CRYSTIANE VENDITTI GOMES DE AMORIM

ESTUDO DA REMOÇÃO DO MATERIAL OBTURADOR
UTILIZANDO O LASER DE DIODO DE 810 nm

São Paulo
2006

Crystiane Venditti Gomes de Amorim

Estudo da remoção do material obturador
utilizando o laser de diodo de 810 nm

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
da Universidade de São Paulo, para obter o
Título de Doutor, pelo Programa de Pós-
Graduação em Ciências Odontológicas

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Lage-Marques

São Paulo
2006

DEDICATÓRIA

A **Deus**,

“E acima de tudo... que eu jamais me esqueça que Deus me ama infinitamente,
que um pequeno grão de alegria e esperança dentro de cada um
é capaz de mudar e transformar qualquer coisa, pois”,

*a vida é construída nos sonhos
e concretizada no amor!”(Chico Xavier)*

Aos **meus Pais**, *Manuel e Diva*

pelo amor incondicional, apoio constante, serenidade,
compreensão, amizade e torcida ao longo de toda a minha
vida. *Vocês são um grande e precioso presente de Deus.*

E que Deus os abençoe hoje e sempre!!!

A **todos Familiares**,

pela eterna amizade, carinho, confiança, bons momentos em
família e constante presença.

Aos meus **Colegas** de pós-graduação:

Adriana, Anelise, Ronise, Carmen, Julieta, Guilherme, Lorena
e Karina pela amizade e companheirismo neste caminho.

Aos **Professores do Curso de Pós-Graduação da FOU SP**

que muito contribuíram para meu aprimoramento científico.

Aos todos os meus **Amigos**

que de alguma maneira me ajudam a enfrentar as
adversidades da vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Luiz Lage-Marques

pela *orientação* atenciosa, ensinamentos, confiança e respeito durante a realização deste trabalho.

À Prof^a. Dra. Denise Maria Zezell

pela colaboração, atenção, sugestões e por abrir as portas do Laboratório de Biofotônica (IPEN) transmitindo com dedicação seus conhecimentos.

À Adriana Ribeiro

pelo apoio e ajuda no processo de avaliação da temperatura.

Aos Professores Celso L. Caldeira, Claudia Perez Trindade, Mônica Lotufo, e Sheila Gown Soares

pelas sugestões e correção do texto.

Ao LELO–FOUSP

pelo suporte técnico durante a fase experimental.

Aos técnicos e às secretárias

pelo auxílio e incentivo constantes.

*“Da minha aldeia vejo quanto da terra se pode ver do Universo...
Por isso a minha aldeia é tão grande como outra terra qualquer,
Porque eu sou do tamanho do que vejo
E não do tamanho da minha altura...”*
Fernando Pessoa

FOLHA DE APROVAÇÃO

Amorim CVG. Estudo da remoção do material obturador utilizando o laser de diodo de 810 nm [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

São Paulo, __/__/200__

Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

4) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

5) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Amorim CVG. Estudo da remoção do material obturador utilizando o laser de diodo de 810 nm [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

RESUMO

A terapia laser é um excelente procedimento clínico coadjuvante no tratamento endodôntico pela sua capacidade de promoção e melhoria da limpeza e da desinfecção do sistema endodôntico, porém existem poucos estudos sobre a possível utilização desta nova tecnologia nas situações clínicas de desobturação. O objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* o uso do laser de diodo (810nm, no modo contínuo) na desobturação da guta percha e do cimento AH Plus, utilizando ou não solvente químico (eucaliptol). Canais radiculares obturados tiveram o seu material obturador irradiado pelo laser de diodo de 810 nm (ZAP SOFTLASE, ZAP LASERS). A temperatura externa radicular durante a irradiação foi verificada no terço apical de 12 amostras utilizando o sistema de medida de temperatura. Observou-se um aumento de temperatura que variou de 2,47 a 9,35 °C. Raízes foram divididas aleatoriamente em 4 grupos com 10 espécimes, variando o parâmetro de irradiação laser e a utilização do eucaliptol. Os grupos foram: Grupo I = irradiação (1,0 W) sem a utilização de solvente, Grupo II = irradiação (1,5 W) sem o uso de solvente, Grupo III = irradiação (1,0 W) + solvente, Grupo IV = (1,5 W) + solvente. As amostras foram radiografadas no sentido V-L e M-D, antes e após o retratamento, digitalizadas, e as áreas remanescentes de guta percha foram calculadas com o auxílio de programas de computador: Adobe *Photoshop* e *ImageLab*. Os resultados dos espécimes dos grupos: G1xG3; G1xG4; G2xG4 apresentaram diferença estatística. O modelo experimental selecionado permitiu verificar que a propagação da temperatura durante o procedimento não excedeu 10°C e que a presença do solvente possibilitou

a remoção de maior quantidade de material obturador auxiliando o processo de desobturação quando do emprego da irradiação com laser de diodo.

Palavras-Chaves: Endodontia, Retratamento, Laser, Diodo, Desobturação

Amorim CVG. Study of removal of root canal filling materials using an 810nm diode laser [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

ABSTRACT

The laser therapy is an excellent adjunct clinical procedure in endodontic treatment in order to improve the cleaning and disinfection of the root canal system; however few studies in the literature investigated the possible use of this new technology in the clinical situations of retreatment. The objective of this study was to evaluate *in vitro* the use of the diode laser (810nm, continuous mode) in the removal of gutta-percha and AH Plus sealer from the root canal, with or without the use of a chemical solvent (eucalyptol). Root canal filling materials were irradiated by 810 nm diode laser (ZAP SOFTLASE, ZAP LASERS). The temperature changes at the outer root surface were verified in the apical third of 12 samples during the irradiation. Temperature increase from 2.47 to 9.35 °C was observed. The specimens were randomly divided in 4 groups of 10 roots each, varying the parameter of laser irradiation and the use of eucalyptol. The groups were assigned as follow: Group I = irradiation (1.0 W) without the solvent use, Group II = irradiation (1.5 W) without the solvent use, Group III = irradiation (1.0 W) + solvent, Group IV = (1.5 W) + solvent. Mesio-distal and bucco-lingual radiographs were taken before and after retreatment and the area of remaining gutta-percha in the root canals was determined with the aid of: Adobe Photoshop and ImageLab softwares. The groups: G1xG3; G1xG4; G2xG4 presented statistical differences. Based on the methodology used, it was verified that the temperature did not exceed 10°C and that the presence of the solvent made it possible to remove large amounts of root canal filling material, aiding the desobturation process when used in association to the diode laser.

Keywords: Endodontic, Retreatment, Laser, Diode, Desobturation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	p.
Figura 4.1 – Equipamento ZAP SOFTLASE – Laser de Diodo	57
Figura 4.2 – Power/energy meter e detector acoplado a atenuador (Fildmaster – Coherent, USA)	58
Figura 4.3 – Sistema de medida de temperatura	61
Figura 4.4 – Raiz com um pequeno reservatório de resina composta fotopolimerizável na porção cervical e o posicionador de silicone em posição proximal	63
Figura 4.5 – Tomada radiográfica padronizada	64
Figura 4.6 - Esquema da metodologia utilizada para medir a temperatura radicular externa no momento da irradiação do material obturador	66
Figura 4.7 - Esquema da metodologia utilizada para mensuração da área do remanescente do material obturador	67
Figura 5.1 - Gráfico do comportamento térmico (variação de temperatura – °C) frente à irradiação do material obturador por 10s com intervalo de 10 s	69
Figura 5.2 - Gráfico da temperatura alcançada após as 3 irradiações sobre o material obturador por 10s com laser de diodo e intervalo de 10 s	73
Figura 5.3 - Gráfico das médias aritméticas da variação de temperatura durante as 3 irradiações por 10s com laser de diodo e intervalo de 10 s	73
Figura 5.4 - Gráficos das variações de temperatura nas superfícies radiculares externas das amostras irradiadas (acima referidas) com o laser de diodo por 10s e com 10s de intervalo	74
Figura 5.5 - Gráficos das variações de temperatura nas superfícies radiculares externas das amostras irradiadas (acima referidas) com o laser de diodo por 10s e com 10s de intervalo	75

Figura 5.6 - Gráfico das médias aritméticas em cada grupo (%) de material obturador remanescente após a desobturação experimental de cada amostra 82

Figura 5.7 - Radiografia após desobturação experimental 82

LISTA DE TABELAS

	p.
Tabela 4.1 - Especificações do equipamento ZAP SOFTLASE – Laser de diodo (Zap lasers-USA)	57
Tabela 5.1 – Análise da variação de temperatura obtida durante a irradiação do material obturador contido no canal radicular experimental (com intervalo de irradiação de 10s) e a média aritmética da variação de temperatura obtida em cada amostra	70
Tabela 5.2 – Análise da espessura radicular externa a 2 mm apicais (VL e MD) e a espessura dentinária da superfície externa radicular até o material obturador (superfície interna do canal) a 2 mm apicais	71
Tabela 5.3 - Média aritmética da variação de temperatura durante a irradiação com laser de diodo no material obturador contido no canal radicular experimental (com intervalo de irradiação de 10s) e a espessura de dentina (do termopar até material obturador) a 2mm apicais (mm)	72
Tabela 5.4 - Medida da área total e da área do remanescente de material obturador das amostras do Grupo I (sem solvente e 1W)	77
Tabela 5.5 - Medida da área total e da área do remanescente de material obturador das amostras do Grupo II (sem solvente e 1,5W)	78
Tabela 5.6 - Medida da área total e da área do remanescente de material obturador das amostras do Grupo III (com solvente e 1W)	79
Tabela 5.7 - Medida da área total e da área do remanescente de material obturador das amostras do Grupo IV (com solvente e 1,5W)	80
Tabela 5.8 - Média aritmética (%) de material obturador remanescente após a desobturação experimental de cada amostra	81
Tabela 5.9 – Teste de aderência à curva normal – distribuição amostral não normal	83

Tabela 5.10 – Resultado estatístico pelo teste Kruskal-Wallis (GI – sem solvente e 1W; GII – sem solvente e 1,5W; GIII - com solvente e 1W; GIV – com solvente e 1,5 W)

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em pesquisa	110
ANEXO B – Potência indicada durante a aferição do equipamento Zap com auxílio do <i>power/energy meter</i> antes da mensuração da temperatura externa radicular	111
ANEXO C – Potência indicada durante a aferição do equipamento Zap com auxílio do <i>power/energy meter</i> antes dos procedimentos de desobturação para cada amostra no seu referido grupo experimental	113

LISTA DE ABREVIATURA

CFU: colony forming units; unidades formadoras de colônias

CRT: comprimento real de trabalho

EDTA: ácido etileno-diamino-tetra-acético

EDTA-T: ácido etileno-diamino-tetra-acético veiculado em tergentol (detergente)

E: eucaliptol

FOUSP: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

G-G: Gates-Glidden

IPEN: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

H: Hedström

I: irradiação

IRM: Intermediated Restorative Material

K: Kerr

Laser: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation: amplificação da luz
por emissão estimulada de radiação

pps: pulso por segundo

MEV: microscopia eletrônica de varredura

nS: não significante

r.p.m.: rotações por minuto

S: significante

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

®: marca registrada

°C : graus Celsius ou graus centígrados

#: número

%: porcentagem

cm: centímetro

Δt : variação de temperatura

+: mais

CO₂ - dióxido de carbono

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

GaAlAs – gallium aluminum arsenide – arseneto de gálio e alumínio

H₂O₂ - peróxido de hidrogênio (água oxigenada)

He-Ne – hélio e neônio

Ho:YAG – holmio:YAG (holmio:ítrio-alumínio-granada)

Hz: Hertz

J: Joule

J/cm²: joule/centímetro quadrado

kVp: quilovoltagem

min: minuto

mJ: miliJoule

ml: mL: mililitro

mm: milímetro

ms: milissegundo

mW: miliwatt

NaOCl:hipoclorito de sódio

Nd:YAG – neodímio:YAG – neodímio:ítrio-alumínio-granada

Ni-Ti – níquel e titânio

nm: nanômetro

YAG: Yttrium Aluminum Garnet – granada de ítrio e alumínio

s: segundo

µm:micrômetro

µs: microssegundo

W: watt

prefixo	símbolo	valor
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
quilo	k	10^3
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
micro	µ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
angstron	Å	10^{-10}
pico	p	10^{-12}

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	22
3 PROPOSIÇÃO.....	51
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	53
5 RESULTADOS.....	68
6 DISCUSSÃO	83
7 CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS	100
ANEXOS	109

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento do laser e o maior conhecimento desta tecnologia, as suas indicações e as possibilidades de aplicações clínicas têm sido demonstradas em muitos estudos avaliando o efeito da irradiação dos diferentes comprimentos de onda nos tecidos moles e duros da cavidade oral.

Os benefícios do uso do laser durante a terapia endodôntica são relatados em experimentos abordando os efeitos antimicrobianos, alteração na permeabilidade dentinária radicular, a remoção de debris e magma dentinário - *smear layer*, diminuição na sintomatologia pós-operatória, assim como uma reparação óssea de lesões periapicais em menor período de tempo.

O laser de Nd:YAG foi o primeiro equipamento desenvolvido para uso exclusivo na Odontologia e é empregado, na maioria das vezes, em centros especializados e em alguns consultórios particulares devido a seu alto custo de aquisição.

Entretanto, o laser de diodo, formado por circuitos semicondutores, é um equipamento portátil, de grande simplicidade de uso, com um custo bem inferior em relação aos outros, possibilitando o emprego desta nova tecnologia na clínica diária de muitos profissionais da odontologia.

Por serem pouco absorvidos por tecidos duros, os lasers de diodo, desde que utilizados com parâmetros seguros, são indicados em cirurgias orais de tecidos moles próximos ao esmalte, dentina ou cimento sem existir danos aos tecidos dentais. Na terapia endodôntica estes podem ser utilizado promovendo a redução da

microbiota não apenas na parede do canal como também em profundidade dentinária, podendo alcançar regiões de difícil acesso no sistema endodôntico.

Frente ao fracasso da terapia endodôntica é indicado a criteriosa análise da situação clínica para ser selecionado o novo tratamento mais adequado. A re-intervenção nos canais é a conduta clínica de escolha antecedendo a cirurgia periapical, em virtude do conhecimento atual das causas deste insucesso.

O retratamento consiste na desobturação, preparo e obturação dos canais tentando eliminar as causas do insucesso da terapia anterior. Os procedimentos clínicos empregados para a remoção do material obturador devem ser coerentes às condições clínicas e profissionais para que não se acrescentem falhas ou novos obstáculos.

A remoção da guta percha e cimentos endodônticos pode ser realizada por meios mecânicos, térmicos ou químicos. Durante a desobturação do sistema endodôntico existe a possibilidade de acidentes como perfurações radiculares, fratura de instrumentos e superaquecimento.

Assim, solventes químicos são utilizados para agir sobre a guta percha, facilitando o tratamento. O óleo de eucaliptol é amplamente utilizado na odontologia para essa finalidade e sabe-se que se este for aquecido apresentará sua efetividade aumentada.

Apesar da literatura relacionando o laser e a prática da Odontologia, poucos são os estudos que visam a sua utilização durante o procedimento de desobturação do sistema endodôntico.

A utilização do laser intracanal deve ser cautelosa e biologicamente aceitável, pois a excessiva elevação da temperatura radicular externa pode gerar efeitos deletérios como o desencadeamento da reabsorção radicular externa,

necrose das fibras periodontais e anquilose. Em virtude dos danos térmicos, a temperatura na superfície radicular deve ser pesquisada antes de qualquer procedimento clínico na terapia endodôntica.

Portanto, julga-se importante avaliar a remoção da guta percha, durante o procedimento de desobturação, utilizando o laser de diodo (810nm) em alta intensidade, com e sem o auxílio de solvente químico; associado ao monitoramento da temperatura da superfície radicular externa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Retratoamento

As agressões de natureza microbiana constituem a maior parte dos fatores relacionados à etiopatogenia das alterações pulpares e periapicais, suplantando com larga margem aquelas classificadas sob condições químicas ou físicas. Portanto, ignorar os aspectos microbiológicos é contribuir ao insucesso da terapia endodôntica, aumentando-se o índice de retratamentos que poderiam ser evitados com o efetivo controle de infecção.

Assim, atualmente a terapia endodôntica tem por objetivo obter um processo reparacional, sendo que, a maior eliminação de microrganismos do sistema de canais radiculares propicia uma condição favorável para o reparo tecidual periapical, levando ao profissional se qualificar e buscar novas alternativas que facilitem a manobra de desobturação radicular.

2.1.1 Papel dos microrganismos e a necessidade do retratamento endodôntico

Kakehashi, Stanley e Fitzgerald (1965), com o objetivo de determinar a importância de bactérias no desenvolvimento de patologias pulpares e periapicais, expuseram polpas dentais de ratos convencionais e “germ-free” ao meio bucal. Nos

animais convencionais foram observadas inflamação severa ou necrose pulpar, associadas a lesões periapicais; nos animais “germ-free” isto não foi observado e houve, inclusive, o reparo do tecido pulpar por deposição de dentina neoformada.

Sundqvist (1976) investigou, utilizando técnicas de isolamento e cultivo para bactérias anaeróbias estritas, as condições bacteriológicas de 32 dentes humanos traumatizados com coroas intactas e polpas mortificadas. Observou que a incidência de bactérias anaeróbias estritas foi cerca de 90%. As bactérias mais freqüentemente isoladas foram *Bacteroides melaninogenicus* (atualmente bactérias dos gêneros *Prevotella* e *Porphyromonas*), *Fusobacterium* sp., *Eubacterium* sp. e *Peptostreptococcus* sp.;

Posteriormente, Griffie et al. (1980) relataram que as manifestações clínicas como dor, fístula, edema, odor fétido e sensibilidade apical foram estatisticamente maiores nos casos em que *Bacteroides melaninogenicus* (atualmente bactérias dos gêneros *Prevotella* e *Porphyromonas*) estava presente.

Os fatores, que comprometem a terapia endodôntica, foram estudados por Sjögren et al. (1990), por meio de avaliação clínica e radiográfica em 356 tratamentos endodônticos, no período de 8 a 10 anos. Os índices de sucesso do tratamento de dentes sem alteração periapical, portadores de lesões periapicais e com lesões persistentes foram 96, 86 e 62% respectivamente. Concluíram que a presença bacteriana no canal radicular deve ser a principal causa de insucesso endodôntico.

Tronstad, Barnett e Cervone (1990) examinaram as superfícies dos ápices radiculares removidos durante cirurgia parendodôntica e observaram principalmente bactérias anaeróbias e que estas estavam envoltas por material extracelular semelhante ao polissacarídeo. Ressaltaram a possibilidade deste material servir

como substrato, mantendo a sobrevivência e o crescimento de microrganismos fora do canal radicular.

A presença de bactérias e de fungos no material obturador foi investigada por Nair et al. (1990), com auxílio de microscopia óptica e eletrônica. Foram analisadas 9 amostras oriundas de biópsias da região apical de dentes com tratamento endodôntico e lesão periapical persistente. Verificaram a presença bacteriana (uma ou mais espécies) e de leveduras em 4 e 2 amostras respectivamente. Os resultados sugeriram que os microrganismos podem persistir em dentes tratados endodonticamente, exercendo significativo papel no insucesso do tratamento.

Sundqvist (1992) relatou que os nutrientes necessários ao desenvolvimento intracanal de vários microrganismos estão no fluido tecidual e podem existir quando ocorre desintegração do tecido conjuntivo. O metabolismo de uma espécie bacteriana pode fornecer nutrientes para outras espécies, favorecendo o desenvolvimento de populações bacterianas mistas dependentes. A bacteriocina é outro fator que contribui nas inter-relações microbianas, por ser uma proteína produzida por microrganismos, que tem capacidade de inibir o desenvolvimento de outras espécies. Assim, determinados grupos bacterianos, como *Enterococcus faecalis*, passam a predominar. Este grupo se apresenta em pequena porcentagem na microbiota original, mas multiplica-se quando mudanças ecológicas ocorrem no canal radicular, dificultando o tratamento endodôntico.

Kiryu, Hoshiro e Iwaku (1994) estudaram a invasão bacteriana no cimento de 19 ápices radiculares de dentes tratados endodonticamente portadores de lesões periapicais crônicas. Foram isoladas 8 espécies bacterianas no cimento apical, sendo 7 anaeróbias estritas e uma facultativa. Concluíram que a bactéria apresenta

capacidade de invadir o cimento, podendo exercer papel significativo na manutenção da patologia periapical.

Sundqvist (1994) realizou revisão da literatura sobre a taxonomia, ecologia e patogenicidade da microbiota endodôntica. Afirmou que o sistema de canais radiculares contém um grupo restrito de bactérias quando comparado a microbiota oral, pois existem condições seletivas no interior dos canais para o desenvolvimento bacteriano. Há também fortes associações entre certas espécies, como resultado das relações ecológicas e disponibilidades nutricionais. A microbiota é predominantemente anaeróbia e as bactérias anaeróbias estritas estão regularmente presentes nas infecções. As anaeróbias facultativas, como *Streptococcus* sp., podem constituir parte significativa da microbiota, principalmente na porção cervical de canais expostos por cárie e outras, como *Pseudomonas aeruginosa*, podem ser introduzidas durante o tratamento.

A relação entre os procedimentos clínicos endodônticos e os achados bacteriológicos foi investigada por Siren et al. (1997). Observaram que *Enterococcus faecalis* prevaleceu no grupo das bactérias entéricas, como monoinfecção em 33% dos casos. A presença das bactérias entéricas foi relacionada direta e significativamente com o número de sessões de tratamento, com canais não selados e situações de retratamentos.

Waltimo et al. (1997) estudaram a incidência de fungos em 967 amostras microbiológicas de canais radiculares portadores de lesões periapicais persistentes. Culturas positivas foram encontradas em 692 amostras (72%), e dentre estas, 47 (7%) apresentaram 48 espécies de fungos. Observaram 6 casos de cultura pura (13%) e 41 casos de culturas mistas com bactérias (87%). Dos 48 isolados, 20 foram identificados quanto a espécie, sendo 19 pertencentes ao gênero *Candida*. A

espécie mais freqüentemente isolada (80%) foi *Candida albicans*. Devido ao isolamento regular das leveduras, concluíram que essas podem desempenhar papel importante nos casos de lesões periapicais persistentes após o tratamento endodôntico convencional.

Molander et al. (1998) analisaram a condição microbiológica de 100 dentes com lesão periapical tratados há mais de 4 anos. Verificaram a presença de microrganismos em 68% dos casos, tendo o predomínio das bactérias anaeróbias facultativas. *Enterococcus* foi o gênero mais freqüentemente isolado. Concluíram que a microbiota dos canais radiculares de dentes já portadores de tratamento endodôntico difere quantitativa e qualitativamente daqueles apenas sujeitos à mortificação pulpar.

Com o objetivo de analisar os insucessos endodônticos, Sundqvist et al. (1998) investigaram 54 dentes assintomáticos com lesões periapicais e tratados no mínimo há 2 anos. Os índices de sucesso foram de 80% e 33% para os canais obturados com cultura negativa e positiva respectivamente. Dos 4 casos de insucesso, 3 apresentaram *Enterococcus faecalis* e um caso com *Actinomyces israeli*. Citaram que *Enterococcus faecalis* apresenta alta resistência a medicamentos utilizados durante o tratamento endodôntico, e que é um dos poucos microrganismos resistentes *in vitro* ao efeito antibacteriano do hidróxido de cálcio.

Gomes et al. (2000) investigaram a microbiota de canais indicados para retratamento pela persistência da rarefação óssea periapical. Concluíram que esta microbiota é caracterizada principalmente por bactérias anaeróbias facultativas Gram-positivas.

2.1.2 Técnicas e o uso de solventes

O retratamento de canais radiculares é conduta clínica importante que busca o sucesso da terapia endodôntica não alcançada anteriormente, necessitando com isso nova intervenção endodôntica.

A desobturação depende fundamentalmente da qualidade do material que está preenchendo o canal radicular (PAIVA; ANTONIAZZI, 1991).

Algumas vezes o profissional encontra dificuldades na remoção do material obturador do interior dos sistemas de canais, principalmente quando estes se apresentam obturado por longo tempo e o material estiver bem condensado (LADLEY et al., 1991) mesmo tendo conhecimento que existam poros e vacúolos em cimentos endodônticos (MUTAL; GANI, 2005).

Durante a desobturação utiliza-se instrumentos endodônticos com ou sem auxílio de solventes. Logo, impõe-se a necessidade de estudos científicos que empreguem novas tecnologias e facilitem o procedimento de desobturação. Neste estudo, empregou-se o laser auxiliando este momento clínico da prática endodôntica.

Wourms et al. (1990), estudaram vários solventes de guta percha e o poder destes em dissolver o material obturador utilizando duas temperaturas. Concluíram que a 22°C três solventes dissolveram as amostras de guta percha, enquanto que a 37°C nove solventes tiveram esta capacidade comprovada.

Neste mesmo ano, Friedman, Stabholz e Tamse relataram técnicas de retratamento sugeridas pela literatura e discutiram vantagens e desvantagens.

Alertaram que a remoção do material obturador não deveria resultar em mudança na morfologia do canal, mantendo assim os objetivos da terapia endodôntica.

Friedman, Moshonov e Trope (1993) avaliaram a eficácia da desobturação com ultra-som em canais obturados com cimento Ketac-Endo® e verificaram que esta técnica de retratamento pode ser efetivamente executada em canais obturados com cones únicos e Ketac-Endo. Observaram maior quantidade de debris no terço apical de canais obturados com condensação lateral, quando comparado com a técnica de cone único após o procedimento de desobturação ultra-sônica.

Hulsmann e Stotz (1997) avaliaram a eficácia, capacidade de limpeza e segurança de cinco equipamentos e técnicas para a remoção de guta percha utilizada como material obturador juntamente com o cimento endodôntico AH 26. Os grupos foram divididos da seguinte maneira: 1-brocas Gates-Glidden e limas Hedström, 2-limas Hedström, 3- limas Hedström com o auxílio de clorofórmio, 4-equipamento Endotec e limas Hedström, 5- brocas XGP e limas Hedström. Os dados seguintes foram registrados: tempo levado para alcançar o comprimento real de trabalho, tempo gasto para a remoção da guta percha e quantidade de material que sofreu extrusão apical. A técnica mais rápida para alcançar o comprimento real de trabalho foi com a broca XGP seguida pela broca Gates-Glidden, lima Hedström e clorofórmio e por último o equipamento Endotec. O uso de limas Hedström sem qualquer auxílio provou ser uma técnica demorada. O tempo para a remoção completa da guta percha foi mais curto com a broca XGP seguida pela broca Gates-Glidden, equipamento Endotec e por último lima Hedström e clorofórmio. As brocas XGP e Gates-Glidden trabalharam significativamente mais rápido que as outras técnicas. A quantidade de material que sofreu extrusão apical não excedeu 0,1mg, não apresentando diferença estatística entre os grupos. A limpeza do canal foi

melhor com o uso isolado de limas Hedström e pela broca Gates-Glidden, e na sequência a técnica com limas Hedström e clorofórmio, XGP e equipamento Endodotec. Quando foi utilizada a broca XGP, ocorreram duas fraturas na parte apical da raiz e quando se utilizou a broca Gates-Glidden ocorreram duas fraturas, mas os fragmentos foram facilmente removidos.

Hansen (1998) estudou a eficiência relativa dos solventes utilizados na clínica endodôntica para dissolver guta percha e alguns cimentos (Proco-Sol, AH 26 e Sealapex). Os solventes testados foram: eucaliptol, óleo de eucalipto, óleo de laranja, clorofórmio e xileno. Não houve diferença significativa na capacidade de dissolver a guta percha e o cimento Proco-sol (a base de óxido de zinco e eugenol) frente aos diferentes solventes testados. O cimento AH 26 só foi dissolvido em clorofórmio e levou um tempo considerável, isto é maior que 30 minutos. Todos os solventes para Proco-sol e guta percha foram clinicamente aceitáveis, quando avaliado o tempo para a dissolver estes materiais.

Bramante e Betti (2000) pesquisaram a eficácia dos instrumentos rotatórios Quantec na remoção de guta percha em canais obturados e retos. Uma velocidade diferente foi usada em cada grupo (G): G1= 350 r.p.m.; G2=700 r.p.m.; e G3=1500 r.p.m. A quantidade de material que sofreu extrusão apical não apresentou diferença significativa entre os grupos. Observaram que no grupo 1 fraturaram seis instrumentos; no grupo 2 fraturaram quatro instrumentos; e no grupo 3, um instrumento. Concluíram que a limpeza e o resíduo de material foram equivalentes para cada grupo, mas quando utilizaram a velocidade de 1500 r.p.m. o tempo de trabalho foi menor e menos instrumentos fraturaram.

Imura et al. (2000) compararam a eficácia de 4 técnicas de desobturação (2 instrumentos rotatórios: Quantec e ProFile e 2 manuais: limas tipo K e limas

Hedström) durante o retratamento endodôntico, quantificaram o material remanescente, verificaram o material extruído pelo ápice e mensuraram o tempo gasto. Nenhum debri foi verificado no terço médio e cervical independente do grupo experimental. Espécimes com e sem remanescente de material obturador foram encontrados em todos os grupos e assim não ocorreu diferença estatística entre os grupos, apesar do grupo Hedstron apresentar maior número de amostras com remanescente de guta percha e cimento endodôntico. Não ocorreu diferença significativa entre os grupos quando se verificou o peso do material que sofreu extrusão apical. Ocorreu diferença significativa quando se avaliou o tempo de tratamento: o grupo que utilizou a lima Hedström gastou menos tempo quando comparado com o grupo Quantec, mas nenhuma diferença significativa foi achada entre os outros grupos. Seis instrumentos fraturaram no grupo de Quantec, quatro no grupo de ProFile, dois no grupo Hedström e dois no grupo da lima tipo K. Concluíram que todas as técnicas utilizadas podem deixar material obturador dentro do canal e que durante o retratamento há risco de fratura de instrumentos especialmente os rotatórios.

Sae-Lim et al. (2000) investigaram a efetividade do retratamento de dentes obturados com guta percha e com o cimento endodôntico Roth, utilizando o instrumento rotatório ProFile .04. As amostras foram distribuídas em três grupos de 10 espécimes cada: 1- ProFile, 2- ProFile e clorofórmio e 3- limas manuais e clorofórmio. Os grupos 1 e 2 apresentaram menor quantidade de remanescente quando comparado ao grupo 3. Assim, concluíram que a técnica de retratamento, utilizando instrumentos ProFile com ou sem solvente, parece ser um método alternativo e viável de tratamento.

Whitworth e Boursin (2000) estudaram a dissolução de cimentos endodônticos em solventes voláteis. Os cimentos utilizados foram: Ketac Endo, Tubli-Seal EWT, Apexit, AH Plus e os solventes foram: clorofórmio e halotano. Verificaram que AH Plus foi significativamente mais solúvel que todos os outros materiais em clorofórmio e halotano.

Betti e Bramante (2001) compararam a desobturação com instrumentos rotatórios Quantec e limas manuais com auxílio de solventes. O tempo de remoção foi significativamente menor quando se utilizou o sistema Quantec. A quantidade de material que sofreu extrusão apical não foi significativamente diferente entre os grupos. A avaliação direta das paredes do canal revelou que a limpeza foi melhor no terço cervical e no canal como um todo, quando a lima manual e o solvente foram utilizados. Na análise radiográfica e na visão mesio-distal observaram que, com as limas manuais, a desobturação foi significativamente melhor executada. Concluíram que, embora os instrumentos Quantec levem menos tempo para realizar o procedimento, os instrumentos manuais aliados ao solvente limpam mais efetivamente os canais.

Ferreira, Rhodes e Pitt Ford (2001) investigaram a eficácia *in vitro* de remoção da guta percha na desobturação utilizando instrumentos rotatórios ProFile. Os grupos foram os seguintes: lima manual K-Flexofile; lima manual Hedström ambas com clorofórmio; ProFile *taper* 0,04 com clorofórmio; ProFile *taper* 0,04. Observaram que os remanescentes de material obturador que permaneceram no interior dos canais, quando utilizaram limas K-Flexofile com clorofórmio e ProFile com clorofórmio, foram os mais baixos e não apresentaram diferença significativa nos terços radiculares. As amostras que foram tratadas com as limas Hedström com clorofórmio e ProFile com clorofórmio não tiveram diferença estatística na

porção apical. Em geral, o terço cervical apresentou melhor limpeza que o terço apical. A instrumentação com ProFile com auxílio do clorofórmio foi significativamente mais rápida que a instrumentação usando a lima manual. Concluíram que a utilização do ProFile e das limas manuais com clorofórmio produziu canais limpos de maneira semelhante, mas a desobturação com ProFile foi mais rápida.

Lage-Marques e Antoniazzi (2002) descreveram a técnica para re-intervenção no canal radicular indicada para o curso de graduação. Relataram que o material obturador, se tratando de cones de guta percha e cimento à base de óxido de zinco e eugenol, deve ser removido com solvente orgânico e creme Endo PTC e, com auxílio de uma lima tipo K preparada, realizar movimentos parciais de rotação. Porém, alertaram que, quando for notada a presença de cones soltos dentro do canal, deve-se utilizar o instrumento tipo H e creme de Endo-PTC, tracionando-se o material obturador para remoção. Salientaram que este instrumento Hedström tem função apenas de sacador do material existente no interior do canal radicular.

Hulsmann e Bluhm (2004) estudaram a eficácia, a capacidade de limpeza e segurança de diferentes instrumentos rotatórios de NiTi em retratamento de canais radiculares. A técnica que alcançou o comprimento de real de trabalho mais rapidamente foi ProTaper e eucaliptol (E), seguido por FlexMaster + E, ProTaper, FlexMaster, limas Hedström + E, instrumentos rotatórios GT + E, limas Hedström, e instrumentos rotatórios GT. Nenhuma diferença significativa foi encontrada quando se comparou o grupo com ou sem solvente. ProTaper e FlexMaster trabalharam significativamente mais rápido que limas Hedström e GT. O tempo para a remoção completa de guta percha foi mais curto com ProTaper + E, seguido por FlexMaster + E, ProTaper, FlexMaster, GT + E, Hedström + E, Hedström, e GT. ProTaper e

FlexMaster trabalharam significativamente mais rápido que as outras técnicas novamente. Não ocorreu extrusão de material obturador pelo ápice. A limpeza do canal foi melhor quando se utilizou FlexMaster + E, e Hedström + E, seguido por ProTaper + E, e GT + E. Nas condições experimentais da pesquisa, os autores concluíram que FlexMaster e ProTaper provaram ser eficientes na remoção da guta percha ressaltando a relação tempo-benefício. O uso do eucaliptol como solvente diminuiu o tempo para alcançar o CRT e remover a guta percha, mas isto não foi significativo.

Masiero e Barletta (2005) avaliaram a eficácia de diferentes técnicas para a remoção da guta percha durante o retratamento. Os grupos testados foram limas tipo K; K3 Endo System; M4 system com limas tipo K; Endo-gripper system com limas tipo K. Verificaram que não ocorreu diferença significativa entre os métodos de remoção. Porém, quando cada terço foi separadamente analisado, diferenças significantes estavam presentes entre os grupos. O terço apical teve mais material remanescente, quando comparado com os terços cervical e médio. A comparação das técnicas revelou que os dentes instrumentados com K3 tiveram menor quantidade de material de remanescente no terço apical. Concluíram que, no terço de apical, K3 foi mais eficiente na remoção da guta percha que as outras técnicas e estas foram igualmente efetivas para os outros terços.

Moura-Netto et al. (2005) realizaram um estudo comparando duas técnicas de desobturação, a ultra-sônica e o laser de diodo de 815 nm (3W em modo contínuo) em relação ao tempo gasto para atingir o CRT (comprimento real de trabalho) e quantidade de material removido. Os canais foram obturados por três técnicas distintas: termo-compactação por Mc Spadden com guta percha convencional e com guta percha TP, e por condensação lateral. Concluíram que a

técnica ultra-sônica removeu maior quantidade de material obturador, independente do material. No entanto, com relação ao tempo, observaram que o laser alcançou o CRT significativamente mais rápido que a técnica utilizando o ultra-som.

Kosti et al. (2006) compararam a eficácia dos instrumentos ProFile de níquel-titânio (Ni-Ti) e das limas manuais Hedström (limas H) combinadas com brocas Gates-Glidden (GG) durante a desobturação da guta percha e de quatro tipos de cimentos: Roth 811, AH 26, Endion e Roeko seal. Os 48 dentes foram clivados longitudinalmente e a quantidade de guta percha e cimento que permaneceram nas paredes foi localizada e marcada visualmente com o auxílio do estereomicroscópio. Foram estudadas duas amostras de cada grupo em MEV para inspecionar as paredes do canal e o remanescente de material obturador. Os autores observaram remanescentes de cimento com ambas as técnicas, principalmente no terço médio e no terço de apical do canal. As amostras que utilizaram o sistema ProFile e as limas H tiveram quantidades semelhantes de material remanescente. O terço médio e apical das amostras obturadas com AH 26 tiveram maior quantidade estatisticamente significativa de remanescente nas paredes de canal, quando utilizadas ambas as técnicas de remoção. Concluíram que nenhum dos métodos usados para a remoção do material obturador foi totalmente efetivo, especialmente no terço de apical do canal radicular.

Schirrmeister et al. (2006) avaliaram a efetividade da instrumentação rotatória e manual para remoção de Epiphany e guta percha durante os retratamentos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de 15 espécimes cada. Os canais de dois grupos foram obturados com Epiphany condensada verticalmente. Os outros foram obturados com guta percha também condensada verticalmente com o cimento AH Plus. Um grupo de Epiphany e um

grupo de guta percha foram reinstrumentados com brocas Gates-Glidden e limas Hedström. Os outros dois grupos foram desobturados com broca Gates-Glidden e instrumentos rotatórios Race. Observaram que os espécimes com guta percha apresentaram maior quantidade de material de obturação. Nenhuma diferença estatística foi encontrada entre a remoção com lima Hedström e com instrumentos de RaCe. Relativo ao tempo médio de retratamento e tempo requerido para alcançar o CRT, as limas Hedström foram significativamente mais rápidas que instrumentos RaCe. Concluíram que as amostras que receberam Epiphany foram desobturadas de maneira mais efetiva que as amostras com guta percha e AH Plus.

2.2 Laser

LASER é o acrônimo para Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (amplificação da luz por emissão estimulada de radiação). A base da física de sua função é a interação entre os fótons e os elétrons da camada externa do átomo. Os equipamentos de laser apresentam três componentes: o meio ativo, o ressonador óptico e o mecanismo externo de bombeamento. O meio ativo determina o comprimento de onda da luz emitida, podendo ser sólido, líquido ou gasoso, o qual classificará o laser. O ressonador óptico contém o meio ativo e possui dois espelhos localizados em suas extremidades, sendo um parcialmente transmissor e outro refletor. O mecanismo de bombeamento baseia-se no princípio físico da absorção, o qual permite a inversão da população no meio ativo do laser. A fonte externa de energia excita os elétrons dos átomos do meio ativo, atingindo assim níveis mais altos de energia. Os átomos apresentam-se em estado transitório de energia, passam de maneira rápida para o estado de menor energia e emitem espontaneamente fótons de luz que oscilam entre os espelhos do ressonador óptico, com isso atingem outros átomos e geram outras emissões estimuladas. Os fótons de energia com o mesmo comprimento de onda e frequência passam pelo espelho transmissor e forma um feixe concentrado de luz laser (PICK; COLVARD, 1993; STABHOLZ et al., 2003; GUTKNECHT; EDUARDO, 2004)

Funcionando como fonte de luz de características únicas, o laser possui propriedades especiais que o tornam um excelente instrumento de uso científico e tecnológico com grande aplicabilidade. As principais características são:

- luz é monocromática já que a energia carregada pelo fóton estimulante e pelo fóton emitido são as mesmas, sendo composta por um só comprimento de onda. Esta é a característica mais marcante;
- a intensidade do feixe de luz laser pode ser extremamente grande, ao contrário das fontes de luz convencionais. Sua potência pode atingir ordens de terra watt (10^{12} W). Essas grandes intensidades ocorrem em lasers pulsados, onde a energia acumulada em longo tempo é emitida toda em um intervalo de tempo muito pequeno, da ordem de 10^{-12} s;
- coerência (espacial): o feixe laser está na mesma fase.
- o caráter direcional do feixe laser (colimação): Fótons emitidos inclinados com relação ao eixo central não contribuirão para o feixe de laser final. O feixe resultante, que é constituído de ondas caminhando na mesma direção, é bastante estreito; ou seja, todo feixe propaga-se na mesma direção, havendo um mínimo de distorção (BAGNATTO, 2001).

Os componentes dos sistemas biológicos (elementos celulares e fluidos teciduais) apresentam diferentes características de absorção óptica. Cromóforos são os componentes teciduais que exibem alto coeficiente de absorção por determinado comprimento de onda ou espectro de energia luminosa, o que permite que ocorram interações entre o laser e os vários elementos teciduais (MISERENDINO; PICK, 1995).

A interação do raio laser com os tecidos depende das propriedades ópticas dos tecidos e do comprimento de onda do laser. Quando o laser incide em tecido biológico, parte dela pode ser refletida, parte pode ser transmitida e parte da luz remanescente pode ser absorvida pelos componentes do tecido como água ou cromóforo absorvedor (hemoglobina, melanina); e pode também ser espalhada

dentro do tecido, possibilitando alterações em regiões distantes da área onde o feixe aparentemente se propaga. A absorção é responsável pelos efeitos da interação da luz com o tecido biológico, pois para que haja efeito sobre o tecido, a luz laser precisa ser absorvida por este (PICK; COLVARD, 1993; ZECELL, 1999).

Os tecidos biológicos possuem um padrão de absorção de energia específico, logo, as técnicas utilizando irradiação com luz são dependentes do tecido alvo (PICK; COLVARD, 1993). Os lasers com aplicação na Odontologia emitem luz visível ou invisível na faixa do infravermelho e não compreendem os invisíveis do ultravioleta. (EDUARDO; GOUW-SOARES; HAYPEK, 2002; MALDONADO; RIBEIRO; ZECEL, 2001).

Os efeitos causados pela absorção da irradiação laser sobre os tecidos podem ser térmicos ou não térmicos (fotoquímicos, elétricos, fotomecânicos, e outros).

O efeito fototérmico consiste na absorção do laser pelo tecido e na transformação da mesma em energia térmica, aquecendo o tecido. Pode ocorrer em camadas que não foram diretamente atingidas pela luz. Isto acontece principalmente com a densidade de potência baixa, assim o tecido apresenta tempo suficiente para transformar em calor a energia distribuída em volume de absorção relativamente grande. Se o calor não ultrapassar os limites gera somente o aquecimento. Ultrapassando certos valores poderá ocorrer:

- fototermólise: efeitos termodinâmicos que ocorre quando o aquecimento ocorre em espaço reduzido;
- foto-hipertermia: entre 37 a 44 °C ocorre lesão reversível dos tecidos normais; entre 45 a 60 °C ocorre edema, fusão de tecidos e desnaturação de enzimas;
- fotocoagulação: 60 a 100 °C ocorre coagulação das proteínas e necrose;

- o fotoevaporação: entre 100 a 300 °C ocorre rápido ressecamento dos tecidos e evaporação da água; acima de 300 °C ocorre a pirólise, carbonização e evaporação de partes do tecido (GUTKNECHT; EDUARDO, 2004).

Os lasers são denominados em função do meio ativo. Assim, o laser semiconductor ou laser de diodo é de grande interesse econômico e apresenta vantagens sobre os outros lasers tais como: dimensões reduzidas, estimulação direta pela corrente elétrica, alto grau de eficiência (GUTKNECHT; EDUARDO, 2004).

Os lasers, de modo geral, necessitam de gasto energético muito alto para transformarem sua fonte de alimentação geralmente elétrica. Alguns chegam a ter no máximo 3% de rendimento de energia transformada em energia óptica de laser, já o diodo pode atingir taxas de 40% de eficiência elétrica. Este laser consiste em pequeno cubo de material semiconductor de dimensões sub-milimétricas, que converte diretamente a corrente elétrica em energia luminosa (QUINTO Jr, 2001).

O emprego dos lasers em Odontologia inclui a realização de biópsias, remoção de lesões proliferativas de língua e de lesões brancas, alívio da sintomatologia em lesões herpéticas ou úlceras aftosas recorrentes, na hemostasia, selamento de vasos, exposição de implantes, remoção de tecido de granulação, frenectomia, aumento da coroa clínica, curetagem periodontal, gengivectomia e gengivectoplastia, diminuição da sensibilidade dentinária, cirurgias pré-protéticas, fotopolimerização de resinas compostas e no tratamento de coagulopatias (PICK, 1993).

Assim, desde o desenvolvimento do laser de rubi por Mainan em 1960 e a aplicação deste na Endodontia por Weichman (1971), apud Kimura, Wilder-Smith e Matsumoto (2000), muitas pesquisas relataram o emprego desta tecnologia na

clínica endodôntica: no diagnóstico das alterações pulpare, na hipersensibilidade dentinária, no capeamento pulpar e pulpotomia, na desinfecção do sistema endodôntico, na limpeza das paredes dentinárias, na obturação e na apicectomia e em obturações retrógradas. Observa-se com o emprego do laser a diminuição na sintomatologia pós-operatória e também menor período de tempo para que ocorra à reparação (GOUW-SOARES et al., 2004; GUTKNECHT et al., 1996; GUTKNECHT e EDUARDO, 2004; KIMURA, WILDER-SMITH e MATSUMOTO, 2000; LAGE-MARQUES, 1997; RALDI e LAGE-MARQUES, 2003).

Weichman e Jonhson (1971) empregaram o laser de CO₂ com o objetivo de selar ápices radiculares em dentes extraídos, irradiando-se externamente o forame apical. Não obtiveram sucesso, porém verificaram a presença de carbonização e derretimento do cimento e da dentina, formando uma superfície porcelanizada que é descolada com facilidade, indicando uma fusão insuficiente entre a mesma e a estrutura dental. Sugeriram o emprego de fibras ópticas aplicadas intracanal como também o uso de um fundente, como o pó de dentina.

Quanto ao emprego da luz laser em Endodontia, Matsumoto (1992) enumerou as vantagens, tais como: remoção e coagulação do tecido pulpar e de resíduos em terço apical do canal radicular, em dentes vitais; e vaporização de resíduos, substâncias orgânicas e dentina infectada em dentes sem vitalidade pulpar.

Segundo Lan (1999) o laser de CO₂, $\lambda=10,6\mu\text{m}$, não é apropriado para o uso na clínica endodôntica por proporcionar elevação de temperatura nos tecidos adjacentes e não ser transmitido por meio de fibras ópticas. Entretanto, já em trabalhos mais recentes a utilização deste laser em algumas situações foram descritas como, por exemplo, no trabalho Gouw-Soares et al. (2004) que utilizaram o

TEA CO₂ pulsado, $\lambda=9,6\mu\text{m}$, em estudo comparativo na permeabilidade radicular após apicectomia.

Assim, o uso de lasers em alta intensidade pode ser considerado como potencial ferramenta coadjuvante às terapias endodônticas (GOUW-SOARES et al., 2000; GOUW-SOARES et al., 2001; GOUW-SOARES et al., 2004; LAGE-MARQUES, 1997; LAGE-MARQUES, EDUARDO e MATSUMOTO, 1995).

Ao lado de todas as vantagens e possibilidades terapêuticas novas, o uso do laser também significa novos perigos para os quais o cirurgião-dentista deve estar muito atento antes de se iniciar nessa tecnologia, já que estes podem ser evitados simplesmente com a observação rigorosa das normas de segurança e dos parâmetros previstos para cada equipamento, em cada aplicação (MATEOS, 2005).

Com isto, torna-se pertinente à revisão de alguns artigos científicos que justifiquem a possibilidade e a utilização do laser, esta tecnologia, na prática da desobturação do sistema endodôntico. Os seguintes itens serão citados:

2.2.1 Irradiação laser intracanal e o aumento da temperatura radicular externa

Eriksson e Albrektsson (1983) avaliaram os limiares de temperatura que promovem injúria térmica ao tecido ósseo em coelhos. Verificaram que o tecido ósseo aquecido a 50 °C por 1 minuto e 47 °C por 5 minutos não apresentam função normal, pois é absorvido e substituído por tecido de gordura. O limiar para a manutenção da vitalidade do tecido ósseo é de 47°C por 1 minuto, isto é, 10°C acima da temperatura corpórea normal humana.

Hirata, Nakashima e Aono (1994) avaliaram os efeitos térmicos do laser pulsado de Nd:YAG em dentina humana em diferentes espessuras (0,5; 1; 1,5 e 2 mm) com diferentes potências (0,45 a 3,4 W), durante 2s com 10Hz de frequência e fibra de 0,4 mm de diâmetro. Verificaram o aumento de temperatura de 14 °C, na utilização de 3,4 W em 0,5 mm de dentina, porém quando a espessura foi superior a 1 mm, o aumento não ultrapassou 2 °C.

Azam et al. (1997) avaliaram as modificações térmicas e morfológicas na porção apical de dentes humanos tratados com laser de Nd:YAG, CO₂ e argônio. Verificaram, em microscopia eletrônica, que ocorreu vaporização de debris depositados, produzindo uma superfície vítrea.

Lan (1999) avaliou a elevação da temperatura na superfície radicular apical quando se aplicou Nd:YAG. O aumento de temperatura não excedeu o limiar de 10°C quando a energia esteve abaixo de 100 mJ/pulso e 20 pps, ou 60 mJ e 30 pps, em aplicações menores que 15 segundos.

Archilla (2001) verificou a alteração térmica proporcionada por diferentes técnicas de aplicação do laser de Nd:YAG intracanal, após preparo de canal de dentes unirradiculares. Concluiu que a técnica oscilatória proporcionou melhor distribuição de calor durante a aplicação do laser de Nd:YAG com 250 mJ, 5Hz, 354 J/cm² e 1,25 W.

Brandão (2001) avaliou a alteração da temperatura durante a irradiação com o laser Er:YAG em diferentes espessuras de dentina e em diferentes condições de energia e frequência. O laser foi emitido no comprimento de onda de 2,94 µm por meio de uma fibra óptica de safira com 0,375 mm de diâmetro. Concluiu que o tempo para se atingir uma elevação de temperatura de 5 °C na parede externa radicular varia de acordo com a frequência utilizada e a espessura de dentina radicular. Os

valores de 140 mJ e 10Hz podem ser usados em espessuras radiculares iguais ou menores de 1 mm.

Gutknecht et al. (2005) investigaram a alteração de temperatura na superfície radicular *in vitro*, quando utilizaram o laser de diodo de 810nm auxiliando o tratamento de canal. Concluíram que, 5 segundos de intervalo após 5 segundos de irradiação intracanal, impedem que a elevação de temperatura ultrapasse os limites de segurança. Isto é, o tempo total de irradiação de 20 s, é dividido em quatro vezes de 5 segundos de irradiação e três vezes de 5s de intervalo.

2.2.2 Irradiação laser intracanal e a desobturação

Farge, Nahas e Bonim (1998) utilizaram *in vitro* o laser de Nd:YAP durante a desobturação. Este foi empregado sozinho e em conjunto com instrumentos manuais. Com o parâmetro de 1s/10Hz/200mJ e duração de pulso de 150 ms, as paredes de dentina intracanal foram preservadas, permitindo o retratamento. Concluíram que, em combinação com os instrumentos manuais, a irradiação de Nd:YAP é uma efetiva conduta durante o retratamento endodôntico.

Viducic et al. (2003) examinaram *in vitro* a aplicação do laser de Nd:YAG (1064nm, duração de pulso de 125-160 ms, 20Hz, 1,5W e 320µm de diâmetro da fibra) na remoção de material obturador (guta percha e cimentos) com o auxílio ou não de solvente. No grupo 1, o solvente foi o eucaliptol; no grupo 2, o solvente foi dimetilformamida (DMF); e no grupo 3, nenhum solvente foi usado. A irradiação laser foi executada até que a temperatura na superfície de radicular externa se elevasse

em 4 °C, e nesse momento aguardava a temperatura voltar a original. Considerou-se o tratamento terminado quando a fibra óptica atingia o CRT. O número total de pulsos de laser para alcançar CRT e a temperatura mais alta registrada foram determinados para cada dente. Verificaram que o aumento de temperatura no grupo 1 foi de $9,17 \pm 0,56$ °C; no grupo 2- $9,56 \pm 0,28$ °C; e no grupo 3- $8,29 \pm 0,41$ °C. O tempo até alcançar o CRT foi menor no grupo 3 ($6,4 \pm 0,49$ min), depois no grupo 1 ($6,7 \pm 0,85$ min) e na sequência no grupo 2 ($7,05 \pm 0,79$ min). Não ocorreu nenhuma diferença estatística quando se observou a área de remanescente de material obturador e o número de pulsos. Concluíram que o uso do laser de Nd:YAG sem o auxílio de solvente foi capaz de amolecer o material obturador.

Majori et al. (2004) avaliaram pela MEV as paredes do canal radicular após a desobturação com laser de Nd:YAG. Concluíram que este método parece um efetivo procedimento para a remoção do material obturador, porém os parâmetros utilizados precisam ser criteriosamente escolhidos para evitar modificações na estrutura dentinária.

Anjo et al. (2004) examinaram a utilidade do laser de Nd:YAG pulsado na remoção de dois tipos de material de obturação endodôntica de canais radiculares *in vitro*. Descreveram que uma fibra feita de quartzo foi desenvolvida para transmitir o laser mais efetivamente e permitir sua concentração em área específica, aumentando a utilidade do potencial do laser de Nd:YAG em tratamentos endodônticos. O tempo de desobturação (cones de guta percha e Sealapex ou AH26) por meio da irradiação com o laser de Nd:YAG ou por método convencional (broca Gates Glidden e lima K) foi mensurado. Microradiografias foram utilizadas para avaliar a radiopacidade do conteúdo dos canais antes e depois da remoção de

material de obturação. Após a desobturação, as superfícies do canal foram também observadas por microscópio eletrônico. Observaram que nenhum dos métodos levou a remoção completa do material de obturação, porém o tempo requerido quando utilizado o laser foi significativamente menor quando comparado com o método convencional. Concluíram que a irradiação com o laser Nd:YAG foi procedimento efetivo na remoção do material de obturação, podendo oferecer vantagens quando comparada ao método convencional.

2.3.1 Laser de diodo de alta potência

2.3.1.1 irradiação com o laser de diodo e a atividade antimicrobiana

Moritz et al. (1997) verificaram *in vitro* a redução bacteriana de 44 canais inoculados com *Escherichia coli* e *Streptococcus faecalis*, utilizando no interior do canal o laser de diodo de 810nm. Nenhum crescimento bacteriano foi observado quando foi utilizada a potência de 4 W e 10 milisegundos com intervalos de 10 milisegundos entre as irradiações. Foram 5 aplicações de 5 segundos com movimentos circulares. Observaram um aumento de temperatura de no máximo 6°C na superfície bovina radicular.

Gutknecht et al. (2000) investigaram *in vitro* o efeito antibacteriano da irradiação com o laser de diodo (810 nm, 3W em modo contínuo) na profundidade da dentina radicular bovina. Utilizaram suspensão de *Enterococcus faecalis*. Verificaram

que ocorreu redução bacteriana de 74% mesmo em profundidade de 500 µm. Concluíram que a irradiação com laser de diodo consegue atingir camadas profundas de dentina radicular infectada.

Radaelli (2002) avaliou a redução de *Enterococcus faecalis*, em canal radicular infectado e irradiado com laser de diodo (830nm) em alta intensidade. Utilizou o modo contínuo, 3 e 2,5 W, fibra de 360µm, com 5s de 4 aplicações, com intervalos de 20s. Concluiu que o uso do laser de 830nm mostrou-se altamente eficiente na desinfecção intracanal. Verificou também que a variação da temperatura no terço apical, com espessura dentinária média de 1mm, foi de 7,45°C.

Kreisler et al. (2003) estudaram *in vitro* o efeito bactericida frente a *Streptococcus sanguinis* do laser GaAlAs semiconductor de 809nm só e em combinação com NaOCl e H₂O₂ após preparo do canal. Os parâmetros foram de 1,5; 3,0; e 4,5 W com onda contínua e 60s de aplicação total por canal. Verificaram que a redução bacteriana com as soluções testadas foi similar à aplicação do laser com 3 W de potência. Não observaram aumento excessivo de calor na superfície radicular durante as irradiações. Concluíram que o diodo laser deve ser um complemento para o tratamento endodôntico convencional, quando usado em combinação com solução de NaOCl e H₂O₂.

Lee et al. (2006) estudaram o efeito bactericida do laser de diodo no *Streptococcus mutans* após irradiação (0,5 a 7 W) através de diferentes espessuras dentinárias (500, 1000, 2000 microm) humanas. O efeito térmico também foi investigado. Os resultados revelaram que com 7W em 500 micron de dentina houve a redução de 97,7% de unidades formadoras de colônias (CFU). Porém a eficácia antimicrobiana era diminuída na medida que se aumentava a espessura dentinária. Só as amostras de dentina com uma espessura de 500 microm exibiram uma

elevação de temperatura maior que 5,5°C depois de receber 5W ou 7W de irradiação com laser. Concluíram que o laser de diodo pode eliminar o *Streptococcus mutans* da dentina com cárie residual sem induzir elevação de temperatura pulpar significativa quando a espessura de dentina restante for maior que 1 mm.

2.3.1.2 irradiação com o laser de diodo e a infiltração apical marginal

Amorim et al. (2004) avaliaram o selamento marginal apical após a obturação de canais irradiados com laser de diodo de alta potência (810nm). Utilizaram vinte dentes unirradiculares divididos aleatoriamente em dois grupos; grupo I: irradiados após preparo do canal (G1) e grupo II: sem irradiação (G2). Após o preparo do canal, as amostras G1 foram irradiadas com o laser diodo (1,5W, 30J, 96J/cm²), por 20 segundos, ao longo de toda extensão do canal radicular e, posteriormente, estes foram obturados. Concluíram que a irradiação laser intracanal, dentro dos parâmetros descritos, não influenciou o selamento apical marginal.

Wang et al. (2005) investigaram *in vitro* a elevação de temperatura nas superfícies radiculares durante e imediatamente ao término da irradiação com o laser de diodo (980 nm), observaram as mudanças morfológicas nas paredes do canal após a irradiação e avaliaram a infiltração apical depois de irradiação e da obturação. Sessenta seis canais unirradiculares foram instrumentados até a lima 60 e divididos em 3 grupos. Os grupos 1 e 2 foram irradiados com laser de diodo aplicando 5 W por 7 segundos mas utilizando as fibras de diâmetros de 550 e 365 microns respectivamente. O grupo 3 não foi irradiado e serviu como controle. Após a

obturao dos canais, as amostras foram submersas em soluo de rodamina a 1%, e o grau de infiltrao apical foi avaliado. Verificaram um aumento de temperatura de no mximo 8,1 C no grupo 1. As paredes dos canais irradiados foram significativamente maior no grupo controle. Os grupos irradiados mostraram menor infiltrao apical quando comparados ao grupo controle. Concluram que o laser de diodo til para proporcionar paredes radiculares mais limpas e possibilita menor infiltrao apical aps a obturao e sugere a utilidade deste equipamento na clnica endodntica.

2.3.1.3 irradiao com o laser de diodo na superfcie radicular externa

Kreisler et al. (2001) avaliaram os efeitos do tratamento com irradiao com o laser de diodo (20 segundos e 1W) na superfcie radicular em relao ao *attachment* de clulas do ligamento periodontal *in vitro*. No puderam verificar diferenas significativas entre os grupos: irradiados (75 espcimes) e no irradiados (75 espcimes).

Kreisler et al. (2002) concluram em experimento com dentes extrados irradiados com laser de diodo, que este pode gerar reas de carbonizao em dentes irradiados a uma potncia superior a 1 W, na presena de sangue. Porm, em dentes secos, mesmo em potncias de at 2.5 W, no foi possvel observar carbonizaes. Os autores tambm concluram que a incidncia do feixe laser fundamental na ao do mesmo.

Sousa, Amorim e Lage-Marques (2003) compararam, em raízes de dentes unirradiculares extraídos, a alteração de permeabilidade dentinária provocada por laser de diodo (810nm). Na mesma raiz teve uma face irradiada por laser de diodo e outra não. Após isso, as raízes foram imersas em corante indicador e posteriormente fatiadas no sentido transversal. Estas tiveram suas imagens digitalizadas em programa de computação *ImageLab* para determinação do grau de infiltração que foi medido em escores. As porcentagens obtidas foram utilizadas para avaliação da alteração do grau de permeabilidade. Concluíram que o laser de diodo produziu menor porcentagem de penetração do corante indicador (Rodamina B a 1%) em superfície externa de raiz das amostras testadas.

Theodoro et al. (2003) analisaram *in vitro* a alteração térmica intrapulpar e os efeitos da irradiação do Er:YAG e do diodo laser aplicados na superfície radicular externa. Os parâmetros utilizados foram: Er:YAG (2,94µm/100mJ,10Hz,30s), diodo (810nm/1,0W/0,05ms/30s) e diodo (810nm/1,4W/0,05ms/30s). As variações de temperatura foram: $1,6^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ para o diodo a 1,0 W e $3,3 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ para o diodo a 1,4 W. Concluíram que a irradiação do Er:YAG e do diodo, nos parâmetros utilizados, não geraram alta temperatura pulpar.

Logo, parece oportuno a realização de estudos que empreguem a irradiação com o laser de diodo nas manobras clínicas de desobturação, com ou sem o auxílio de solventes. Tendo como objetivo, a adequação e o aprimoramento de técnicas que melhorem e facilitem a remoção do material obturador.

3 PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve como objetivo:

- avaliar e monitorar as variações térmicas na superfície externa da raiz durante a irradiação do material obturador com o laser de diodo (810nm, 1,5W, no modo contínuo; 3 ciclos de 10s e intervalo de 10 s);
- avaliar como variável a utilização conjunta de solvente químico (eucaliptol) durante a desobturação com laser de diodo de 810nm;
- quantificar o remanescente de material obturador, aplicando 2 parâmetros de irradiação de laser diodo de 810nm.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Adequação dos espécimes

4.1.1 Seleção e preparo dos espécimes

Foram selecionados, do Banco de Dentes Permanentes Humanos da FOUSP, cinquenta e dois dentes unirradiculares portadores de raízes sem curvaturas, sem alterações patológicas como calcificações e reabsorções e sem tratamento endodôntico ou qualquer tipo de intervenção no canal radicular; verificados clinicamente e com auxílio de radiografias periapicais nas posições ortoradial e proximal (ANEXO A).

Os dentes foram limpos e suas porções coronárias eliminadas, cortando-se com um disco de diamante na junção amelo-dentinária, padronizando em 12 mm de raiz.

Os espécimes foram esterilizados em autoclave e posteriormente armazenados em solução fisiológica a 37°C, até o momento do preparo do canal.

4.1.2 Preparo dos canais

Os canais radiculares foram esvaziados manualmente com as lima #0,8 e #10 até o forame apical, o que permitiu a determinação do comprimento destes espécimes. Subtraindo-se 1 mm deste comprimento obtido anteriormente, obteve-se o comprimento real de trabalho (CRT). As entradas dos canais foram preparadas com brocas Gates-Glidden.

Para o preparo do canal, foi utilizada a instrumentação manual (instrumentos Flexofile, Dentisply-Maillefer) com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% (10 mL/canal) neutralizado pelo creme Endo-PTC e irrigação final com EDTA-T 17% (10 mL/canal). A instrumentação foi até a lima #50 e o preparo apical foi realizado com lima K manual (Dentisply-Maillefer) adequada a este procedimento clínico de número 55. O hipoclorito de sódio, o creme Endo-PTC e o EDTA-T foram preparados em farmácia de manipulação (Oficinalis: farmácia de manipulação Ltda. – ME).

Após a aspiração do conteúdo do canal e secagem com cones de papel, os canais foram obturados.

4.1.3 Obturação dos canais

Para a execução da obturação foram utilizados cones de guta-percha (Dentisply-Maillefer) e cimento endodôntico AH Plus (Dentisply-Maillefer), valendo-se

da técnica de condensação vertical. Doze espécimes foram selecionados aleatoriamente para compor o grupo da análise da variação da temperatura na superfície radicular externa. Para estas amostras a obturação foi cortada com auxílio de calcadores “tipo Paiva”, aquecidos ao rubro, mantendo a quantidade de três mm de material obturador. No restante dos espécimes (quarenta) foi mantida a extensão de 10 mm de obturação.

Todos os espécimes tiveram um tempo de espera de 30 dias após a obturação para o início da fase seguinte. Estes foram estocados em estufa em condições de temperatura (a 37°C) e 100% de umidade. Os espécimes ficaram selados com Citodur (Wilcos, Dorident, Wien, Austria) até o momento da avaliação da variação temperatura ou da desobturação.

4.2 Laser de diodo de 810nm

4.2.1 Equipamento e especificações

Foi utilizado para o experimento o ZAP SOFTLASE – Laser de Diodo (Zap Lasers-USA), comprimento de onda: 808nm $\pm$ 5nm, modo contínuo, sistema de entrega de feixe com fibra óptica de 400 μ m (Tabela 4.1 e Figura 4.1). A potência de saída foi verificada com o auxílio do *power/energy meter* e detector LM-2 com atenuador 1:1000 (Fildmaster – Coherent, USA) (Figura 4.2) antes de todos os ensaios experimentais (ANEXO B e ANEXO C).

Tabela 4.1 - Especificações do equipamento ZAP SOFTLASE – Laser de diodo (Zap lasers- USA)

Especificações do equipamento	
Modelo	Zap SOFTLASE– Laser de diodo
Tipo de laser	Diodo classe IV
Comprimento de onda	808nm±5nm
Emissão	Contínuo e interrompido em 10Hz
Potência máxima	3.5W
Frequência interrompida	10Hz
Fibra óptica	200µm, 400µm ou 600µm
Duração do pulso	50ms
Esterilização	Fibra e caneta
Alimentação	40W 50-60 Hz
Dimensões	24cm x 14 cm x 10 cm
Peso	2,4 kg

Figura 4.1 – Equipamento ZAP SOFTLASE – Laser de Diodo

Figura 4.2 – Power/energy meter e detector acoplado a atenuador (Fieldmaster – Coherent, USA)

4.2.2 Procedimentos para a irradiação com o laser

Durante irradiação com o laser foram seguidas às normas de segurança exigidas, ressaltando-se a utilização de óculos de segurança para os pesquisadores envolvidos no momento da realização do modelo experimental.

4.2.3 Parâmetros e dinâmica da irradiação

4.2.3.1 para a análise da variação da temperatura radicular externa

O parâmetro de irradiação com o laser de alta de diodo foi no modo contínuo; 1,5W; 3 ciclos de 10 segundos com intervalo de 10s. A fibra foi inserida ao longo eixo do dente e em contato com o material obturador (3mm). A extremidade da fibra foi limpa e clivada sempre que necessário. A intensidade na saída da fibra foi de 1193,7W/cm².

4.2.3.2 para o procedimento de desobturação experimental

Os parâmetros de irradiação com o laser de diodo foram: no modo contínuo; 1,0W (grupo I e III) e 1,5W (grupo II e IV), 3 ciclos de 10s e intervalo de 10s. A fibra foi inserida ao longo eixo do dente e em contato com o material obturador. A extremidade da fibra foi limpa e clivada sempre que necessário. . A intensidade na saída da fibra foi de 795,8 W/cm².

4.3 Análise da variação da temperatura na superfície radicular externa

Todas as variações térmicas durante a irradiação com o laser para a desobturação foram medidas por leitor de temperatura composto de termopar tipo K (chromel-alumel) (OMEGA Eng. Inc.-Stmford, CT, USA), com espessura de 127 μm e resolução de 0,2 °C localizado na superfície radicular externa no terço apical da raiz (2mm aquém do ápice). No intuito de permitir a leitura da temperatura entre o termopar e a superfície radicular, esta foi coberta por pasta térmica (Implastec – Votorantim, SP).

O local selecionado para fixação dos termopares foi previamente marcado com uma ponta esférica diamantada em alta rotação sendo devidamente fixados a 2mm aquém do ápice com auxílio de resina composta fotopolimerizável.

As raízes foram colocadas verticalmente em banho térmico (temperatura inicial indicada na Tabela 5.1) com a porção cervical acima do nível da água, até o momento do experimento.

O sinal dos termopares foi amplificado 10 vezes e digitalizado por amplificador *Lock-in Tektronix* (TDS 360) (Figura 4.3 e Figura 4.6), o que permitiu a transferência dos valores ao programa de computador. O tempo de resposta do sistema foi de 0,05s.

Figura 4.3 – Sistema de medida de temperatura

4.4 Obtenção dos dados de variação da temperatura e tabulação dos resultados

Toda a temperatura registrada foi transferida para o programa de computador Origin 7 (Microcal Origin software, OriginLab Corporation), para a realização dos gráficos e das tabelas de resultados.

4.5 Obtenção da espessura da dentina radicular entre o termopar e a parede do canal radicular

Após os procedimentos para a análise da variação da temperatura radicular, as doze amostras foram desgastadas no longo eixo do dente, permitindo a mensuração da espessura da dentina radicular entre o termopar e a parede do canal radicular com o auxílio do paquímetro digital (Mitutoyo, Mitutoyo Sul Americana Ltda).

4.6 Procedimentos da desobturação experimental

4.6.1 Grupos experimentais

As 40 raízes previamente obturadas foram divididas aleatoriamente em 4 grupos contendo 10 amostras em cada um. A desobturação foi realizada com o laser de diodo de acordo com os seguintes grupos:

- *Grupo I* – com 1 W de potência sem uso do solvente
- *Grupo II* - com 1,5W de potência sem o uso de solvente.
- *Grupo III* - com 1 W de potência + 0,02 mL de eucaliptol
- *Grupo IV* – com 1,5W de potência + 0,02 mL de eucaliptol

O solvente foi colocado antes das duas irradiações por 10s com auxílio de micropipeta Finnpipette (Labsystems 4027).

Para os espécimes que receberam solvente durante o experimento foi confeccionado na cervical da raiz um pequeno reservatório com resina composta fotopolimerizável que se descolava facilmente após o procedimento, facilitando o encaixe do espécime no posicionador de silicone (Figura 4.4).

Figura 4.4 – Raiz com um pequeno reservatório de resina composta fotopolimerizável na porção cervical e o posicionador de silicone em posição proximal

O excesso de material obturador, localizado na cervical e aderidas na fibra, foi removido durante o intervalo de irradiação.

Durante o intervalo da irradiação, a lima Hedström #30 removeu o material obturador que se apresentava solto.

4.7 Documentação radiográfica

Com a finalidade de construir o padrão experimental da qualidade do procedimento realizado, as raízes foram radiografadas (filme radiográfico Kodak) com o auxílio de posicionadores de silicone pesado. Os suportes foram individualmente confeccionados, nas posições orto-radial e proximal, antes do preparo do canal, com o último instrumento endodôntico no CRT (para a verificação e a mensuração do remanescente dentinário da região apical), e após a obturação.

Utilizou-se em todas as tomadas radiográficas o mesmo aparelho de raio-x (Dabi-Atlante 70kVp) com tempo de exposição de 0,5s, distância foco-filme constante de 8 cm (Figura 4.5).

Figura 4.5 – Tomada radiográfica padronizada

4.8 Avaliação do remanescente de material obturador

Após a desobturação, as amostras foram radiografadas nas posições orto-radial e proximal. Estas foram mantidas nas mesmas condições de hidratação e conservação.

Estas radiografias foram digitalizadas com o auxílio do escaner (Scan Maker 4, Microtek) e do programa Adobe® Photoshop® 6.0. Assim, a determinação da área do remanescente de guta-percha nas paredes de canal foi realizada por meio das imagens digitais obtidas por radiografias periapicais nas posições orto-radial e proximal após a desobturação experimental (Figura 4.7).

O programa de computador ImageLab 2.4 foi utilizado para a mensuração dessa área.

4.9 Avaliação e tabulação dos resultados do cálculo das áreas de remanescente de guta percha – análise estatística

Os resultados foram tabulados e os valores originais das diferentes leituras foram submetidos à análise estatística, por meio do programa GMC 2002, criado pelo Professor Geraldo Maia Campos (Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto-USP).

Figura 4.6 – Esquema da metodologia utilizada para medir a temperatura radicular externa no momento da irradiação do material obturador

Figura 4.7 – Esquema da metodologia utilizada para a mensuração da área do remanescente do material obturador

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos da variação da temperatura radicular externa durante à irradiação do material obturador estão expressos nas tabelas 5.1, 5.2 e 5.3 e nas figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5.

Entretanto, os resultados obtidos na verificação do remanescente de material obturador após a desobturação com auxílio do laser de diodo estão expressos nas tabelas 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 e 5.8 e nas figuras 5.6 e 5.7.

Figura 5.1 – Gráfico do comportamento térmico (variação de temperatura - °C) frente à irradiação do material obturador por 10s com intervalo de 10 s obtido do programa Origin 7

Tabela 5.1 – Análise da variação de temperatura obtida durante a irradiação do material obturador contido no canal radicular experimental (com intervalo de irradiação de 10s) e a média aritmética da variação de temperatura obtida em cada amostra

amostra	I	Δt (°C)	Média da Δt (°C)
1	1ºI	7,5	7,3
	2ºI	7,6	
	3ºI	6,9	
2	1ºI	8,3	8,8
	2ºI	9,4	
	3ºI	8,8	
3	1ºI	8,3	7,2
	2ºI	7,6	
	3ºI	5,8	
4	1ºI	6,0	5,7
	2ºI	5,8	
	3ºI	5,5	
5	1ºI	6,4	7,1
	2ºI	7,9	
	3ºI	7,0	
6	1ºI	4,6	4,18
	2ºI	5,6	
	3ºI	7,0	
7	1ºI	7,1	5,3
	2ºI	4,7	
	3ºI	4,2	
8	1ºI	2,8	2,9
	2ºI	3,4	
	3ºI	2,5	
9	1ºI	8,2	8,0
	2ºI	7,7	
	3ºI	8,1	
10	1ºI	3,1	3,0
	2ºI	3,3	
	3ºI	2,8	
11	1ºI	4,1	6,6
	2ºI	7,1	
	3ºI	8,5	
12	1ºI	8,0	7,2
	2ºI	7,5	
	3ºI	6,1	

I- irradiação

Δt – variação de temperatura

Tabela 5.2 – Análise da espessura radicular externa a 2 mm apicais (VL e MD) e a espessura dentinária da superfície externa radicular até o material obturador (superfície interna do canal) a 2 mm apicais

amostra	Espessura radicular externa a 2 mm apicais - VL e MD (mm)		Espessura dentinária da superfície externa radicular até o material obturador a 2 mm apicais (mm)	
1	2,14	3,64	0,63	1,00*
2	1,96	3,03	0,74	0,88*
3	3,00	3,18	1,18*	1,19
4	3,08	3,81	1,05	1,33*
5	2,62	4,15	0,98*	1,32
6	3,72	4,10	1,48*	1,64
7	3,08	3,68	0,96	1,53*
8	3,06	4,00	1,29*	1,36
9	2,89	3,96	1,18*	1,19
10	3,61	3,63	1,60	1,66*
11	3,04	4,01	0,89	1,56*
12	2,32	3,04	0,91	1,23*

*superfície externa radicular onde estava localizado o termopar

Tabela 5.3 - Média aritmética da variação de temperatura durante a irradiação com laser de diodo no material obturador contido no canal radicular experimental (com intervalo de irradiação de 10s) e a espessura de dentina (do termopar até material obturador) a 2mm apicais (mm)

amostra	Média da Δt (°C)	Espessura de dentina (do termopar até material obturador) a 2mm apicais
1	7,3	1,00
2	8,8	0,88
3	7,2	1,18
4	5,7	1,33
5	7,1	0,98
6	5,7	1,48
7	5,3	1,53
8	2,9	1,29
9	8,0	1,18
10	3,0	1,66
11	6,6	1,56
12	7,2	1,23

Figura 5.2 - Gráfico da temperatura alcançada após as 3 irradiações sobre o material obturador por 10s com laser de diodo e intervalo de 10 s

Figura 5.3 - Gráfico das médias aritméticas da variação de temperatura durante as 3 irradiações por 10s com laser de diodo e intervalo de 10 s

Figura 5.4 – Gráficos das variações de temperatura nas superfícies radiculares externas das amostras irradiadas (referidas acima) com o laser de diodo por 10s e com 10s de intervalo

Figura 5.5 - Gráficos das variações de temperatura nas superfícies radiculares externas das amostras irradiadas (referidas acima) com o laser de diodo por 10s e com 10s de intervalo

As mensurações da área total do material obturador e do remanescente deste material foram realizadas a partir de radiografias digitalizadas (MD e VL) com o auxílio do scanner Microtec e posteriormente inseridas no programa ImageLab. A unidade de medida foi padronizada em milímetro para o cálculo da área total e da área do remanescente de material obturador para posterior cálculo em porcentagem (Tabela 5.4, 5.5, 5.6 e 5.7).

As médias das medidas de cada grupo foram calculadas, inseridas na tabela 5.8 e representada na Figura 5.6.

Os dados foram submetidos ao teste de aderência à curva normal (Programa de pesquisa biológica - GMC 2002) não apresentando normalidade (Tabela 5.9).

Posteriormente, os dados foram tratados pelo teste de Kruskal-Wallis para as comparações entre os grupos experimentais (Tabela 5.10).

Tabela 5.4 - Medida da área total e da área do remanescente de material obturador das amostras do Grupo I (sem solvente e 1W)

amostra	face	Área total de material obturador (mm)	Área do remanescente do material obturador (mm)	Área do remanescente do material obturador (%)
1	VL	9,02	6,97	77,27
	MD	20,19	10,38	51,41
2	VL	9,35	6,61	70,70
	MD	10,84	4,39	40,50
3	VL	8,68	6,8	78,34
	MD	11,17	3,69	33,03
4	VL	10,58	9,02	82,25
	MD	16,40	11,40	69,51
5	VL	9,47	6,65	70,22
	MD	11,98	7,54	62,94
6	VL	11,17	6,49	58,10
	MD	17,17	9,34	54,40
7	VL	12,02	7,44	64,40
	MD	15,32	11,77	76,82
8	VL	10,71	8,55	79,83
	MD	15,89	12,32	77,53
9	VL	10,89	7,28	66,85
	MD	13,31	6,45	48,46
10	VL	8,03	3,30	41,09
	MD	9,66	6,35	65,73

Tabela 5.5 - Medida da área total e da área do remanescente de material obturador das amostras do Grupo II (sem solvente e 1,5W)

amostra	face	Área total de material obturador (mm)	Área do remanescente do material obturador (mm)	Área do remanescente do material obturador (%)
1	VL	10,53	6,66	63,24
	MD	16,14	10,09	62,51
2	VL	11, 25	7,39	65,69
	MD	12,50	7,76	61,36
3	VL	9,99	6,37	63,76
	MD	10,91	5,92	54,26
4	VL	9,73	6,00	65,72
	MD	17,83	9,26	51,93
5	VL	9,72	6,45	66,36
	MD	14,52	9,32	64,19
6	VL	9,01	5,53	60,27
	MD	9,29	4,09	60,27
7	VL	10,97	5,69	51,87
	MD	12,21	6,16	50,45
8	VL	7,71	3,84	49,80
	MD	9,99	5,85	58,56
9	VL	11,00	6,34	57,64
	MD	13,91	7,29	52,41
10	VL	9,53	4,39	46,06
	MD	9,87	6,60	66,87

Tabela 5.6 - Medida da área total e da área do remanescente de material obturador das amostras do Grupo III (com solvente e 1W)

amostra	face	Área total de material obturador (mm)	Área do remanescente do material obturador (mm)	Área do remanescente do material obturador (%)
1	VL	10,22	5,90	57,73
	MD	11,38	5,61	49,29
2	VL	11,47	8,54	74,45
	MD	19,74	12,49	63,27
3	VL	13,40	8,65	64,55
	MD	14,67	8,75	59,64
4	VL	10,21	4,37	42,80
	MD	10,87	6,54	60,16
5	VL	11,36	6,62	58,27
	MD	18,20	10,45	57,42
6	VL	10,86	6,40	58,93
	MD	12,07	4,84	40,10
7	VL	10,14	5,42	53,45
	MD	10,28	5,30	51,56
8	VL	9,71	4,77	49,12
	MD	11,65	4,35	37,33
9	VL	10,10	4,55	45,05
	MD	14,71	6,38	43,37
10	VL	9,65	5,53	57,30
	MD	12,22	5,87	48,04

Tabela 5.7 - Medida da área total e da área do remanescente de material obturador das amostras do Grupo IV (com solvente e 1,5W)

amostra	face	Área total de material obturador (mm)	Área do remanescente do material obturador (mm)	Área do remanescente do material obturador (%)
1	VL	9,75	5,94	60,92
	MD	13,83	10,46	75,63
2	VL	9,13	6,59	72,18
	MD	10,03	4,52	45,06
3	VL	8,99	3,85	42,82
	MD	17,36	4,46	25,69
4	VL	9,91	4,71	47,52
	MD	18,62	6,83	36,68
5	VL	12,28	5,66	46,09
	MD	20,31	10,86	53,47
6	VL	10,43	9,19	88,11
	MD	17,58	9,65	54,89
7	VL	11,76	6,73	57,23
	MD	14,99	5,85	39,02
8	VL	8,61	2,84	32,98
	MD	11,69	3,02	25,83
9	VL	8,18	4,35	53,17
	MD	12,68	4,62	36,43
10	VL	10,89	4,00	36,73
	MD	11,34	4,69	41,35

Tabela 5.8 - Média aritmética (%) de material obturador remanescente após a desobturação experimental de cada amostra

amostra	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
1	64,34	62,87	53,51	68,27
2	55,60	63,52	68,86	58,62
3	56,85	59,01	62,09	34,25
4	75,88	58,82	51,48	42,10
5	66,58	65,27	57,84	49,78
6	56,25	60,27	49,51	71,50
7	70,61	51,16	52,50	48,12
8	78,68	54,18	43,22	29,40
9	57,65	55,02	44,21	44,80
10	53,41	56,46	52,67	39,04
média	63,47	58,66	53,59	48,59

Figura 5.6 - Gráfico da média aritmética em cada grupo (%) de material obturador remanescente após a desobturação experimental de cada amostra

Figura 5.7 – Radiografia (VL-MD) após a desobturação experimental

Tabela 5.9 – Teste de aderência à curva normal – distribuição amostral não normal

Teste de aderência à curva normal: Valores originais							
A. Freqüências por intervalos de classe:							
Intervalos de classe :	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Curva normal :	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B. Cálculo do Qui quadrado:							
Graus de liberdade : 4							
Valor do Qui quadrado : 99.09							
Probabilidade de Ho : 0.0000 %							

Tabela 5.10 – Resultado estatístico pelo teste de Kruskal-Wallis (GI – sem solvente e 1W; GII – sem solvente e 1,5W; GIII - com solvente e 1W; GIV – com solvente e 1,5 W)

Grupos	GI (média= 63,47) sem solvente 1,0 W	GII (média =58,66) sem solvente 1,5 W	GIII (média =53,59) com solvente 1,0 W	GIV (média =48,59) com solvente 1,5 W
GI sem solvente 1,0 W	-	nS	S	S
GII sem solvente 1,5 W	nS	-	nS	S
GIII com solvente 1,0 W	S	nS	-	nS
GIV com solvente 1,5 W	S	S	nS	-

S – significante
nS – não significante

6 DISCUSSÃO

Apesar do grande avanço da tecnologia e dos conhecimentos que envolvem o tratamento endodôntico ainda ocorre uma série de casos de insucessos justificados por: limitações inerentes ao operador ou a complexidade da anatomia interna dental, levando a permanência dos microrganismos e ao fracasso da terapia instituída.

Negligenciar a presença e participação microbiana nas infecções endodônticas é investir no fracasso do tratamento, já que os microrganismos ocupam relevante e fundamental importância no desenvolvimento e na manutenção das alterações pulpares e periapicais, não se excluindo as demais variações, tais como agentes físicos e químicos (KAKEHASHI et al., 1965; SJÖGREN et al., 1990).

Estudos microbiológicos, anteriores a 1970, revelam a presença de bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas na microbiota dos canais radiculares, com o predomínio do grupo dos *Streptococcus* alfa-hemolíticos, não havendo pesquisas significativas sobre o papel das anaeróbias estritas nas infecções de origem endodônticas, provavelmente pelas limitações e dificuldades técnicas.

Decorreu, a partir dessa época, o desenvolvimento de métodos microbiológicos, particularmente técnicas de isolamento e cultivo de bactérias anaeróbias estritas, possibilitando mais pesquisas a respeito da composição da microbiota endodôntica e da sua dinâmica, associações e interdependências microbianas.

Sucintamente, essas pesquisas concluíram que existe, nas infecções endodônticas, o predomínio de bactérias anaeróbias estritas Gram-negativas, particularmente do gênero *Prevotella* e *Porphyromonas*, não se descartando outros

microrganismos como: *Actinomyces* sp., *Peptostreptococcus* sp. e *Fusobacterium nucleatum*. As anaeróbias facultativas, como *Streptococcus* sp, podem constituir parte significativa da microbiota, principalmente na porção cervical de canais expostos por cárie (GRIFFEE et al., 1980; SUNDQVIST, 1976; 1994).

As lesões periapicais refratárias têm sido relacionadas à permanência de *Enterococcus faecalis* na intimidade do sistema de canais radiculares (GOMES et al., 2000; MOLANDER et al., 1998; SUNDQVIST, 1992; SUNDQVIST et al., 1998). Este pode apresentar-se em monoinfecções, estando diretamente associado ao maior número de sessões terapêuticas, a situações de retratamentos e aos canais com selamentos inadequados (SIREN et al., 1997). Outras espécies como, por exemplo, *Pseudomonas aeruginosa*, podem ser introduzidas durante os procedimentos clínicos (SUNDQVIST, 1994), colocando em risco o sucesso do tratamento. Tem-se também a comprovada presença de microrganismos na superfície dos ápices radiculares de dentes portadores de lesões periapicais crônicas e que permitem a manutenção desta doença periapical (KIRYU; HOSHINO; IWAKU, 1994; TRONSTAD; BARNETT; CERVONE, 1990).

Frente ao insucesso, a literatura comprovou que o retratamento realizado via intracanal é conduta viável e a primeira opção em muitas situações, deixando as alternativas cirúrgicas para um próximo momento clínico.

A re-intervenção endodôntica é uma realidade diária, de grande importância principalmente para o especialista desta área e manobra freqüentemente executada permitindo a solução do problema do paciente e a manutenção do elemento dental. Diante da possibilidade de retratamento o profissional deverá efetuar o planejamento clínico e esclarecer o paciente da conduta escolhida, seus benefícios e riscos.

As técnicas para a desobturação da guta percha e cimentos endodônticos são vastamente investigadas e podem ser realizadas, por exemplo, com o emprego de instrumentos endodônticos manuais ou rotatórios, instrumentos aquecidos, sônicos, ultra-sônicos e solventes químicos (BETTI; BRAMANTE, 2001; BRAMANTE; BETTI, 2000; FERREIRA; RHODES; PITT FORD, 2001; FRIEDMAN; MOSHONOV; TROPE, 1993; FRIEDMAN; STABHOLZ ; TAMSE, 1990; HANSEN, 1998; HULSMANN; BLUHM, 2004; HULSMANN; STOTS, 1997; IMURA et al., 2000; KOSTI et al., 2006; MASIEIRO; BARLETTA, 2005; MOURA-NETTO et al., 2005; SAE-LIM et al., 2000; SCHIRRMUSTER et al., 2006; WHITWORTH; BOURSIN, 2000).

A técnica de retratamento com instrumentos rotatórios ganhou espaço na clínica a partir da utilização destes instrumentos durante o preparo radicular. Nota-se na literatura que o procedimento empregando instrumentos rotatórios é mais rápido quando comparado com a técnica que utiliza instrumentos manuais, mas ocorre uma insegurança em relação à fratura do instrumento no interior do canal (BETTI; BRAMANTE, 2001; FERREIRA; RHODES; PITT FORD, 2001; HULSMANN; BLUHM, 2004; HULSMANN; STOTZ, 1997). Entretanto, outros autores relatam que não ocorre esse menor tempo e a insegurança em relação à fratura e a sua remoção persiste (IMURA et al., 2000 e SCHIRRMUSTER et al., 2006).

Recentemente, uma nova tecnologia vem sendo estudada: a utilização do laser na Odontologia, na Endodontia e mais particularmente nos casos de retratamento. O laser tem características únicas importantes para o emprego na área da saúde, mas a base da física de sua função é a interação entre os fótons e os elétrons da camada externa do átomo. Ressalta-se também que a interação do laser com os tecidos depende das propriedades ópticas destes tecidos e do comprimento

de onda desta luz e quais componentes dos tecidos irradiados apresentam diferentes possibilidades de interação (BAGNATTO, 2001; GUTKNECHT e EDUARDO, 2004; MALDONADO, RIBEIRO e ZEDEL, 2001; MISERENDINO et al., 1995; PICK e COLVARD, 1993; QUINTO Jr, em 2001; STABHOLZ et al., 2003; ZEDEL, 1999).

Desse modo, a profusa literatura apresenta o Laser como coadjuvante na Odontologia e mais especificamente na Endodontia (EDUARDO, GOUW-SOARES, HAYPEK, 2002; GOUW-SOARES et al., 2000; GOUW-SOARES et al., 2004; GOUW-SOARES et al., 2001; GUTKNECHT et al., 1996; KIMURA, WILDER-SMITH e MATSUMOTO, 2000; LAN, 1999; LAGE-MARQUES, 1997; LAGE-MARQUES, EDUARDO e MATSUMOTO, 1995; MATSUMOTO, 2000; PICK, 1993; RALDI e LAGE-MARQUES, 2003; WEICHMAN e JOHNSON, 1971).

Utilizou-se neste trabalho a irradiação laser com e sem solvente e o auxílio da lima Hedström no procedimento de desobturação, buscando encontrar técnica segura quanto à fratura de instrumentos e a alteração das paredes radiculares. Em adição, visou-se estudar também uma nova tecnologia.

Vale lembrar que no estudo de Anjo et al. (2004) utilizando o laser de Nd:YAG, os autores observaram menor tempo de desobturação com laser, quando comparado com a técnica convencional (brocas de Gates-Glidden e limas tipo K), e que no trabalho de Moura-Netto et al. (2005) foi observado o menor tempo na desobturação com laser de diodo, quando comparado à técnica que utilizava o ultrassom.

A literatura relata que os lasers são instrumentos coadjuvantes nos vários momentos da prática endodôntica, tais como: diagnóstico das alterações pulpare, hipersensibilidade dentinária, no capeamento pulpar e pulpotomia, desinfecção do

sistema endodôntico, na limpeza das paredes dentinárias, obturação e na apicectomia. Porém, como auxiliar no processo de desobturação do canal, a utilização do laser de diodo de alta intensidade apresenta poucas pesquisas sendo isto um incentivo a este estudo (GUTKNECHT et al., 1996; GUTKNECHT; EDUARDO, 2004; KIMURA; WILDER-SMITH; MATSUMOTO, 2000).

Dentre os lasers utilizados na desobturação relatados na literatura temos: Nd:YAP, Nd:YAG e o diodo (ANJO et al., 2004; FARGE; NAHAS; BONIM, 1998; MAJORI et al., 2004; MOURA-NETTO et al., 2005; VIDUCIC, 2003).

Os autores que utilizaram os lasers Nd:YAP e Nd:YAG encontraram resultados satisfatórios e que motivam a continuidade de pesquisas e uso na clínica. Os parâmetros devem ser criteriosamente escolhidos para evitar modificações na parede do canal ou efeitos deletérios para o elemento dental ou para os tecidos periapicais como salientam Azam et al. (1997) e Majori et al. (2004). Com esta intenção foi investigada neste trabalho a variação térmica na superfície radicular externa antes da utilização do laser no decorrer da prática experimental.

Esta fundamental conduta de investigar as alterações de temperatura na dentina quando se utiliza a irradiação a laser em alta intensidade foi realizada por Archilla, 2001; Brandão, 2001; Hirata; Nakashima; Aono, 1994; Lan, 1999; Radaelli, 2002; Theodoro et al., 2003.

O uso de instrumentos manuais em conjunto com a irradiação laser foi ressaltado por Farge, Nahas e Bonim (1998) e também utilizado neste estudo, por facilitar a conduta do retratamento eliminando o material já excluído da massa obturadora do canal.

O equipamento do laser de diodo utilizado neste estudo se apresenta em tamanho compatível ao consultório odontológico e também possui menor custo

quando comparado aos demais. Assim, a escolha do laser de diodo tem por finalidade avaliar a sua eficácia no procedimento de desobturação, aumentando o leque de indicações deste e viabilizando a sua presença na prática diária de um consultório odontológico.

A aferição da potência foi sempre verificada, (ANEXO B e ANEXO C) possibilitando constatar pequenas perdas devido a instabilidade do equipamento, exigindo um acompanhamento experimental mais acurado.

Com o equipamento de laser de diodo de alta potência ao alcance das mãos, o profissional de endodontia poderá utilizá-lo em vários momentos. Estudos de Gutknecht et al. (2000), Kreisler et al. (2003), Lee et al. (2006), Moritz et al. (1997), Radaelli (2002) comprovam a atividade antimicrobiana frente ao *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis* e *Escherichia coli*. Com isso, este laser pode atuar na desinfecção do sistema endodôntico após o preparo do canal radicular, complementando ou potencializando a ação dos instrumentos e das substâncias químicas auxiliares, devido à atividade antimicrobiana em camadas mais profundas da dentina radicular, principalmente nos casos resistentes à terapia endodôntica convencional. É evidente que outras investigações são necessárias para comprovação da eficácia nestes casos, como por exemplo, frente a *Cândida* sp. e *Actinomyces israeli* também relatados na literatura como responsáveis do insucesso endodôntico (SUNDQVIST et al., 1998; NAIR et al., 1990; WALTIMO et al., 1997).

Em adição ao efeito antimicrobiano alcançado com a irradiação após o preparo do canal, é esperada também a maior limpeza da parede radicular segundo Wang et al. (2005), o que possibilita menor infiltração marginal apical ou mesmo, não

interferindo negativamente no selamento marginal apical, como relatado por Amorim et al. (2004).

Outra indicação do laser de diodo é a sua irradiação na superfície radicular externa (KREISLER et al., 2002; KREISLER et al., 2001; SOUSA; AMORIM; LAGE-MARQUES, 2003; THEODORO et al., 2003) unindo assim as investigações da Endodontia com a Periodontia e viabilizando maior indicação do laser de diodo de alta potência na clínica geral.

Todas as fases deste experimento foram realizadas pelo mesmo operador, com o intuito de não aumentar variáveis.

A opção por dentes humanos objetivou aproximar da realidade clínica, porém esta conduta apresenta algumas variações anatômicas. A seleção dos dentes ocorreu de maneira criteriosa buscando canais únicos, retos, desobstruídos e sem tratamento endodôntico prévio. Este cuidado foi de grande valia na padronização do momento da desobturação com a irradiação laser, pois assim permite, após o preparo adequado e o canal devidamente ampliado, uma obturação facilitada e a entrada da fibra livre de obstáculos no momento da desobturação.

Foi padronizado o comprimento das raízes em 12 mm e as coroas dentais foram excluídas. Apesar de gerar um distanciamento de algumas condições clínicas, estas coroas foram retiradas com a finalidade de facilitar o acesso ao canal sem os obstáculos inerentes à presença da parte coronária, eliminando assim algumas variáveis.

A mensuração dos canais foi realizada visualmente subtraindo 1 mm quando a lima alcançava o forame apical. O preparo radicular foi realizado manualmente por técnica consagrada (LAGE-MARQUES; ANTONIAZZI, 2002; PAIVA; ANTONIAZZI, 1991). Instrumentou-se até a lima # 50 e o preparo apical com lima #55, condensou

e cortou-se a obturação de maneira que restou uma quantidade de 10 mm de comprimento de material obturador, padronizando assim o comprimento do material obturador que foi retirado no modelo experimental.

Sabe-se que mesmo apresentando poros e vacúolos nos cimentos endodônticos (MUTAL; GANI, 2005), dependendo da compactação do material obturador e do tempo desta obturação, a dificuldade da desobturação pode variar (LADLEY et al., 1991). Frente a isto, o profissional pode escolher a técnica de retratamento mais apropriada para o caso, levando a remoção do material obturador de maneira mais rápida, com menor fadiga ao operador, sem causar alterações à morfologia do canal e com segurança em relação à fratura dos instrumentos endodônticos utilizados.

A qualidade de obturação foi verificada por meio de radiografias nos sentidos orto-radial e proximal, verificando no material obturado a presença de bolhas e eliminando-as, deixando assim um material bem condensado e compactado no canal.

O cimento endodôntico AH Plus foi selecionado por ser um cimento resinoso, um material mais recente que os tradicionais cimentos a base de óxido de zinco e eugenol, mas que ainda não apresenta interação com a guta percha. Entretanto, mais pesquisas são necessárias em torno dos cimentos a base de resina epóxi, como realizaram Hansen (1998); Hulsmann e Stotz (1997); Kosti et al. (2006); Schirrmeister et al. (2006); Whitworth e Boursin (2000).

A estocagem dos espécimes durante o experimento foi realizada em estufa a 37°C em 100% de umidade. Após a obturação os dentes ficaram selados com o cimento provisório Citodur e armazenados, com o intuito de reproduzir a realidade clínica (IMURA et al., 2000; LADLEY et al., 1991). Verifica-se na literatura que o

período de espera, para o início do retratamento após a obturação, é variável, mesmo utilizando-se cimentos resinosos: 7 dias (HANSEN, 1998; SCHIRRMMEISTER et al., 2006); 2 meses (HULSMANN; BLUHM, 2004; HULSMANN; STOTZ, 1997); 1 ano (KOSTI et al., 2006). Optou-se neste trabalho por um período de 30 dias em razão do planejamento e execução experimental, porém normalmente a desobturação clínica acontece em períodos maiores. O fabricante relata que o tempo mínimo de presa do AH Plus é de 8 horas a 37°C, portanto 30 dias supera muito este período. Entretanto, não permite o “envelhecimento” do material obturador, o que aumenta a dificuldade do retratamento (LADLEY et al., 1991).

Sabe-se que o material obturador exerce resistência aos instrumentos endodônticos possibilitando durante a desobturação manobras que alteram a modelagem ideal do canal radicular. Assim, o emprego de solventes, durante este procedimento, diminui esse risco por solubilizar o material obturador. Com similar objetivo, utiliza-se a irradiação laser no material obturador, levando à sua plastificação e facilitando a entrada de instrumentos endodônticos que realizam a efetiva remoção da obturação.

Por se ter conhecimento que todos os solventes químicos são irritantes aos tecidos periapicais elaborou-se uma metodologia em que o solvente seja colocado em dois momentos: somente antes das duas primeiras irradiações por 10s, preservando o terço apical.

Vale-se lembrar que a elevação da temperatura radicular externa não deve exceder em 10°C por períodos mais longos que 1 minuto, para prevenir efeitos deletérios como o desencadeamento da reabsorção radicular externa (ERIKSSON; ALBREKTSSON, em 1983). Com essa finalidade, é importante que se observe, na radiografia, um remanescente de dentina ao redor do local onde se pretende colocar

a ponta da fibra, assim permite-se o controle de temperatura, não descartando a utilização do protocolo correto para a aplicação do laser de diodo no sistema endodôntico.

Na clínica torna-se difícil a verificação da espessura de dentina radicular no momento da desobturação de maneira tridimensional, porque conta-se somente com a radiografia periapical, que reproduz imagem bidimensional, sobrepondo as estruturas. Com isso, é evidente que o cuidado e a restrição em casos de dúvida como, por exemplo, em raízes com grande achatamento radicular e suspeita de reabsorções dentais.

Inúmeros estudos relataram a verificação da temperatura antes de experimentos com a irradiação laser denotando grande importância desta conduta para evitar temperaturas deletérias aos tecidos biológicos, quando do seu emprego clínico (FARGE et al., 1998; GUTKNECHT et al., 2005; KREISLER et al., 2003; LEE et al., 2006; MORITZ et al., 1997; THEODORO et al., 2003; VIDUCIC et al., 2003).

Foi utilizado o banho térmico por permitir a manutenção das amostras na proximidade da temperatura desejada e facilitar a dissipação de calor gerada durante os experimentos. Avaliou-se a variação de temperatura por ser difícil estipular uma temperatura inicial fixa do banho térmico. Foi utilizado um termopar tipo K na região apical fixado em local determinado a dois milímetros apicais com resina composta.

Para avaliar a temperatura radicular externa optou-se obturar somente o terço apical e não a totalidade da raiz. Isto facilitou avaliar a variação da temperatura da superfície radicular externa, já que o termopar deve permanecer em local fixo e o material obturador exerce resistência à entrada da fibra e também a porção apical tem menor volume de material obturador e menor espessura de dentina. Foram 3

irradiações de 1,5 W (intensidade=1193,7W/cm²) com laser de diodo no material obturador (modo contato) contido no canal radicular experimental por 10s e com intervalo de 10s.

Como se pode constatar na tabela 5.1 e 5.3 ocorreu grande diferença de temperatura durante este experimento variando de 2,5 a 9,4 °C. Não excedendo 10°C, o experimento manteve-se dentro de uma situação clínica aceitável, porém cautela na seleção dos parâmetros e novas pesquisas devem existir para garantir a integridade dos tecidos periapicais.

A espessura de dentina radicular entre o termopar e o material obturador irradiado variou de 0,88 mm a 1,66 mm o que pode indicar que tanto a espessura dentinária quanto a constituição deste terço apical variaram alterando a propagação do calor. Já as variações térmicas apresentadas dentro do mesmo espécime estariam ligadas às condições da metodologia como também ao equipamento utilizado.

A extremidade da fibra foi sempre limpa para manter as propriedades da luz e em relação à cinemática, optou-se pelo modo de contato sem oscilação, pois isto facilita a padronização das amostras e a plastificação do material obturador com os parâmetros utilizados.

Os métodos de avaliação da quantidade de material obturador remanescente após a desobturação são diversos: por clivagem transversal e exame visual empregando escores (FRIEDMAN; MOSHONOV; KOSTI et al., 2006; SAE-LIM et al., 2000; TROPE, 1993), por clivagem longitudinal e fotografias ampliadas e análise por escores (HULSMANN; BLUHM, 2004; HULSMANN; STOTZ, 1997), por radiografias e análise visual direta com escores (FERREIRA; RHODES; PITT FORD, 2001), por radiografias e análise por meio de programa de computador ou exame

visual direto utilizando escores (BETTI; BRAMANTE, 2001), por descalcificação e análise com auxílio de programa de computador (SCHIRRMESTER et al., 2006), por radiografias e análise da área com auxílio do programa de computador (MASIERO; BARLETTA, 2005). Previamente a análise digitalizada Bramante e Betti (2000); Imura et al. (2000) clivaram os dentes.

Assim, nos trabalhos mais recentes, nota-se preocupação maior em utilizar métodos de análise de resultados empregando a tecnologia, digitalizando as imagens obtidas e avaliando-as em programas de computador (BARLETTA, 2005; BRAMANTE; BETTI, 2000; IMURA et al., 2000, MASIERO; SCHIRRMESTER et al., 2006).

Não foi empregado neste experimento o procedimento de clivagem longitudinal das raízes, pois tal método pode deslocar material a ser avaliado. Optou-se então pela análise de radiografias com auxílio de programa de computador que registra a área do material remanescente, além de ser do domínio do operador. Friedman, Moshonov e Trope (1993) relataram que, após a clivagem, ainda foi aplicado jato de ar para remover o material obturador das paredes do canal que pudesse estar descolado, fator que não motivou o emprego de tal metodologia neste estudo.

A utilização de solventes químicos, como o eucaliptol, tem a finalidade de facilitar esta manobra clínica como relatado na literatura. Estes produtos podem ser mais efetivos se aquecidos (WOURMS et al., 1990) o que também acontece pela irradiação laser. Hulsmann e Bluhm (2004) também utilizaram o eucaliptol como o solvente de eleição para o estudo comparativo de técnicas de desobturação.

Viducic et al. (2003) pesquisou a eficácia de dois solventes, entre eles o eucaliptol durante a desobturação com o laser de Nd:YAG não verificando vantagem

na utilização dos solventes juntamente com o laser utilizado. Entretanto, neste estudo, verificou-se diferença significativa entre os grupos com e sem solvente (TABELA 5.10), mas foi sempre empregado, além da irradiação laser, instrumentos manuais (limas H) que colaboram na remoção do material obturador, o que não ocorreu no estudo de Viducic et al. (2003).

Tendo em vista a metodologia empregada mesmo que se aumente a potência de 1,0W (intensidade=795,8W/cm²) para 1,5W (intensidade=1193,7W/cm²), mas não alterando a variável solvente, não se verificou diferença significativa, o que indica que, nesta particular situação, pode-se escolher a potência de 1,0W ou 1,5W dependendo da condição clínica apresentada.

A presença de material obturador remanescente após a desobturação pode manter microrganismos os quais permitem a manutenção de infecções periapicais. Neste estudo, foi observada a permanência material obturador (cimento ou guta percha) em todos os espécimes, porém ressalta-se que a fase de preparo radicular poderá completar esta manobra eliminando resíduos que não foi retirado na fase anterior.

Durante toda fase experimental se observou somente um caso de extrusão apical do material obturador, durante a avaliação da temperatura da superfície radicular externa. Porém, durante a técnica utilizada para avaliar o remanescente de material obturador, nenhum material extruído foi observado.

Em suma, o modelo experimental selecionado permitiu verificar que a variação da temperatura na superfície radicular externa durante o procedimento não excedeu 10°C por 10s. Assim, a temperatura alcançada durante a irradiação do material obturador favorece o protocolo de desobturação, não acarretando prejuízos aos tecidos biológicos adjacentes. Portanto, estes valores de temperatura

biologicamente aceitáveis possibilitam a utilização do laser de diodo na prática clínica durante o retratamento de dentes obturados com guta percha e cimentos endodônticos.

Além disso, a presença do solvente possibilita maior remoção do material obturador, auxiliando o processo de desobturação, quando se emprega a irradiação com laser de diodo.

Mais estudos envolvendo este assunto são necessários para a aplicabilidade clínica, pois como verificado anteriormente, poucos trabalhos utilizando o laser na desobturação foram encontrados. Pode-se testar a mesma metodologia, adaptá-la ou desenvolver novas metodologias para investigar outras técnicas de desobturação, outros lasers, outros solventes, verificando a limpeza, a capacidade de remoção do material obturador, a segurança, a variação de temperatura na superfície radicular externa, as modificações morfológicas das paredes de dentina intracanal e o tempo gasto.

O laser de diodo, por apresentar custo baixo quando comparado a outros equipamentos de laser, pode compor o arsenal do endodontista e ser utilizado em vários momentos da prática odontológica, como no processo de desobturação do canal, mas para isso diferentes protocolos devem ser testados.

7 CONCLUSÕES

Com base nas condições experimentais e nos resultados obtidos, parece lícito concluir que:

- as variações térmicas, apresentadas nas superfícies externas radiculares durante a irradiação do material obturador com o laser de diodo (810nm, 1,5W, 1193,7W/cm², 10s, contínuo; 3 ciclos, 10 s de intervalo), não ultrapassaram 10 °C, quando a espessura de dentina radicular entre o termopar e o material obturador irradiado variou de 0,88 a 1,66 mm. Logo, estes valores são biologicamente aceitáveis indicando a possibilidade da utilização desta tecnologia na desobturação.
- a utilização conjunta de solvente químico (eucaliptol) durante a desobturação com laser de diodo (810nm) proporcionou maior remoção do material obturador.
- a irradiação de laser diodo de 810nm mostrou-se auxílio efetivo na manobra de desobturação, quando utilizado dentro dos parâmetros adequados;

REFERÊNCIAS¹

Anjo T, Ebihara A, Takeda A, Takashina M, Sunakawa M, Suda H. Removal of two types of root canal filling material using pulsed Nd:YAG laser irradiation. *Photomed Laser Surg* 2004;22(6):470-6.

Amorim CVG, Ribeiro AC, Zezell DM, Lage-Marques JL. Efeitos do diodo (810nm) laser no selamento de canais radiculares obturados. *Braz Oral Res* 2004; 18(Supl):162.

Archilla JRF. Análise térmica de diferentes técnicas de utilização do laser de Nd:YAG após preparo químico cirúrgico de dentes unirradiculares [Dissertação Mestrado Profissionalizante]. São Paulo: IPEN – FOU SP; 2001.

Azam K, Fazlur RKM, Wahiduzzaman KM, Wakabayashi H, Matsumoto K. Effect of laser treatment on root canal of human teeth. *Endod Dent Traumatol* 1997;13(3):139-45.

Bagnatto VS. Os fundamentos da luz laser. *Física na Escola* 2001;2(2):4-9.

Betti LV, Bramante CM. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J* 2001;34:514-9.

Bramante CM, Betti LV. Efficacy of quantec rotary instruments for gutta-percha removal. *Int Endod J* 2000; 33:463-7.

Brandão RV. Estudo in vitro da alteração da temperatura durante a aplicação do Er:YAG laser intracanal [Dissertação Mestrado Profissionalizante]. São Paulo: IPEN – FOU SP; 2001.

Eduardo CP, Gouw-Soares S, Haypek P. Utilização clínica dos lasers. In: 20º CIO SP. São Paulo: APCD; 2002. p.441-75.

¹ De acordo com estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE

Eriksson RA, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. J Prosthet Dent 1983;50(1):101-7.

Farge P, Nahas P, Bonim P. In vitro study of Nd:YAG laser in endodontic retreatment. J Endod 1998;24(5):359-63.

Ferreira JJ, Rhodes JS, Pitt Ford TR. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. Int Endod J 2001;34(4):267-74.

Friedman S, Moshonov J, Trope M. Residue of gutta-percha and glass ionomer cement sealer following root canal retreatment. Int Endod J 1993;26(3):169-72.

Friedman S, Stabholz A, Tanse A. Endodontic retreatment: case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. J Endod 1990; 16(11):543-9.

Gomes BPF, Pinheiros ET, Sousa ELR, Gadê-Neto CR, Souza-Filho FJ. Análise microbiológica de dentes com insucesso do tratamento endodôntico [Resumo] In: 17ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisas Odontológicas. 2000; Águas de Lindóia.14(Supl)152.

Gouw-Soares S, Gutknecht N, Conrads G, Lampert F, Matson E, Eduardo CP. The bactericidal effect of Ho:YAG laser irradiation within contaminated root dentinal samples. J Clin Laser Med Surg 2000;18(2):81-7.

Gouw-Soares S, Stabholz A, Lage-Marques JL, Zezell DM, Groth EB, Eduardo CP. Comparative study of dentine permeability after apicectomy and surface treatment with 9.6 microm TEA CO2 and Er:YAG laser irradiation. J Clin Laser Med Surg 2004;22(2):129-39

Gouw-Soares S, Tanji E, Haypeck P, Cardoso W, Eduardo CP. The use of Er:YAG, Nd:YAG e GaAlAs lasers in periapical surgery. Three years clinical cases. J Clin Laser Med Surg 2001;19(4):193-8.

Griffie MB, Patterson SS, Miller CH, Kafrawy AH, Newton CW. The relationship of Bacteroides melaninogenicus to symptoms associated with pulpal necrosis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1980;50(5):457-61.

Gutknecht N, Eduardo CP. A odontologia e o laser. Atuação do laser na especialidade odontológica. São Paulo: Quintessence; 2004.

Gutknecht N, Kaiser F, Hassan A, Lampert F. Long-term clinical evaluation of endodontically treated teeth by Nd:YAG lasers. J Clin Laser Med Surg 1996;14(1):7-11.

Gutknecht N, Frazen R, Meister J, Vanweersch L, Mir M. Temperature evolution on human teeth root surface after diode laser assisted endodontic retreatment. Lasers Med Sci 2005;20(2):99-103

Gutknecht N, van Gogswaardt D, Conrads G, Apel C, Schubert C, Lampert F. Diode laser radiation and its bactericidal effect in root canal wall dentin. J Clin Laser Med Surg 2000;18(2):57-60.

Hasen MG. Relative efficiency of solvents used in endodontics. J Endodon 1998; 24(1):38-40.

Hirata K, Nakashima M, Aono M. Thermal effects of normal pulsed Nd:YAG laser irradiation on human dentin: an in vitro study. In: Fourth International Congress of Lasers in Dentistry; 4, 6-10 august, 1994, Singapore. Proceeding of the International Society of Lasers in Dentistry, 1994.

Hulsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. Int Endod J 2004;37(7):468-76.

Hulsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. Int Endod J 1997;30(4):227-33.

Imura N, Kato AS, Hata G-I, Uemura M, Toda T, Weine F. A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. Int Endod J 2000;33(4):361-6.

Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1965; 20:340-9.

Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K. Lasers in endodontics: a review. Int Endod J 2000;33:173-85.

Kiryu T, Hoshino E, Iwaku M. Bacterial invading periapical cementum. J Endodon 1994;20(4):169-72.

Kosti E, Lambrianidis N, Economides N, Neofitou C. Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. Int Endod J 2006;39:48-54.

Kreisler M, Al Haj H, Daublander M, Gotz H, Duschner H, Willershausen B, et al. Effect of diode laser irradiation on root surfaces *in vitro*. J. Clin Laser Med Surg 2002;20(2) 63-9.

Kreisler M, Kohnen W, Beck M, Al Haj H, Christoffers AB, Gotz H, et al. Efficacy of NaOCl/H₂O₂ irrigation and GaAlAs laser in decontamination of root canals in vitro. Lasers Surg Med 2003;32(3): 189-96.

Kreisler M, Meyer C, Stender E, Daublander M, Willershausen-Zonnchen B, D'Hoedt B. Effect of diode laser irradiation on the attachment rate of periodontal ligament cells: an in vitro study. J. Periodontal 2001; 72(10):1312-7.

Ladley RW, Campebell AD, Hicks ML, Shou-Hua L. Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. J Endod 1991;17(5):221-4.

Lage-Marques JL. Avaliação dos efeitos da irradiação laser, utilizando Nd:YAG, CO₂ e Argônio no selamento dentinário e marginal de obturações retrógradas [Tese de Livre-Docência]. São Paulo: FOU SP; 1997.

Lage-Marques JL; Antoniazzi JH. Versão eletrônica da Técnica de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.[CD-Rom]. São Paulo; 2002.

Lage-Marques JL, Eduardo CP, Matsumoto K. A study on morphological changes on the root canal walls lased by pulsed Nd:YAG laser. J Japan Endo Assoc 1995;16(1):64-9.

Lan WH. Temperature elevation on the root surface during Nd:YAG laser irradiation in the root canal. J Endod 1999;25(3):167-71.

Lee BS, Lin YW, Chia JS, Hsieth TT, Chen MH, Lin CP, et al. Bactericidal effects of diode laser on *Streptococcus mutans* after irradiation through different thickness of dentin. Lasers Surg Med 2006;38(1):62-9.

Majori M, Bedini R, Fillippini P, Altamura C, Caiazza. SEM evaluation of canal walls after Nd: YAG laser removal of gutta-percha. J Oral Laser Applic 2004;4:249-55.

Maldonado E, Ribeiro MS, Zezel DM. Mecanismos de interação laser tecido (apostila do Mestrado Profissionalizante "Lasers em Odontologia"). São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; 2001.

Masiero AV, Barleta FB. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. Int Endod J 2005; 38:2-7.

Mateos SM. Uma luz poderosa. Rev Assoc Paul Cir Dent 2005;59(6):407-14.

Matsumoto K. Laser treatment in endodontics. In:Third International Congress on Lasers in Dentistry. Salt Lake City, 1992. Proceeding of the International Society of Lasers in Dentistry, 1992. ; 44:889.

Matsumoto K. Laser in endodontics. Lasers and Light Amplification in Dentistry 2000;44(4):889-906.

Miserendino LJ. Lasers in dentistry. Chicago: Quintessence, p.341, 1995.

Molander A, Reit C, Dahlén G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. Int Endod J 1998;31(1):1-7.

Moritz A, Gutknecht, Goharkhay K, Schoop U, Wernisch J, Sperr W . In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations. Quintessence Int 1997;28(3):205-9.

Moura-Netto C, Araki AT, Michelotto ALC, Akissue E, Cardoso LN, Davidowicz H, et al. Comparação das técnicas de desobturação ultrassônica e laser diodo, em função do tempo e quantidade de material removido. Braz Oral Res2005; 19 (Sup):118.

Mutal L, Gani O. Presence of pores and vacuoles in set endodontic sealers. Int Endod J 2005;38:690-6.

Nair PNR, Sjögren U, Krey G; Kahnberg KE. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. J Endod 1990;16(12):580-8.

Paiva JG, Antoniazzi JH. Endodontia: bases para a prática clínica. 2ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 1991.

Pick RM. Using lasers in clinical dental practice. J Am Dent Assoc 1993 Feb;124(2):37-4.

Pick RM, Colvard MD. Current status of lasers in soft tissue dental surgery. J Periodontol 1993;64(7):589-602.

Quinto Jr J. Estudo in vitro do esmalte dental irradiado com laser de diodo de alta potência em 960 nm: Análise morfológica da superfície dental pós irradiada e análise do comportamento térmico na câmara pulpar devido a aplicação laser [Dissertação Mestrado Profissionalizante]. São Paulo: IPEN – FOU SP; 2001.

Radaelli CARM. Avaliação da redução bacteriana em conduto radicular infectado e irradiado com laser de diodo: estudo *in vitro* [Dissertação Mestrado Profissionalizante]. São Paulo: IPEN – FOU SP; 2002.

Raldi DP, Lage-Marques JL. In vitro evaluation of the effects of the interaction between irrigating solutions, intracanal medication and Er:YAG laser in dentin permeability of the endodontic system. Pesqui Odontol Bras 2003;17(3):278-85.

Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of profile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. J Endod 2000;26(2):100-4.

Schirrmeister JF, Meyer KM, Hermanns P, Altenburger MJ, Wrbas K-T. Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. Int Endod J 2006; 39(2):150-6.

Siren EK, Haapasalo M, Ranta K, Salmi P, Kerouso ENJ. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. Int Endod J 1997;30(2):91-5.

Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. J Endod 1990;16(10):498-504.

Sousa EB, Amorim CVG, Lage-Marques JL. Avaliação da permeabilidade dentinária provocada pelo laser de diodo em superfície externa da raiz. Pesqui Odontol Brás 2003;17(Supl 2):58.

Stabholz A, Zeltser R, Sela M, Peretz B, Moshonov J, Ziskind D, Stabholtz A. The use of lasers in dentistry: Principles of operation and clinical applications. Compend Contin Educ Dent 2003;24(12):935-48.

Sundqvist G. Bacteriological studies of necrotic dental pulps [Dissertation] Umea (Sweden): University of Umea; 1976.

Sundqvist G. Ecology of root canal flora. J Endod 1992;18(9): 427-30.

Sundqvist G. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994;78(4):522-30.

Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and outcome of conservative re-treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1998;85(1):86-93.

Theodoro LH, Haypek P, Bachmann L, Garcia VG, Sampaio JEC, Zezell DM, et al. Effect of Er:YAG and Diode Laser irradiation on the root surface: morphological and thermal analysis. J Periodontol 2003;74(6):838-43.

Tronstad L, Barnett F, Cervone F. Periapical bacteria plaque in teeth refractory to endodontic treatment. Endod Dent Traumatol 1990;6(2):73-7.

Viducic D, Jukic S, Karlovic Z, Bozic Z, Miletic I, Anic I. Removal of gutta-percha from root canals using an Nd:YAG laser. Int Endod J 2003;36:670-3.

Waltimo TMT, Siren EK, Torkko HLK, Olsen I, Haapasalo MPP. Fungi in therapy-resistant apical periodontitis. Int Endod J 1997;30(2):96-101.

Wang X, Sun Y, Kimura Y, Kinoshita J, Ishizaki NT, Matsumoto K. Effects of diode laser irradiation on smear layer removal from root canal walls and apical leakage after obturation. *Photomed Laser Surg* 2005;23(6):575-81.

Weichman JA, Johnson FM. Laser use in endodontics: a preliminary investigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;31(3):416-20.

Whitworth JM, Boursin EM. Dissolution of root canal sealer cement in volatile solvents. *Int Endod J* 2000;33:19-24.

Wourms DJ, Campbell AD, Hicks ML, Pelleu GB. Alternative solvents to chloroform for gutta-percha removal. *J Endod* 1990; 16(5):224-6.

Zezell DM. Workshop: utilização clínica do laser (Apostila) São Paulo:FUNDECTO;1999.

Faculdade de Odontologia
Universidade de São Paulo

PARECER DE APROVAÇÃO
Protocolo 156/04

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa "*Avaliação in vitro da remoção do material obturador utilizando o laser de diodo de 810nm*", de responsabilidade da Pesquisadora **Crystiane Venditti Gomes de Amorim**, sob orientação do Prof. Dr. **José Luiz Lage-Marques**.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 21 de setembro de 2004

Profª Drª **ROSA HELENA MIRANDA GRANDE**
Coordenadora do CEP-FOUSP

ANEXO B – Potência indicada durante a aferição do equipamento Zap com auxílio do *power/energy meter* antes da mensuração da temperatura externa radicular.

amostra	Potência indicada no equipamento	Potência indicada no <i>power meter</i>
1	1,5 W	1,43 W
2	1,5 W	1,42 W
3	1,5 W	1,46 W
4	1,5 W	1,49 W
5	1,5 W	1,38 W
6	1,5 W	1,39 W
7	1,5 W	1,46 W
8	1,5 W	1,38 W
9	1,5 W	1,48 W
10	1,5 W	1,38 W
11	1,5 W	1,39 W
12	1,5 W	1,42 W

ANEXO C – Potência indicada durante a aferição do equipamento Zap com auxílio do power/energy meter antes dos procedimentos de desobturação para cada amostra no seu referido grupo experimental.

amostra	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
1	0,98 W	1,39 W	0,97 W	1,45 W
2	0,92 W	1,42 W	0,95 W	1,41 W
3	0,97 W	1,47 W	0,98 W	1,39 W
4	0,94 W	1,46 W	0,96 W	1,47 W
5	0,95 W	1,38 W	0,94 W	1,43 W
6	0,94 W	1,39 W	0,97 W	1,41 W
7	0,98 W	1,41 W	0,98 W	1,39 W
8	0,97 W	1,46 W	0,95 W	1,47 W
9	0,92 W	1,43 W	0,92 W	1,39 W
10	0,96 W	1,41 W	0,93 W	1,48 W