta da fibra). A densidade de energia foi de aproximadamente a 7 J/cm².

A escolha destes parâmetros de irradiação visou a utilização da menor energia possível (com a maior taxa de repetição), capaz de remover todo o cálculo presente na superfície radicular, gerar uma superfície lisa e uniforme e não provocar um aumento de temperatura indesejável ao tecido pulpar.

Os valores das densidades de energia são aproximados, pois o ângulo de incidência não foi considerado no cálculo. Estimamos uma redução da ordem de 20-30% em relação aos valores apresentados devido à irradiação em ângulo de 45°.

Após a irradiação as amostras foram lavadas, tratadas em autoclave a temperatura de 120°C, durante 20 minutos e armazenadas em solução fisiológica. Posteriormente foram desidratadas em concentrações crescentes de álcool: 25%(20min.); 50%(20min.); 75%(20min.); 90%(30min.); 100%(30min.), e armazenadas em um dessecador. Em uma segunda etapa as amostras foram cobertas com uma camada de ouro (processo de "sputtering"). A deposição dessa fina camada de ouro é necessária para a realização da análise por microscopia eletrônica de varredura. Foram obtidas eletromicrografias de todos os espécimes utilizando-se um microscópio eletrônico de varredura da PHILLIPS modelo LX 300 do CCTM do IPEN.

Para a avaliação da variação de temperatura durante o processo de irradiação com o laser de Er:YAG foram realizadas medidas de variação de temperatura nas seguintes condições: as amostras foram previamente fixas em uma morsa e um termopar do tipo K (chromel-alumel) de diâmetro igual a 130 µm (Omega Engineering, Inc. Stanford, CA, USA) foi introduzido no interior do conduto radicular devidamente instrumentado. Foi utilizada uma pasta térmica para assegurar um bom contato térmico entre a ponta do elemento termopar e a parede interna da

amostra (oposta à área irradiada). Demarcou-se a área a ser irradiada (4X4mm) e adotou-se o mesmo protocolo de irradiação descrito anteriormente. Duas amostras de dentina humanas (incisivos laterais) foram utilizadas para verificação da variação de temperatura. Foram realizadas aplicações de 20 s utilizando-se energia de 60 e 100 mJ e taxa de repetição de 10 Hz (no monitor). As alterações de temperatura foram registradas utilizando-se um sistema composto por um amplificador *lock-in* (5RS10, Stanford Research System, USA), acoplado a um computador. O software do sistema permite a leitura do termopar e registro da mesma. Os dados obtidos foram posteriormente analisados utilizando-se o Software MicroCal™ Origin™, versão 5.0.

A tabela I apresenta as fluências utilizadas para cada grupo, a tabela II apresenta as condições utilizadas para cada grupo e a tabela III, um resumo do protocolo de irradiação adotado neste estudo.

TABELA I – Fluências

Grupos	Raspagem com curetas	Ultra-som	Laser	Dens. Energia
C				
I	XX	_____	_____	_____
II	_____	XX	_____	_____
III	_____	_____	XX	<i>Aprox. 4J/cm²</i>
IV			XX	<i>Aprox. 7J/cm²</i>

TABELA II – Descrição geral dos grupos experimentais deste estudo.

Grupos	Raspagem com curetas	Ultra-som	Laser	Tempo (segundos)	Energia no monitor (mJ)
C					
I	XX				-
II		XX			
III			XX	20s	60mJ/pulso
IV			XX	20s	100mJ/pulso

TABELA III – Protocolo de Irradiação utilizado neste estudo.

Emissor: Laser Er:YAG (Kavo Key Laser- KAVO - Alemanha)
Comprimento de onda: 2,94 μm (pulsado)
Aplicação: modo contato com varredura à 45° em relação à superfície da amostra
Peça de mão: P-2056
Fibra retangular: 1,65 mm x 0,5 mm (com área equivalente de 0,0083 cm^2)
Fator de transmissão: 0,56
Energia: 60mJ/pulso(monitor) ou 35 mJ/pulso (transmitida na ponta da fibra)
100mJ/pulso(monitor) ou 59 mJ/pulso (transmitida na ponta da fibra)
Taxa de repetição: 10 Hz
Tempo de exposição: 20s
Refrigeração: água e ar (spray)
Densidade de energia para o grupo III: aproximadamente 4 J/cm^2
Densidade de energia para o grupo IV: aproximadamente 7 J/cm^2

5. RESULTADOS

;

5.1. ANÁLISE DESCRITIVA

As eletromicrografias foram analisadas levando-se em consideração a remoção do cálculo dental, presença de sulcos e/ou crateras nas superfícies tratadas, remoção de *smear layer*, exposição dos túbulos dentinários nas amostras tratadas com curetas, aparelho ultra-sônico ou com laser de Er:YAG.

GRUPO C

As eletromicrografias deste grupo (controle) apresentaram uma superfície rugosa com muitas irregularidades, com presença de cálculo dentário, *smear layer* e algumas formas bacterianas tanto em menor quanto em maior aumento (fig.5.1a). Em um aumento original de (3000X) a superfície mostrou-se altamente rugosa, irregular e com camada de *smear layer* (fig.5.1b).

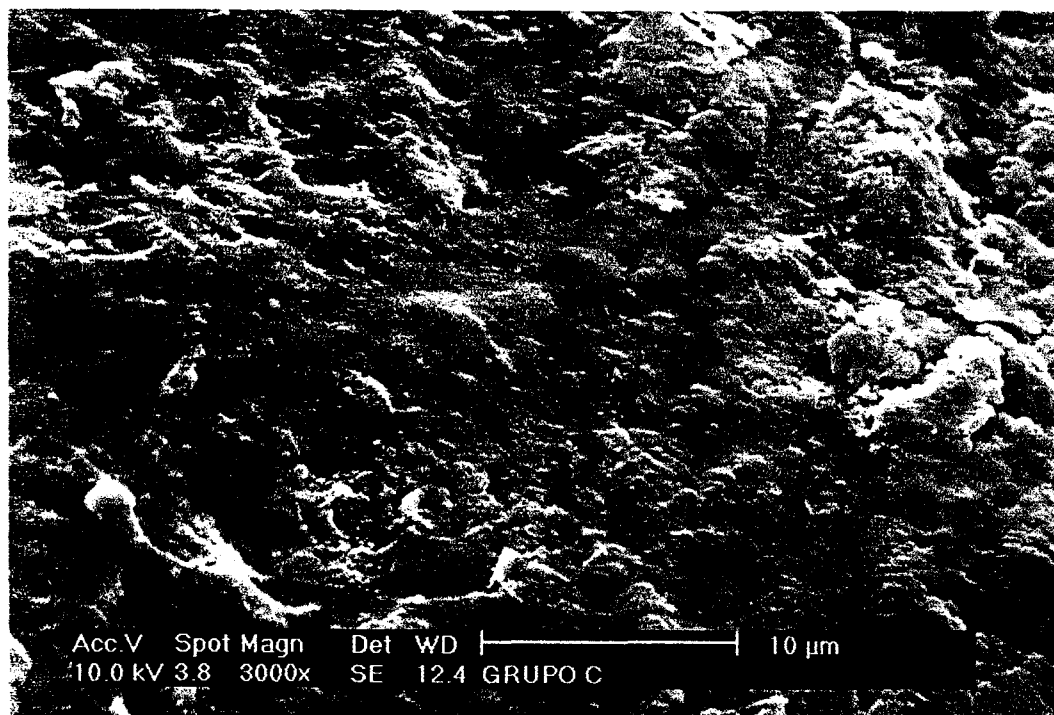
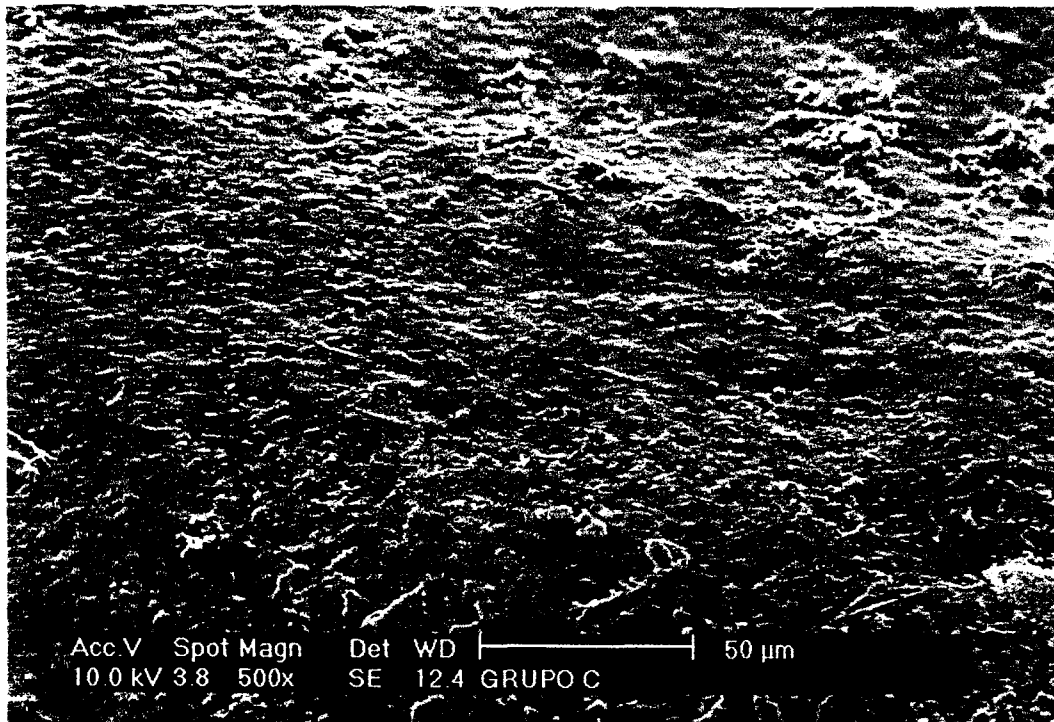


FIGURA 5.1 – Eletromicrografia representativa do grupo C com aumento original de 500X.(a) e 3000X (b).

GRUPO I (Raspagem com curetas de Gracey)

As eletromicrografias deste grupo mostraram em menor aumento original de (500X) (fig.5.2a), uma superfície regular e com ranhuras ou sulcos características deste tipo de instrumentação; em um aumento original de (3000X) (fig.5.2b) a regularidade da superfície foi mantida, porém com intensa camada de *smear layer*, ranhuras na superfície tratada com esta instrumentação e com sinais de abertura dos túbulos dentinários. Nas eletromicrografias deste grupo não se observou a presença de cálculo dentário.

GRUPO II (Aparelho ultra-sônico)

As eletromicrografias deste grupo mostraram em menor aumento original de (500X) (fig.5.3a), uma superfície altamente regular e com sulcos oriundos da ponta ativa do Ultra-som; já em um aumento de (3000X) (fig.5.3b), a regularidade da superfície foi mantida, porém com moderada camada de *smear layer*, presença dos sulcos característicos deste tipo de instrumentação, ausência de cálculo dentário e com indícios de abertura dos túbulos dentinários.

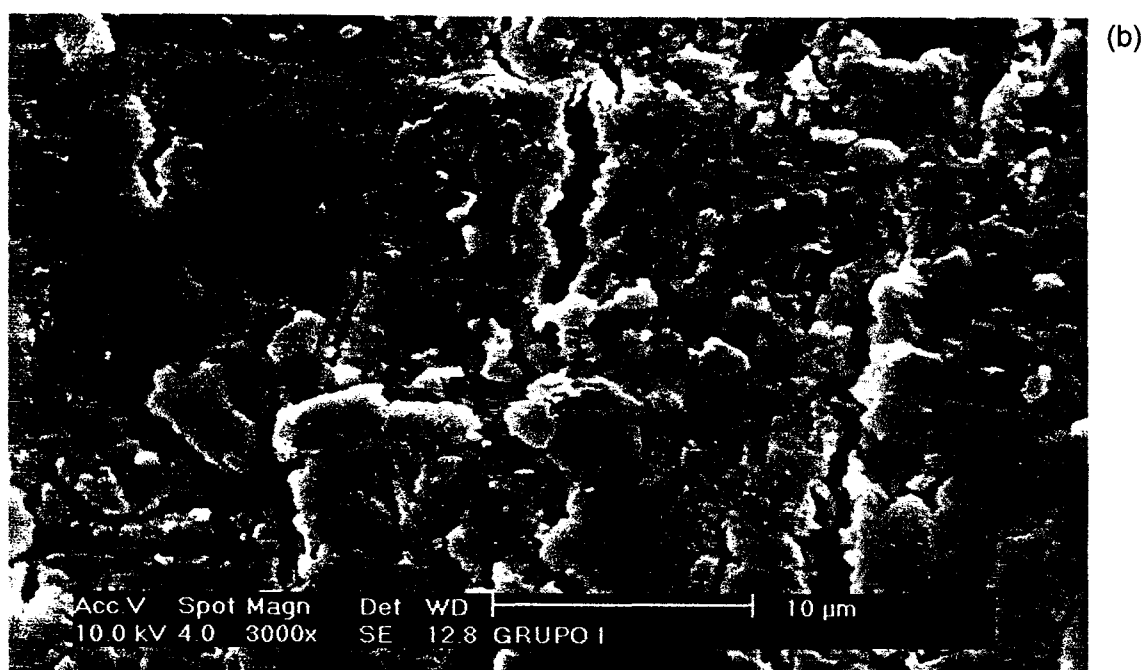
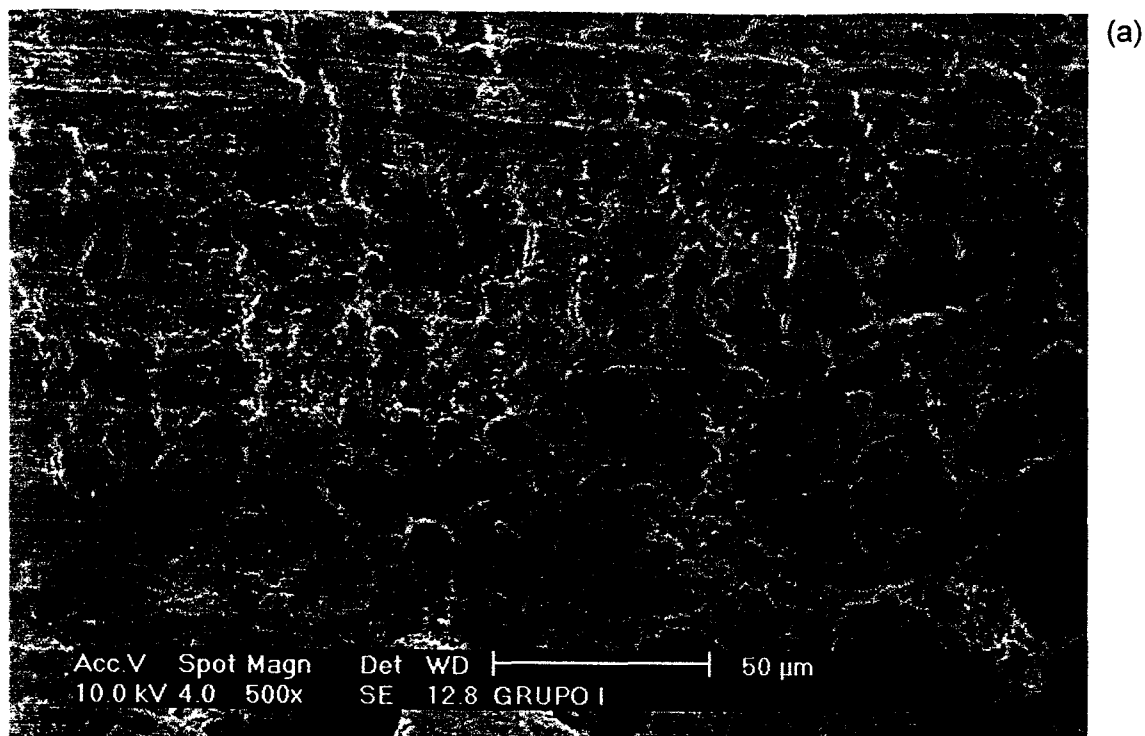


FIGURA 5.2 – Eletromicrografia representativa do grupo I com aumento original de 500X.(a) e 3000X (b).

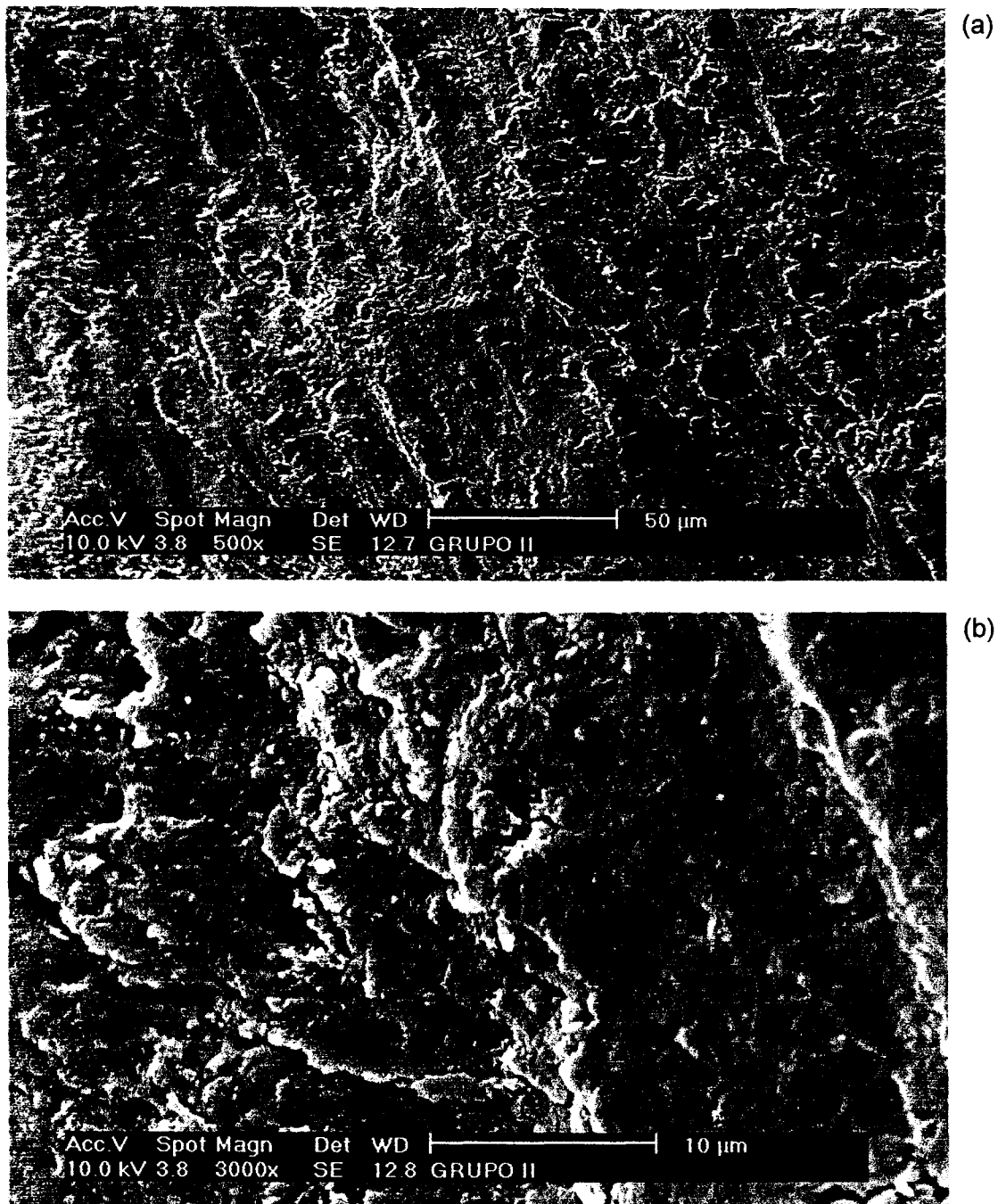


FIGURA 5.3 – Eletromicrografia representativa do Grupo II com aumento original de 500X (a) e 3000X (b)

GRUPO III (Laser de Er:YAG 60mJ/pulso e 10Hz)

As amostras deste grupo receberam irradiação com o laser de Er:YAG, de acordo com o protocolo já descrito, porém com menor energia de irradiação por pulso que a utilizada para as amostras do grupo IV. As eletromicrografias deste grupo apresentaram em menor aumento original de (500X) (fig.5.4a), uma superfície irregular e ausência de camada de *smear layer*, em um aumento original de (3000X) (fig.5.4b), observou-se, nas eletromicrografias, que foi mantida a mesma irregularidade, com ausência de *smear layer* intertubular e túbulos dentinários abertos. Não se observou a presença de cálculo dentário nas amostras irradiadas com o laser acima protocolado. As irregularidades encontradas são provavelmente provocadas pela interação do laser no tecido mineralizado; essas irregularidades apresentavam-se com aspecto de escamas sobrepostas, com ausência de fendas, fraturas, trincas e de sinais de carbonização.

GRUPO IV (Laser de Er:YAG 100mJ/pulso e 10Hz)

As amostras deste grupo receberam irradiação com laser de Er:YAG, de acordo com o protocolo já descrito, com energia de irradiação superior àquela utilizada para as amostras do grupo III. As eletromicrografias deste grupo mostraram em menor aumento original de (500X) (fig.5.5a), uma superfície irregular e ausência de *smear layer*, em um aumento original de (3000X) (fig.5.5b), observou-se nas eletromicrografias uma superfície altamente irregular com aspecto de escamas sobrepostas, total ausência de *smear layer*, túbulos dentinários abertos e ausência de cálculo dentário, fendas, trincas, fraturas ou carbonização.

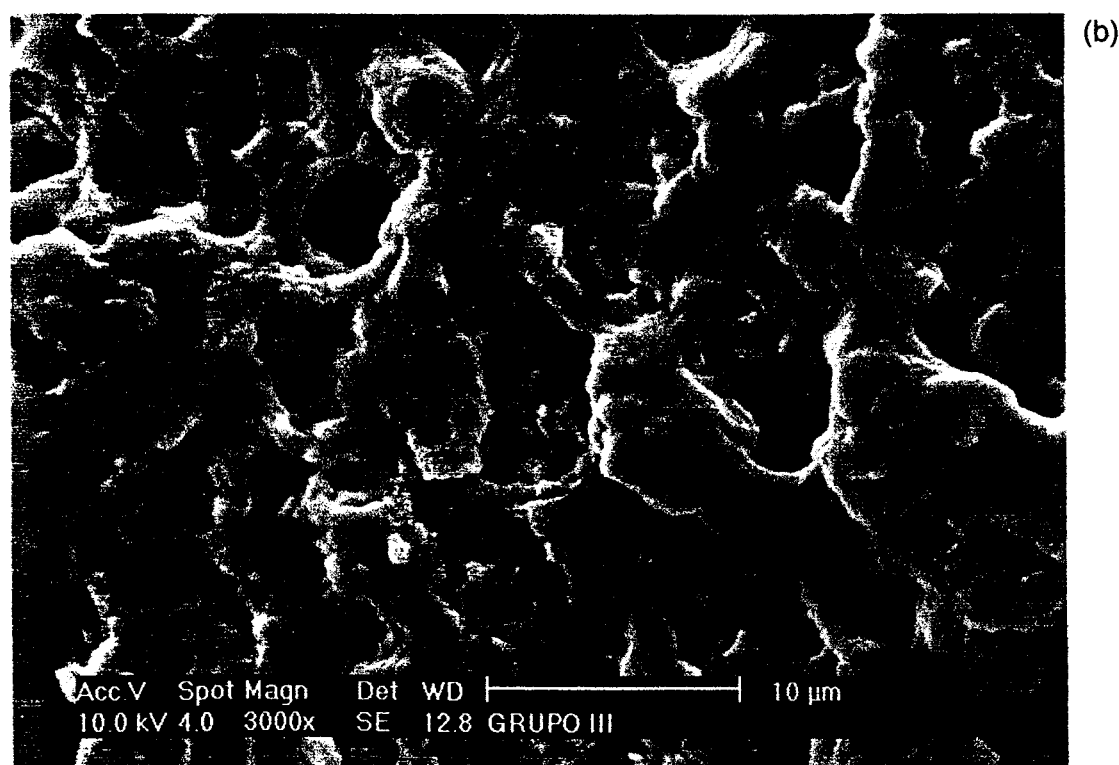
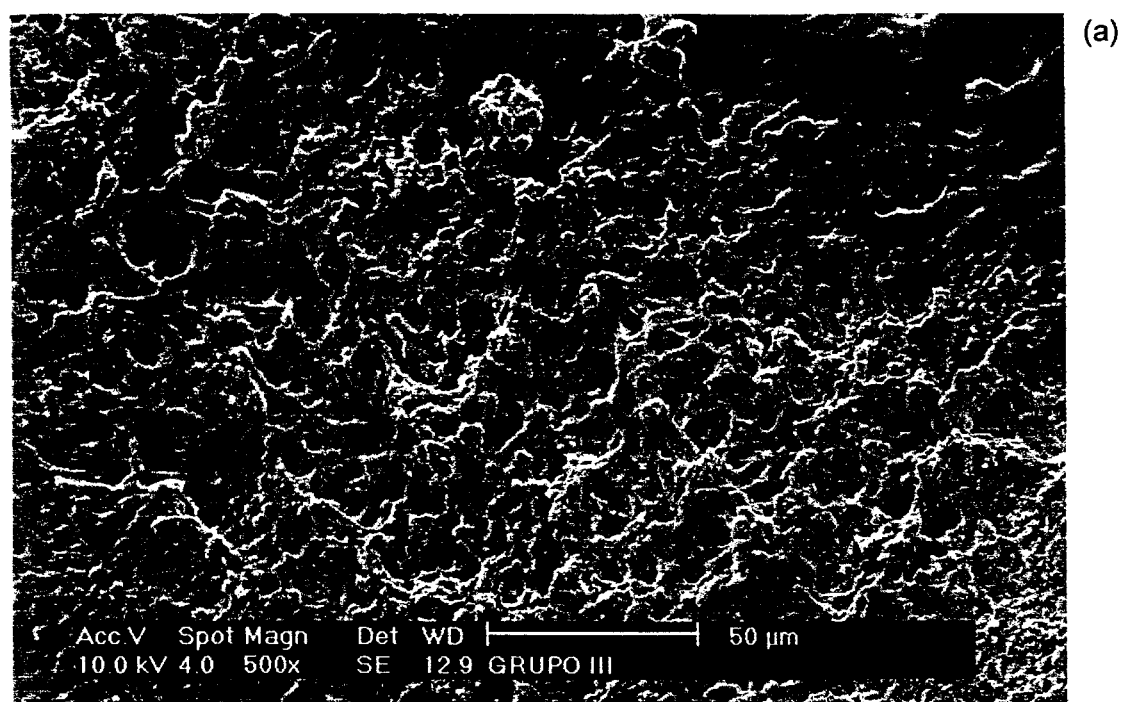


FIGURA 5.4 – Eletromicrografia representativa do Grupo III com aumento original de 500X (a) e 3000X (b)

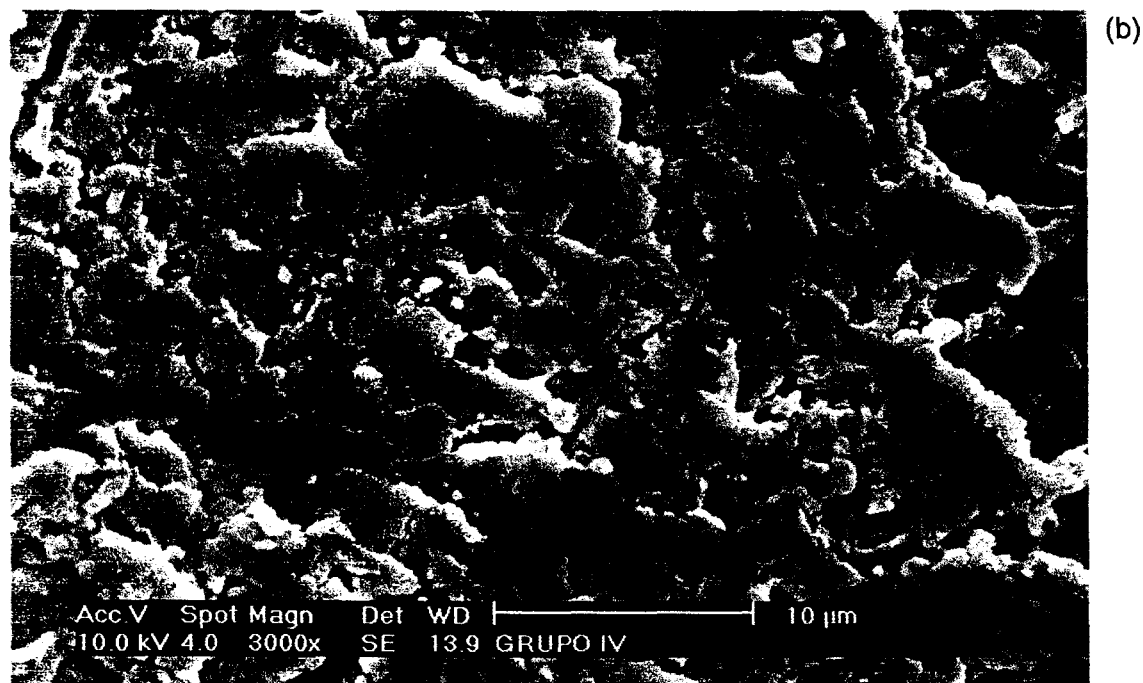
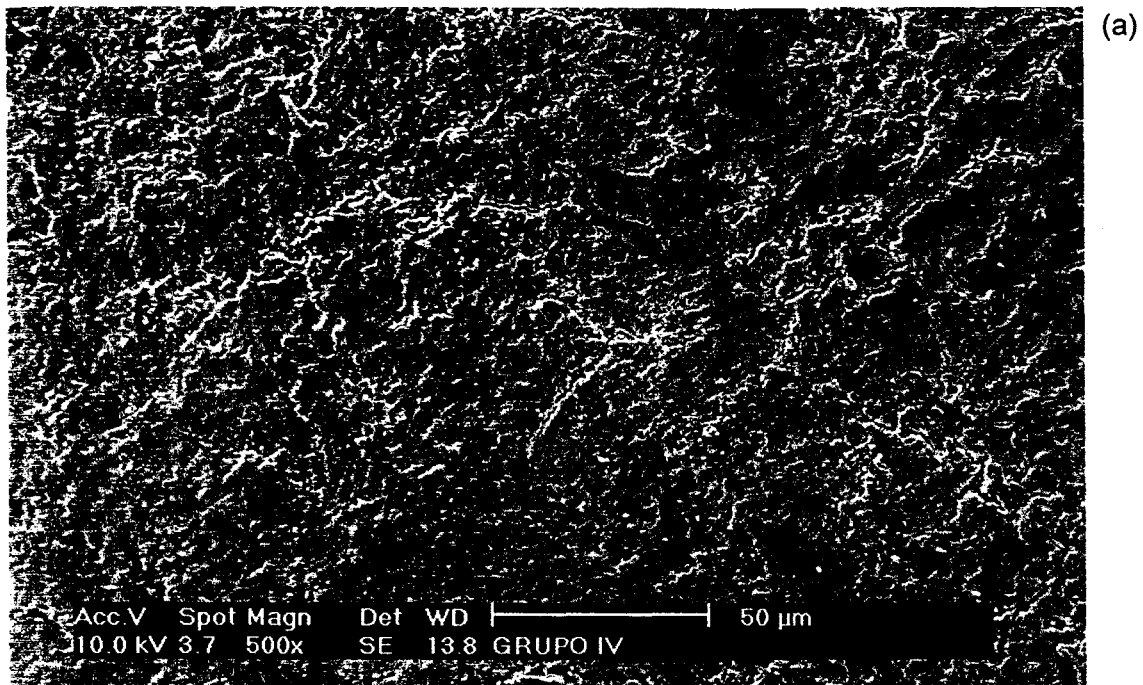


FIGURA 5.5 – Eletromicrografia representativa do Grupo IV com aumento original de 500X (a) e 3000X (b)

5.2. MEDIDAS DE TEMPERATURA

As figuras 5.6 e 5.7 apresentam as curvas de temperatura obtidas para diferentes energias de irradiação em duas amostras. Para irradiação com laser de Er:YAG com energia de 60mJ/pulso (no monitor), 10Hz por 20s e densidade de energia de aproximadamente 4 J/cm² observou-se variação de temperatura da ordem de 1 a 1,6°C; para a irradiação com laser de Er:YAG com energia de 100 mJ/pulso (no monitor), 10Hz por 20s e densidade de energia de aproximadamente 7 J/cm², observou-se uma variação de temperatura da ordem de 2 a 2,5°C. As diferenças observadas entre as duas amostras decorrem do posicionamento do termopar e também das características da própria amostra. O calor resultante do aquecimento da superfície dentinária pela irradiação tende a dissipar-se no meio, o qual neste caso pode ser considerado como sendo constituído pela superfície sob irradiação e pela água (ou ar) ao redor da mesma. Assim, a posição do termopar, o contato do mesmo com a superfície e o meio que o cerca são fatores que influenciam a curva de temperatura medida.

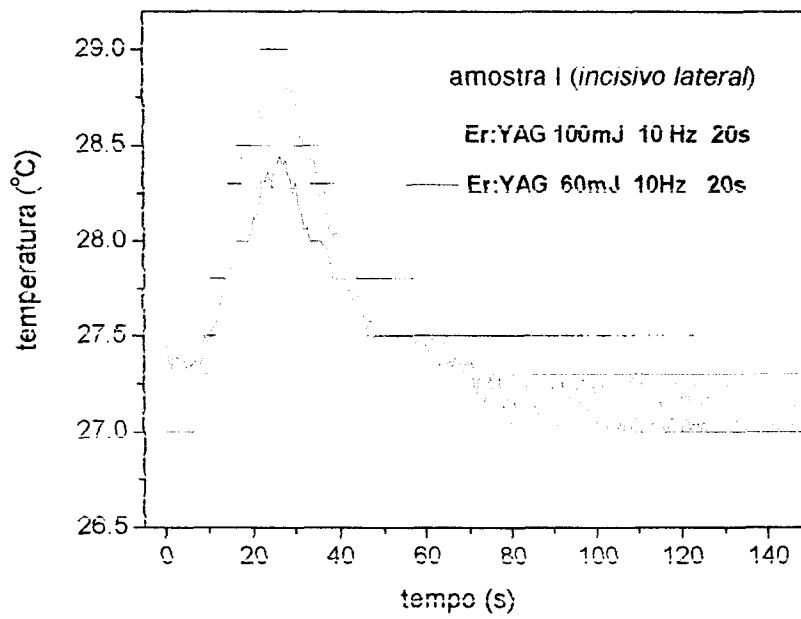


FIGURA 5.6 – Curva de variação de temperatura durante irradiação da amostra I
Com laser de Er:YAG com energia de 100mJ/pulso e 60mJ/pulso, 10Hz por 20s.

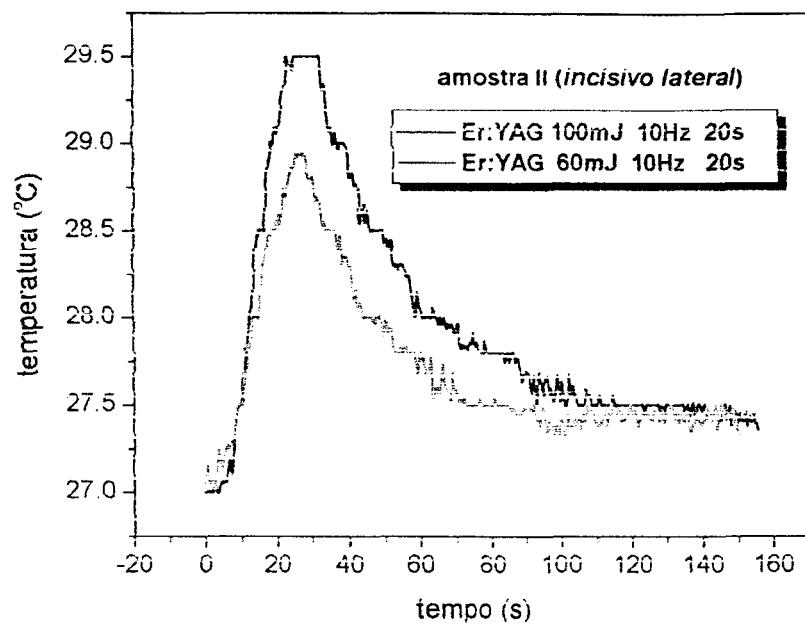


FIGURA 5.7 – Curva de variação de temperatura durante irradiação da amostra II Com laser de Er:YAG com energia de 100mJ/pulso e 60mJ/pulso, 10Hz por 20s.

6. DISCUSSÃO

Raspagem refere-se à remoção de defeitos da superfície dentária e aplainamento radicular refere-se aos procedimentos de remoção de cimento ou dentina contaminados tornando a superfície dentária lisa e dura. Este ato operatório pode ser executado com acesso cirúrgico ou não. (Badersten *et al* .,1984).

A raspagem e o aplainamento radicular é talvez a forma de terapia mecânica mais empregada em periodontia; tem sido indicada não apenas no tratamento das doenças periodontais, mas também na manutenção do periodonto após o tratamento periodontal e na prevenção das doenças periodontais refratárias. O efeito benéfico desta terapia sobre a saúde gengival tem sido observada em relatos de numerosos estudos clínicos e histológicos.(Lovdal *et al*, 1961; Rateishak, 1964; Shaffer, 1956; Listgarten, 1978; Lindhe *et al*, 1982).

Em princípio, o biofilme, o cálculo dentário e o cimento contaminados podem ser deslocados da superfície dentária por raspagem com curetas, por abrasão superficial mecânica, com o uso de instrumentos ultra-sônicos e mais recentemente pesquisa-se mais um possível recurso para a raspagem radicular: o laser de Er:YAG aprovado pela FDA para ser utilizado em tecidos duros (Cozean *et al*.,1997). Assim sendo, nosso objetivo foi comparar morfologicamente as superfícies de raízes submetidas à instrumentação manual, ultra-sônica ou irradiação com esse tipo de laser, bem como avaliar uma possível alteração térmica quando da irradiação com este laser.

O laser de Er:YAG é efetivo na remoção de cálculos dentais sem causar efeitos térmicos (Aoki *et al*.,1994; Hiroyasu *et al*.,1997; Takeo *et al*.,1998), e com grande efeito antimicrobiano sobre as bactérias periodontopatogênicas mesmo com baixos níveis de energia. Folwaczny *et al*., 2000, demonstraram que a fibra para

periodontia do Kavo Key 2 com energia de 60 a 100mJ/pulso e taxa de repetição de 10Hz, removia quantidade de estrutura dentária semelhante à obtida com a utilização de instrumentos manuais ou ultra-sônicos, fato este comprovado em nosso estudo. Os mesmos autores (Folwaczny *et al.* 2000) alertaram para a importância da inclinação da ponta, bem como para os parâmetros de energia. Schoop *et al.*, 2001; sugeriram intervalos entre as aplicações e também irrigação a fim de reduzir aquecimento superficial e intrapulpar. Os autores utilizaram neste estudo o laser de Er:YAG – Kavo Key 2 com energia de 100 mJ/pulso e taxa de repetição de 15 Hz.

O laser de Er:YAG é um dos mais ressonantes às superfícies dentárias mineralizadas; isto se deve ao fato de seu comprimento de onda, 2,94 μ m, ser altamente absorvido pela água e desta forma, age nas superfícies mineralizadas através de vaporização da água destas superfícies provocando microexplosões e ejeção dos tecidos (ablação explosiva) promovendo pouco ou nenhum dano térmico aos tecidos circunvizinhos, sobretudo quando é usado com refrigeração (Aoki *et al.*,1994; Folwaczny *et al.*,2000).

Uma das grandes vantagens do laser de Er:YAG é a remoção de cálculo sem, no entanto promover alterações morfológicas acentuadas como fusão, carbonização, fraturas ou crateras e sim apenas a remoção da camada de *smear layer*, com a remoção de estrutura cementária semelhante à de um instrumento ultra-sônico, deixando a superfície com aspecto semelhante ao condicionamento com ácidos (Aoki *et al.*,1994; Israel,1997; Folwaczny,2000), resultados estes encontrados também em nosso estudo para as amostras dos grupos III e Grupo IV. Como vimos são vários os autores (Hibst e Keller, 1989; Aoki *et al.*, 1992; Aoki *et al.*, 1994; Hiroyasu *et al.*, 1997; Yamaguchi *et al.*, 1997; Rechmann *et al.*, 1997; Takeo *et al.*, 1998; Fujii *et al.*, 1998; Folwaczny *et al.*, 2000; Schoop *et al.*, 2001; Theodoro, 2001; Feist, 2002; Frentzen *et al.*, 2002;) que demonstraram que o laser de Er:YAG pode provocar estas irregularidades da superfície radicular com formação de crateras, com profundidades de até 15 μ m, e que, poderiam se transformar em nichos de colonização bacteriana, prejudicando o processo de reparação periodontal. Da mesma forma Jones *et al.* 1972 demonstraram que a

instrumentação manual dá origem a sulcos com profundidade de 4,5 μm , segundo os autores tais sulcos não poderiam ser observados clinicamente, mas que poderiam resultar em nichos para a colonização bacteriana e prejudicar o processo de reparo periodontal.

Smear layer é definida como uma camada de substância amorfa rica em polissacarídeos, restos necróticos de cimento, microorganismos e endotoxinas presentes na superfície radicular, e desta forma é tida como um fator desfavorável para o restabelecimento do periodonto de inserção pós procedimentos de raspagem e aplainamento radicular. Yamaguchi *et al.*, 1997 demonstraram que o laser de Er:YAG é efetivo na remoção de lipopolissacarídeos da superfície radicular, desobstruindo os túbulos dentinários e expondo as fibras colágenas. Além disso, o laser de Er:YAG é efetivo na remoção de cálculos dentais sem causar efeitos térmicos (Aoki *et al.*, 1994; Keller *et al.*, 1987; Israel *et al.*, 1997; Takeo *et al.*, 1998), e tem grande efeito antimicrobiano sobre as bactérias periodontopatogênicas (Ando *et al.*, 1996), mesmo com baixos níveis de energia, corroborando desta forma com a afirmativa de que os lasers de alta intensidade podem atuar como instrumentos coadjuvantes da terapia periodontal convencional. Segundo Moritz *et al.*, 1999, o laser de Er:YAG promove redução bacteriana de 99,64% e isto sem provocar aumento indesejável de temperatura, fato este observado em nosso estudo onde não se observou elevação de temperatura superior a 2,5°C.

Neste estudo o cálculo visível sobre as superfícies radiculares foi removido, nos grupos III e IV, com o laser de Er:YAG, cujo comprimento de onda, coincide com o pico máximo de absorção pela água e hidroxiapatita. O mecanismo de ação desse laser provoca vaporização imediata da molécula da água e uma microexplosão para o meio externo, sendo esta a responsável pelo deslocamento de substância sem um padrão definido, deixando uma superfície com irregularidades, porém livre de *smear layer*. Nos grupos I e II, o cálculo visível foi removido com curetas ou aparelho ultra-sônico o que deixou uma superfície menos irregular, porém mostrando sulcos provocados pela ação da cureta ou da ponta ativa do aparelho ultra-sônico além de grande quantidade de *smear layer*. Autores demonstraram que a irradiação com laser de Er:YAG deixava irregularidades na

superfície radicular, maiores ou menores, dependendo da densidade de energia, da presença ou não de cálculo e da angulação da fibra (Rechmann *et al.*, 1997; Fujii *et al.*, 1998; Folwaczny *et al.*, 2000; Haffner *et al.*, 1997).

No grupo III, o laser de Er:YAG deixou uma superfície com microablações de pouca profundidade quando comparada com as amostras do grupo IV, nas quais o laser de Er:YAG causou microablações maiores e bastante irregulares, deixando a superfície das amostras mais rugosa. Ressalta-se o fato de que nestes dois grupos não se encontrou camada de *smear layer*. Quando as superfícies radiculares são irradiadas com laser de Er:YAG com energia de 59 mJ/pulso, as irregularidades causadas pelo laser podem ser comparadas à camada de *smear layer* encontrada sobre as superfícies daquelas amostras raspadas e alisadas com curetas, o que retardaria o processo de cicatrização tecidual (Feist, 2002).

Nosso estudo mostrou que os parâmetros do laser são de fundamental importância na obtenção de superfícies com características favoráveis à cicatrização dos tecidos periodontais de proteção e inserção, e que uma pequena diferença de densidade de energia foi suficiente para que se criassem superfícies com características diferentes. Pelo nosso estudo, a energia de 35 mJ/pulso foi a que deixou uma superfície com topografia bem mais próxima daquelas que foram raspadas e aplainadas com curetas ou aparelho ultra-sônico, com a grande vantagem de não deixar camada de *smear layer*. A isto acrescenta-se o seu excelente efeito bactericida, conduzindo assim a uma melhor cicatrização dos tecidos periodontais.

Diante do exposto, este estudo mostrou que o uso do laser de Er:YAG, dentro de parâmetros adequados pode ser um excelente coadjuvante na terapia de superfícies radiculares periodontalmente envolvidas. No entanto, há necessidade de realização de novos estudos, principalmente "in vivo", com irradiação do laser de Er:YAG para o tratamento de doenças periodontais, avaliando a biocompatibilidade das superfícies radiculares irradiadas visando a formação de novo osso, novo cemento e novo ligamento periodontal.

7. CONCLUSÃO

Com o nosso estudo *in vitro*, podemos concluir que:

1. O procedimento de raspagem e aplainamento radicular com curetas manuais ou com o uso de aparelho ultra-sônico promoveu formação de camada de *smear layer*, *in vitro*.
2. A remoção do cálculo com o laser de Er:YAG (35mJ/pulso) mostrou-se tão eficaz quanto à raspagem manual ou ultra-sônica, deixando uma superfície radicular moderadamente irregular, a qual é compensada pela remoção da camada de *smear layer* e abertura dos túbulos dentinários.
3. Diferentes valores de energia criam superfícies com topografia totalmente diferentes podendo interferir no processo cicatricial dos tecidos periodontais.
4. O grupo IV (59mJ/pulso), e densidade de energia de aproximadamente $7\text{J}\backslash\text{cm}^2$ trabalhando com a ponta da fibra a 45° em relação à superfície da amostra, demonstrou maior remoção da camada de *smear layer*, em relação ao grupo III (35 mJ/pulso), densidade de energia de aproximadamente $4\text{J}\backslash\text{cm}^2$ com a mesma angulação em relação à superfície da amostra; entretanto o grupo IV apresentou uma superfície mais irregular, podendo promover um maior acúmulo de placa bacteriana.
5. Em nenhum dos grupos irradiados com o laser de Er:YAG observou-se elevação térmica superior a $2,5^\circ\text{C}$, sugerindo não provocar danos térmicos ao tecido pulpar.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDO, Y.; AOKI, A.; WATANABE, H.; ISHIKAWA, I. Bactericidal effect of Erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. **Lasers Surg Med**, New York, v.19, p. 190-200. 1996
2. AOKI, A. ; MIURA, M.; AKIYAMA, F.; NANAGAWA, N.; TANAKA,J.; ODA, S.; WATANABE, H.;ISHIKAWA, J. *in vitro* evaluation of Er:YAG laser scaling of subgingival calculus in comparison with ultrasonic scaling. **J Periodontol**, 2000 oct;35(5):266-77.
3. AOKI, A.; ANDO, Y.; ILDA, M.; SUZUKI, K.; WATANABE, H.; ISHIKAWA, I. Basic studies on the application of Er:YAG laser to scaling. **Int Soc Laser Dent**, 1992. p. 199-200.
4. AOKI, A.; ANDO, Y.; WATANABE, H.; ISHIKAWA, I. *In vitro* studies on laser scaling of subgingival calculus with Er:YAG laser. **J Periodontol**,Chicago, v. 65, n. 12, p. 1097-1106, Dec.1994.
5. AXELSON, P.; LINDHE, J . The effect of a preventive program on dental plaque gingivitis and caries in school children. Results after one and two years, **J.Clin.Periodontol**.1974 ;1:126.
6. BADERSTEN, A.; NIVÉUS, R.; EGELBERG, J. Effect of nonsurgical periodontal therapy. **J. Clinic. Periodontol**, Copenhagen, v.11, n.1, p. 63-76, 1984 jan.
7. BEUCHAT, M.; BUSSLINGER, A.; SCHIMIDLIN, P.; MICHEL, B.; LEHMANN, B.; LUTZ, F.; Clinical comparison of the effectiveness of novel sonic instruments and currettes for periodontal debridement after 2 months. **J.Clin.Periodontol**.2001 Dec;28(2):1145-50.
8. COZEAN, C.; ARCORIA, C.J.; PELAGALLI, J.; POWELL, G.L. Dentistry for the 21st century? Erbium:YAG laser for teeth. **J. Am. Dent. Assoc.** Chicago,v.128,n.8,p.1080-87,Aug.1997.

9. DEDERICH, D.N.; DRURY, G.I. Laser curettage: Where do we stand? **J.Calif.Dent.Assoc.** 2002 May;30(5):376-82.
10. DURO, J.; ADHEMAR, M.; ANTONIO, F.M.; SALLUM, A.W.; TOLEDO, S.; SALLUM, E.A. Remoção total de cálculo; um objetivo viável? **Revista Brasileira de Odontologia**; 53(5): 26-30; set-out. 1996.
11. DRISKO, C.L.; COUHRAN, D.L.; BLIEDEN, T.; BOUWSMA, O.J.; COHEN, R. E.; DAMOULIS, P.; FINE, J.B.; GREENSTEIN, G.; HINRICH, J.; SOMERMAN, M.J.; IACONO, V.; GENCO, R.J. Sonic and ultrasonic scalers in periodontics. **J.Periodontol.** 2000 Nov; 71(11): 1792-801.
12. FEIST, I.S. Adesão e proliferação de fibroblastos de gengiva humana cultivados em superfícies radiculares tratadas com laser de Er:YAG. 2002. 73f. Tese. (Doutorado em Odontologia – Periodontia) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
13. FLEMMIG, T.F.; PETERSILKA, C.J.; MEHL, A.; HICKEL, R.; KLAIBER, B. The effect of working parameters on root substance removal using a piezoelectric ultrasonic scaler *in vitro*. **J.Clin.Periodontol** 1998 Feb;25(2):158-63.
14. FOLWACZNY, M.; MEHL, A.; HAFFNER, C.; BENZ, C.; HICKEL, R. Root substance removal with Er:YAG laser radiation at different parameters using a new delivery system. **J periodontol**, Chicago, v.71, n. 2, p. 147-155, Feb. 2000a.
15. FOLWACZNY, M.; THIELE, L.; MEHL, A.; HICKEL, R. Influence of radiation angles on cementum removal using 2,94µm Er:YAG laser radiation. In: **Annual Meeting of the American Academy of Periodontology**, 86., 2000, Honolulu. Honolulu, 2000b (Resumo n.13).
16. FRENTZEN, M.; BRAUN, A.; ANIOL, D. Er:YAG laser scaling of diseased root surfaces. **J.Periodontol** 2002 May;30(5):376-82.
17. FUJII, T.; BAEHNI, P. C.; KAWAI, O.; KAWAKAMI, T.; MATSUDA, K.; KOWASHI, Y. Scanning electron microscopic study of the effects of Er:YAG laser on root cementum. **J Periodontol**, Chicago, v.69, n. 11, p. 1283-1290, Nov. 1998.
18. GONZALES, R.M; CAMPOS JÚNIOR, A. Avaliação do potencial inflamatório de raízes humanas com doença periodontal após tratamento com raspagem manual e

ultra-sônica. **Revista da Faculdade de Odontologia de Bauru**; 3 (1/4): 39-44; Jan.-Dez. 1995.

19. HAFFNER, C.; MEHL, A.; FOLWACZNY, M.; SCHEINK, G.; HICKEL, R. The use of 2,94 μ m Er:YAG laser in periodontal treatment. **European Federation of Periodontology**, 1997. Florenza, Italy. (Abstract).

20. HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er: YAG laser on Dental Hard Substances: II. Light Microscopic and SEM Investigations. **Laser Surg. Med.**, v.9, n.4, p. 345-51, 1989.

21. HILL, R.W.; RAMFJORD, S.P.; MORRISON, E.C.; APPLEBERRY, E.A.; CAFFESSE, R.G.; KERRY, G.J.; NISSLE, R.R. Four types of periodontal treatment compared over two years. **J.Periodontol.** 1981 ;52:655.

22. HIROYASU, Y.; KAZUYUKI, K.; REIKO, O. Effects of irradiation with an Er:YAG laser on root surfaces. **J.Periodontol.**, v.67, p.1151-1155, 1997.

23. HUNTER, R.K .; O'LEARY, T.J.; KAFRAWY, A.H. The effectiveness of hand versus ultrasonic instrumentation in open flap root planing. **J.Periodontol.** 1984; 55:697.

24. ISRAEL, M.; COBB, C. M.; ROSSMANN, J.A.; SPENCER, P. The effects of CO₂, Nd:YAG and Er:YAG lasers with and without surface coolant on tooth root surfaces. An *in vitro* study. **J. Clin. Periodontol**, Copenhagen, v. 24, n. 9, p. 595-602, sept. 1997.

25. JONES, S.J.; LOZDAY, J.; BOYDE, A. Tooth surfaces treated in situ with periodontal instruments. **Br. Dent.J.** 1972;132:57

26. KAKEHASHI, S.; PARAKKAL, P.F. Proceedings from the state of the art Workshop in surgical Therapy for periodontitis. **J.Periodontol.** 1982;53:476.

27. KELLER, U.; HIBST, R. Experimental removal of subgingival calculus with the Er:YAG laser. **SPIE**, v.2623, p.189-198, 1987.

28. KELLER, U.; HIBST, R. Patients response to cavity preparation using the Er:YAG laser. **SPIE**, Proceedings of lasers in dentistry, V. 2922, P. 84-87, 1996.

29. LINDHE, J.; WESTFELT, E.; NYLMAN, S. Healing following surgical/nonsurgical treatment of periodontal disease. A clinical study. **J. Periodontol**, Chicago, v. 9, n.2, p. 115-28, mar.1982

30. LISTGARTEN, M.A.; ELLEGAARD, B. Electric microscopic evidence of cellular attachment between junctional epithelium and dental calculus. **J. Periodonto. Res.** 8:143;1973.
31. LÖVDAL, A. *Et al.* Combined effect of subgingival and controlled oral hygiene in incidence of gingivitis. **Act. Odont. Scand.**, v.19,p.537-43,1961.
32. MORITZ, A.; SCHOOP, U.; GOHARKHAY, K.; JAKOLITSCH, S.; KLUGER, W.; WERNISCH, J.; SPERR, W. The bacterial effects of Nd:YAG, Ho:YAG and Er:YAG laser irradiation in the root canal: An in vitro study comparison. **J Clin. Laser Surg. Med.**, v.17,n.4,p.161-164,1999.
33. MORRISON, E.G.; RAMFJORD, S.P.; HILL, R.W. Short-term effect of initial non-surgical periodontal treatment. **J.Clin.Periodontol.**1980;7:199.
34. OPPERMAN, R.V. Diagnóstico clínico e tratamento das doenças cárie e periodontal. In: MEZZOMO, E. Reabilitação oral para o clínico. São Paulo, Santos, 1994. cap. 2, p. 7-59.
35. RATEITSHAK, K.H. Therapeutic effect of local treatment on periodontal disease assessed upon evaluation of different diagnostic criteria.I. Changes in gingival inflammation. **J.Periodonto.**1964;35:155.
36. RECHMANN, P.; HENNING, T.; SADEGH, H.M.M.; GOLDIN, D.S. Light and scaling electron microscope investigations comparing calculus removal using an Er:YAG laser and a frequency doubled Alexandrite laser. 1997. p. 53-59.
37. ROSELL, F.L.; SAMPAIO, J.E.C.; TOLEDO, B.E.C.; ABIROCHED, R.S.G. Superfície radicular – Instrumentação manual, aplicação do jato de bicarbonato de sódio e polimento. Análise em MEV. **Revista ABO Nac.**; 8(5):302-6; out.-nov.2000.
38. SCHAFFER, E.M. Histological results of root curettage of human teeth. **J.Periodonto.**1956;27:296.
39. SCHOOP, U.; MORITZ, A.; MALESCHITZ, P.; GOHARKHAY, K.; KLUGER, W.; WERNISCH, J.; SPERR, W. The impact of Er:YAG irradiation on root surfaces: an *in vitro* evaluation. **J. Oral Laser Appl**, v. 1, n. 1, p. 35-41, jan.2001.

40. SCHWARZ, F.; SCULEAN, A.; GEORG, T.; REICH, E. Effect of an Er:YAG laser on periodontally involved root surfaces: an *in vivo* and *in vitro* SEM comparison. **Lasers Surg.Med.**2001 Mar;72(3):361-7.
41. TAGGE, D. L.; O'LEARY, T. J.; EL-KAFRAWY, A.H. The clinical and histological response of periodontal pockets on root planing and oral hygiene. **J. Periodontol**, Chicago, v.46, n.9, p. 527-34. sep.,1975.
42. TAKEO, F.; PIERRE, C.B.; OSAMU, K. Scanning electron microscopic study of the effects of Er:YAG laser on root cementum. **J.Periodontol**,v.69,p.1283-1290,1998.
43. THEODORO, L. H. Estudo comparativo, através de microscopia eletrônica de varredura, da ação de diferentes meios químicos e do laser de Er:YAG, sobre a smearlayer, em superfícies radiculares submetidas à raspagem e aplainamento. 2001. 77 f. Dissertação (Mestrado Lasers em Odontologia) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/ Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. São Paulo.
44. VISURI, S.R.; WALSH, J.T.; WIGDOR, H.A. Erbium laser ablation of dental hard tissue: effect of water cooling.**Lasers Surg Med**, New York, 1996;294-300.
45. WAERHAUG, J. Effects of rough surfaces upon gingival tissue. **J.Dent.Res.**v.35,p.323,1955.
46. YAMAGUCHI, H.; KOBAYASHI, K.; OSADA, R.; SAKURABA, E.; NUMURA, T.; ARAI, T.; NAKAMURA, J. Effects of irradiation of an Er:YAG laser on root surfaces. **J. Periodontol**, Chicago, v.68, n.12, p. 1151-1155, Dec.1997.
47. YATSUDA, R.A.; MATSON, E.; FERRAZ, C. Raspagem dental sobre superfícies radiculares empregando instrumentos roatórios e manuais.**Revista Assoc. Paul. Cir,Dent.**;53(4):332-6;Jul.-Ago.1999.

;

9. ANEXO

APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA FOUSP




UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PARECER nº 46/03
Protocolo 42/03

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa "*Estudo da alteração morfológica em superfície radicular tratada com curetas, aparelho ultrassônico ou com laser de Er:YAG*", de responsabilidade do Pesquisador **Arlindo Lopes Guimarães Filho**, sob orientação da Professora Doutora **Sheila Gouw Soares**.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios referentes ao andamento da pesquisa em 21 de setembro de 2003 e em 21 de março de 2004. Ao término da pesquisa, cópia do trabalho em "cd" ou "disquete", deve ser encaminhada a este CEP.

São Paulo, 21 de março de 2003.


Prof.ª Dr.ª **ROSÁ HELENA MIRANDA GRANDE**
Coordenadora do CEP-FOUSP





M23081



Ministério
da Ciência
e Tecnologia



Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Diretoria de Ensino & Informação Científica e Tecnológica
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 Cidade Universitária CEP: 05508-000
Fone/Fax(0XX11) 3816 - 9148
SÃO PAULO - São Paulo - Brasil
[http: //www.ipen.br](http://www.ipen.br)

O Ipen é uma autarquia vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e Turismo do Estado de São Paulo, gerida técnica, administrativa e financeiramente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia, e associada à Universidade de São Paulo.