

APARECIDA MARIA CORDEIRO MARQUES

**ANÁLISE “IN VITRO” DA PRESENÇA DE INFILTRAÇÃO
APICAL EM DENTES APICECTOMIZADOS COM
TÉCNICA CONVENCIONAL E COM O LASER DE
Er:YAG**



**PROGRAMA INTEGRADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
Área de Concentração:
Laser em Odontologia**

SALVADOR

2004

APARECIDA MARIA CORDEIRO MARQUES

**ANÁLISE “IN VITRO” DA PRESENÇA DE INFILTRAÇÃO
APICAL EM DENTES APICECTOMIZADOS COM
TÉCNICA CONVENCIONAL E COM O LASER DE
Er:YAG**

**Tese apresentada ao Programa Integrado de
Pós-Graduação em Odontologia da
Universidade Federal da Paraíba e
Universidade Federal da Bahia em
cumprimento às exigências para obtenção do
título de Doutor em Odontologia.**

Área de concentração: Laser em Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Jean Nunes dos Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Aldo Brugnera Júnior

Salvador

2004

M357 Marques, Aparecida Maria Cordeiro

Análise “in vitro” da presença de infiltração apical em dentes apicectomizados com técnica convencional e com o Laser de Er:YAG./ Aparecida Maria Cordeiro Marques.-Salvador, 2004.

110p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Jean Nunes dos Santos.

Co-orientador: Prof. Dr. Aldo Brugnera Junior

Tese (Doutorado Laser em Odontologia) - Universidade Federal da Bahia. Universidade Federal da Paraíba, 2004

1. Apicectomia. 2. Laser. 3. Selamento apical. 4. Infiltração apical. I. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Odontologia. II. Universidade Federal da Paraíba. III. Santos, Jean Nunes dos (Orientador). Brunera Junior, Aldo (Co-orientador).
. IV. Título

C.D.U . 616.314.621.375.826

APARECIDA MARIA CORDEIRO MARQUES

**ANÁLISE “IN VITRO” DA PRESENÇA DE INFILTRAÇÃO
APICAL EM DENTES APICECTOMIZADOS COM
TÉCNICA CONVENCIONAL E COM O LASER DE Er:YAG**

Salvador, 24 / 09 / 2004

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Jean Nunes dos Santos – Orientador – UFBA

Prof. Dr. Luiz Cardoso Rasquim – Membro – UEFS

Prof. Dr. Antonio Luiz Barbosa Pinheiro – Membro - UFBA

Profa. Dra. Roseana de Almeida Freitas – Membro – UFRN

Prof. Dr. Silvio José Albergaria da Silva – Membro - UFBA

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais **Periandro Cordeiro** (in memorian) e **Julieta***

***Cordeiro**, importantes referenciais na minha vida, dedico*

a vocês este momento, na esperança de retribuir um

pouco do muito que fizeram por mim.

*Aos meus irmãos, **Lucia Maria Cordeiro Vinhas**, **Célia Maria***

***Ferreira Cordeiro** e **Geraldo José Ferreira Cordeiro**, pelo*

apoio, compreensão, amor e solidariedade em todos os momentos.

Agradeço de coração a torcida. Amo vocês.

*Ao meu marido, **Telésforo Martinez Marques**, a quem muito*

*admiro e divido a vida há mais de 30 anos, na **alegria e na***

***tristeza**, e que a cada dia, encontro mais um motivo de*

*continuarmos juntos, **o meu amor**.*

*Aos meus filhos, **meus grandes amores**, que significam **TUDO** para mim,*

***André Cordeiro Marques** e **Roberta Cordeiro Marques**,*

*para quem sempre procurei ser exemplo de **humildade**, **perseverança***

*e **caráter**. Além deste trabalho, dedico a **minha vida e***

o meu amor incondicional de Mãe.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A certeza profunda de que DEUS, expressão maior de Amor, estava sempre ao meu lado, deu-me força para superar todas as dificuldades;

Ao Prof. Dr. Jean Nunes dos Santos, Orientador deste trabalho, pelo estímulo, disponibilidade, desprendimento e paciência sempre presentes...Fui brindada com sua orientação e amizade.

Ao Prof. Dr. Aldo Brugnera Júnior e Profa. Dra. Fátima Zanin, Coordenadores do Instituto Brugnera & Zanin, São Paulo, e Coorientadores desta pesquisa, por me fazerem entender a simplicidade de coisas complexas e a complexidade das coisas simples. Pela disponibilidade, desprendimento, confiança e desenvolvimento deste trabalho, minha eterna gratidão. É enriquecedor conviver com vocês. Tenho aprendido muito...

Ao Prof. Dr. Antonio Luiz Barbosa Pinheiro, Coordenador da Área de Laser em Odontologia, agradeço a confiança em dividir comigo as atividades didáticas da Clínica de Laser. Sua competência profissional e experiência científica, fazem de você, um orgulho da nossa Instituição. Com você aprendi a entender Ciência e Pesquisa, a trabalhar, realizar.... À você, minha amizade, reconhecimento e o meu respeito.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, minha segunda casa, responsável pela minha formação.... Meus agradecimentos....

Aos colegas do Doutorado: Estela Soares, Francisco Limeira, Gardênia Zumaêta, João Macedo, Marcia Sepúlveda Noya, Maria Helena Catão e Marleny Gerbi, agradeço a oportunidade de conviver com vocês todo este tempo. Foi em alguns momentos, uma caminhada difícil, mas hoje colhemos as flores da vitória.

Amigos são Anjos.., descobri essa irrefutável verdade ao perceber essas preciosidades que chegam na nossa vida e se alojam em local especial e essencial da nossa existência... Alguns, se apoderam do nosso carinho, quando percebemos, já lhes dedicamos nosso afeto integral... Outros, já chegam mostrando o quanto nossa amizade é importante para eles... Alguns chegam com ferimentos causados por amigos que não eram anjos... Outros, para sarar nossos próprios ferimentos... Alguns são divertidos, nos mostram a alegria da vida... Outros, nos mostram a seriedade com que a vida deve ser enfrentada... Alguns têm suas qualidades tão à mostra, que a um primeiro olhar já sabemos para que vieram... Outros têm as mesmas qualidades guardadas e precisamos ir desvendando-as aos poucos... Alguns nos dão carinhos reais, sorrisos reais, proteção real.... Outros chegam através de um micro, nos sorrindo de longe, mas são igualmente anjos... conseguem nos perceber tristes ou alegres e nos fazer sentir acarinhada, querida... Uns não são melhores nem piores que os outros; são diferentes, com qualidades que devemos salientar, com defeitos que devemos enfrentar (quando gostamos temos compromisso de ser fiéis até aos defeitos do nosso anjo). O importante é tentarmos ter sempre algum anjo com o qual possamos contar nas horas difíceis pra nos dar alento e nas horas alegres pra rir com a gente, rir da gente, da vida. Enfim... O importante é sermos Anjos... Espero ser um anjo para vocês.....

AGRADECIMENTOS

*" Escolho meus amigos pela cara lavada e pela alma exposta. Não quero só o ombro ou o colo, quero também sua maior alegria"
(Oscar Wilde)*

Ao Prof. Edmar José Borges de Santana, Coordenador do Programa Integrado de Pós Graduação, Doutorado em Odontologia UFPB/UFBA e atual Diretor da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia. Obrigada pelo seu empenho na implantação do Mestrado e Doutorado, na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia.

À Universidade Federal da Paraíba, pela acolhida durante a fase de cumprimento dos créditos do Curso de Doutorado, especialmente à Profa. Carmeli Sampaio, Prof. Lino Costa, Prof. Ricardo Duarte, Prof. Wilton Padilha e Prof. Fábio Sampaio.

À minha grande amiga Márcia Noya, fomos colegas no Mestrado e agora novamente no Doutorado..... tivemos a oportunidade de conviver e até morarmos juntas. Agradeço a Deus nossa amizade..... Amigo é coisa para se guardar.....debaixo de 7 chaves,.....dentro do coração.....

À minha grande amiga cientista Marleny Gerbi, o mais novo membro da minha família. Com você aprendi muito, tanto sobre Laser como também sobre vida. Afinal, quem tem experiência é assim...Seu entusiasmo com o LASER me contaminou..... Acho que esta letra foi feita para você... Amigo é coisa para se guardar...no lado esquerdo do peito...

À minha amiga Estela Soares..... A fruta só dá no tempo certo.... Quando Deus fecha uma porta abre várias janelas.... Meu carinho de sempre.....

*Ao meu amigo **Francisco Limeira Júnior**, nosso colega e protetor, Vou sentir saudades Obrigado pelo convívio.....*

*À **Profa. Dra. Maria Carmeli Sampaio**, pelo interesse e desempenho do crescimento da **Pós-Graduação em Odontologia** e em especial pela sua coerência demonstrada em todos os momentos.*

*Ao **Prof. Dr. Maurício Cardeal**, pela análise estatística deste trabalho.*

*À **Profa. Dra. Maria Cristina Teixeira Cangussu**, Doutora em Bioestatística, por me fazer entender de forma clara, a análise das tabelas e gráficos.*

*A **FAPESB**, pela concessão da nossa bolsa de Doutorado viabilizando assim, a confecção deste estudo.*

*Aos meus colegas, Professores da Disciplina de Endodontia da FOUFBA, **Silvio, Fátima, Cesar e Ana Graça**, pelo apoio e compreensão dos distanciamentos nos períodos destinados ao Doutorado;*

*Aos colegas **Sérgio Adriane, Jener Farias e Patrícia Lamberti Leite** da Área de Estomatologia, e Radiologia, agradeço a agradável convivência e amizade. Vou sentir saudades.....*

*A colega do Doutorado em Estomatologia, **Conceição Almeida Costa** e seus filhos **Marcelo e Eduardo**, pela gentil e alegre acolhida em sua residência em João Pessoa, Paraíba. Foram momentos inesquecíveis.....*

*Á Doutoranda **Samantha Seara da Cunha**, uma das minhas adoções, e a quem tenho muito carinho, agradeço sua presteza e amizade. **Mariana** vai adorar ser sua filha.....*

*Ao Doutorando **Daniel Pozza**, meu muito obrigado pelo apoio da **informática e fotografia**. Sua **presteza e disponibilidade**, foram fundamentais neste trabalho. **Espero poder retribuir.....***

*Aos sobrinhos, **Periandro Nogueira, Fátima Almeida, Clarice, Francisco e Rafael**, obrigado pela acolhida em São Paulo. A vocês, meu carinho.*

*Aos **estagiários da Clínica de Laser** da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia: **Rafael, Ana Paula, Nicole, Carol**. **Agradeço de coração, o apoio de todos vocês.***

*À **Manuela Pimentel Noia (Manu) e Priscila Chagas Oliveira (Pri)** com quem **partilhei alegrias e agonias, metodologia e bibliografias.....** Foram momentos **difícies porém maravilhosos, de excelente exemplo de dedicação, interesse, solidariedade e desprendimento**. A vocês, meu carinho, reconhecimento, amizade e gratidão. **A ajuda de vocês foi fundamental para a realização deste trabalho.***

*À **Teresa Costa**, pela sua **presteza e dedicação com a disciplina de Endodontia, com o Departamento de Clínica Odontológica e com a Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia.***

*À **Adriana Felix dos Santos**, nossa grande secretária, pela **disponibilidade e apoio em todos os momentos.***

*Aos **meus alunos** da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, sou muito grata pelo **incentivo e vibração por mais uma vitória na minha vida..... Ser um Professor, é antes de tudo, ser um eterno Aprendiz.....***

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

*" Eu fico com a pureza da resposta das crianças
É a vida, é bonita e é bonita....
viver, e não ter a vergonha de SER FELIZ....
Cantar e cantar e cantar
A beleza de ser um ETERNO APRENDIZ...
Ah meu Deus eu sei, eu sei
Que a vida devia ser bem melhor e será
Mas isso não impede que eu repita
É bonita, é bonita e é bonita"...
(Gonzaguinha)*

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTAS DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....	21
2. REVISTA DA LITERATURA.....	24
2.1 INFILTRAÇÃO MARGINAL APICAL.....	24
2.2 APICECTOMIA CONVENCIONAL E SELAMENTO APICAL.....	30
2.3 LASER DE Er:YAG NA CIRURGIA PARAENDODÔNTICA.....	37
3. PROPOSIÇÃO.....	61
4. METODOLOGIA	62
4.1 RESPALDO ÉTICO DA PESQUISA.....	62
4.2 HIPÓTESE.....	62
4.3 EQUIPAMENTOS.....	62
4.4 INSTRUMENTAL.....	63
4.5 MATERIAIS.....	64
4.6 SELEÇÃO E PREPARO DA AMOSTRA.....	64
5. RESULTADOS.....	75
6. DISCUSSÃO.....	90
7. CONCLUSÕES.....	99
REFERÊNCIAS.....	101
ANEXO A- TERMO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	
ANEXO B- TERMO DE DOAÇÃO DOS DENTES	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA: análise de variância

cms:centímetros

CO₂: Dióxido de carbono

CW: continuous wave (modo contínuo)

Ca⁴⁵ : Carbono 45

λ : comprimento de onda

cm:centímetro

DE: densidade de energia

DP: densidade de potência

DF: distância focal

DE:densidade de energia

DP: densidade de potencia

Er:YAG: Érbio:Ítrio-Alumínio-Granada

EDTA: Ácido Etileno Diamino Tetracético

EDTAC : solução aquosa do sal dissódico do ácido etileno diamino tetracético

EBA : ácido etoxi-benzóico

f: frequência

°C: grau Celcius

Hz: hertz (medida de frequência de picos em ondas eletromagnéticas expressas em ciclos por segundo)

J: Joule

J/cm²: joules por centímetro quadrado (energia total)

LASER: amplificação de luz por emissão estimulada de radiação

mJ: milijoules (medida de energia equivalente a 10⁻³ J)

MTA: cimento agregado mineral trióxido

Modo P: modo pulsado, modo pulsátil

MEV: microscópio / microscopia eletrônica de varredura

®: marca registrada

mW: miliwatt (medida de potência equivalente a 10⁻³ W)

mm: milímetro

μ: micron (unidade de medida equivalente a 10⁻⁶ m)

μm: micrometro

μs: microssegundo

ms: milissegundo

nm: nanômetro (equivalente a 10⁻⁹ m)

ns: nanossegundo (equivalente a 10⁻⁹ s)

NaOCl: hipoclorito de sódio

Nd:YAG: Neodímio:Ítrio-Alumínio-Granada

p: pulso

pps: número de pulsos de energia laser emitidos em 1 segundo

P: potencia

%: porcentagem

RPM: rotação por minuto

SP: superpulso

W: watt (potência)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Aparelho de Laser CO ₂	62
Figura 2– Aparelho de Laser Er:YAG.....	63
Figura 3– Representação gráfica (Box plot) da distribuição de infiltração apical de acordo com o grupo estudado (UFPB-UFBA,2004).....	76
Figura 4– Comparação entre os grupos estudados e os valores da Mediana (UFPB–UFBA– 2004).....	78
Figura 5– Fotografia correspondente ao dente 1 (6mm) do Grupo I (Apic Br).....	83
Figura 6– Fotografia correspondente ao dente 4 (0.5mm) do Grupo I (Apic Br).....	83
Figura 7–Fotografia correspondente ao dente 7 (1.5mm) do Grupo II (Apic Br+ Vitremer).....	84
Figura 8– Fotografia correspondente ao dente 11 (4mm) do Grupo II (Apic Br+ Vitremer).....	84
Figura 9– Fotografia correspondente ao dente 13 (0mm) do Grupo III (Apic Br+CO ₂).....	84
Figura 10– Fotografia correspondente ao dente 15 (8mm) do Grupo III (Apic Br+CO ₂).....	84
Figura 11– Fotografia correspondente ao dente 19 (9mm) do Grupo IV do (Er250mJ/15Hz).....	85

Figura 12 – Fotografia correspondente ao dente 22 (1mm)	
do Grupo IV (Er250mJ/15Hz).....	85
Figura 13 – Fotografia correspondente ao dente 29 (0.5mm)	
do Grupo V (Er400mJ/6Hz)	86
Figura 14– Fotografia correspondente ao dente 30 (2mm)	
do Grupo V (Er400mJ/6Hz).....	86
Figura 15– Fotografia correspondente ao dente 33 (1mm)	
do Grupo VI (Er250mJ/15Hz+Vitremer).....	87
Figura 16– Fotografia correspondente ao dente 34 (3mm)	
do Grupo VI (Er250mJ/15Hz+Vitremer).....	87
Figura 17– Fotografia correspondente ao dente 38 (3mm)	
do Grupo VII (Er400mJ/6Hz+Vitremer).....	88
Figura 18– Fotografia correspondente ao dente 40 (1mm)	
do Grupo VII (Er400mJ/6Hz+Vitremer).....	88
Figura 19– Fotografia correspondente ao dente 44 (0.5mm)	
do Grupo VIII (Er250mJ/15Hz+ CO ₂).....	88
Figura 20– Fotografia correspondente ao dente 46 (3mm)	
do Grupo VIII (Er250mJ/15Hz+ CO ₂).....	88
Figura 21– Fotografia correspondente ao dente 49 (1.5mm)	
do Grupo IX (Er400mJ/6Hz+ CO ₂).....	89

Figura 22– Fotografia correspondente ao dente 51 (0.5mm)

do Grupo IX (Er400mJ/6Hz+ CO₂).....89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficiente de correlação de Spearman (UFPB – UFBA – 2004).....	75
Tabela 2 - Estatísticas descritivas da distribuição de infiltração apical de acordo com o grupo estudado (UFPB-UFBA,2004).....	76
Tabela 3 - Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo I com os grupos estudados (UFPB-UFBA, 2004).....	79
Tabela 4 - Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 2 com os grupos estudados (UFPB-UFBA, 2004).....	79
Tabela 5 - Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 3 com os grupos estudados (UFPB-UFBA, 2004).....	80
Tabela 6 - Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 4 com os grupos estudados (UFPB-UFBA, 2004).....	80
Tabela 7 - Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 5 com os grupos estudados (UFPB-UFBA, 2004).....	81
Tabela 8 - Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 6 com os grupos estudados (UFPB-UFBA, 2004).....	82
Tabela 9 - Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 7 com os grupos estudados (UFPB-UFBA, 2004).....	82

Tabela 10 - Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 8 com os grupos estudados (UFPB-UFBA, 2004).....	82
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

RESUMO

O grande número de insucessos na Cirurgia Paraendodôntica está diretamente relacionado à falhas no selamento do remanescente dentário apicectomizado e conseqüente manutenção de um ambiente propício à perpetuação de processos infecciosos. Com intuito de compreender melhor este aspecto, este trabalho tem como objetivo verificar e comparar “in vitro”, a infiltração apical, através do uso de uma solução evidenciadora de Azul de Metileno a 2%, em dentes apicectomizados pela técnica convencional e através da luz Laser de Er:YAG, associados ou não a cimento Ionômero de Vidro e Laser de CO₂. Foram utilizados 54 dentes anteriores recém-extraídos, divididos aleatoriamente em nove grupos de seis dentes cada e realizadas as apicectomias, como a seguir: **Grupo I:** apicectomia convencional (brocas); **Grupo II:** apicectomia convencional (brocas) + retrobturação com cimento de ionômero de vidro (VITREMER[®] – 3M); **Grupo III:** apicectomia convencional (brocas) + vitrificação apical com Laser de Dióxido de Carbono (CO₂); **Grupo IV:** apicectomia com radiação Laser de Er:YAG 250 mJ/15Hz; **Grupo V:** apicectomia com radiação Laser de Er:YAG 400mJ/6Hz; **Grupo VI:** apicectomia com radiação Laser de Er:YAG 250 mJ/15 Hz e vitrificação com cimento de ionômero de vidro (VITREMER[®] – 3M); **Grupo VII:** apicectomia com radiação Laser de Er:YAG 400mJ/6 Hz e vitrificação com cimento de ionômero de vidro (VITREMER[®] – 3M); **Grupo VIII:** apicectomia com radiação Laser de Er:YAG 250mJ/15Hz e vitrificação apical com Laser de CO₂; **Grupo IX:** apicectomia com radiação Laser de Er:YAG 400mJ/6 Hz e vitrificação com Laser de CO₂. Após impermeabilização das raízes, estas permaneceram imersas em Solução de Azul de Metileno a 2%, em recipientes individuais, por 48 horas, mantidas em Estufa Microbiológica (FANEM[®]) a 37° C. Após lavagem, os espécimes foram seccionados e avaliados em relação à infiltração apical mediante a utilização de uma Lupa Estereoscópica (ZEISS[®]) e submetidos à análise estatística através do teste de Kruskal-Wallis. Os resultados mostraram que, o grupo IV (apicectomia com Laser de Er:YAG 250mJ/15Hz) foi o que apresentou os mais altos níveis de infiltração. Grupo IX (Er 400mJ/06Hz + CO₂) foi observado baixos níveis de infiltração do corante. Observou-se menor infiltração apical do corante no Grupo V (Er 400mJ/6Hz). Nos Grupos III (Apic + CO₂), Grupo VIII (Er250mJ/15Hz+ CO₂) e, demonstrando assim a utilização dos Laseres em apicectomias.

Palavras chaves: Apicectomia; Infiltração Apical, Laser de Er:YAG e CO₂

ABSTRACT

The high number of failure in Endodontic Surgery is mostly correlated to the lack of an adequate marginal sealing after an apicoectomy, compromising the maintenance of an environment not vulnerable to bacterial penetration. The aim of the present investigation was to evaluate (in vitro), by means of Methylene blue 2 %, the apical permeability of teeth after apicoectomy procedure performed either with conventional method or with Er:YAG Laser. Fifty-four freshly extracted anterior teeth were randomly divided into nine groups of six, and the apicoectomy was performed as follows: **Group I:** conventional apicoectomy (burs); **Group II:** conventional apicoectomy (burs) + retro filled with glass ionomer cement (VITREMER[®] – 3M); **Group III:** conventional apicoectomy (burs) + apical vitrification with CO₂ Laser; **Group IV:** apicoectomy with Er:YAG Laser, 250 mJ/15Hz; **Group V:** apicoectomy with Er:YAG Laser 400mJ/6Hz; **Group VI:** apicoectomy with Er:YAG Laser 250 mJ/15 Hz + retro filled with glass ionomer cement (VITREMER[®] – 3M); **Group VII:** apicoectomy with Er:YAG Laser 400mJ/6 Hz + retro filled with glass ionomer cement (VITREMER[®] – 3M); **Group VIII:** apicoectomy with Er:YAG Laser 250mJ/15Hz + apical vitrification with CO₂ Laser; **Group IX:** apicoectomy with Er:YAG Laser 400mJ/6 Hz + apical vitrification de CO₂ Laser. After impermeabilization, the roots remained immersed in individual recipients containing Methylene blue 2 % for a period of 48 hours and kept into a microbiological stove (FANEM[®]) at 37°C. Then, the specimens were cleaned, sectioned and taken to evaluation of apical permeability with a stereoscopic magnifying glass (ZEISS[®]) and submitted to statistical analysis through Kruskal-Wallis test. The results showed that group IV (apicoectomy with Er:YAG Laser 250mJ/15Hz) presented the highest levels of apical leakage. However, there was a reduction of permeability in group IX (apicoectomy with Er:YAG laser 400mJ/6 Hz + apical vitrification de CO₂ Laser.). The least levels of apical leakage were observed in group V (apicoectomy with Er:YAG Laser 400mJ/6Hz), justify therefore the use of Lasers in apicoectomy.

Key words: Apicoectomy; Apical infiltration; Er:YAG and CO₂ Laser

1. INTRODUÇÃO

Na literatura verifica-se que, os insucessos na cirurgia paraendodôntica estão dentre outros fatores, relacionados à falhas no selamento do remanescente dentário apicectomizado e conseqüente manutenção de um ambiente propício à perpetuação de processos infecciosos.

Sendo assim, na tentativa de reduzir estes insucessos, diversas alternativas no tratamento surgiram, tais quais: retrobturações, vários materiais retrobturadores, diferentes formas de preparo de loja e, mais recentemente a radiação Laser.

Dentre as inúmeras conquistas tecnológicas, o Laser é uma nova tecnologia que vem incorporando importância ímpar na terapêutica odontológica e aguçando cada vez mais o interesse da comunidade científica. A palavra LASER origina-se do inglês - *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* e se traduz como luz amplificada por emissão estimulada de radiação.

Estudos pioneiros como os de Stern e Sognaes (1964) já destacavam sua utilização em Odontologia. As propriedades de corte, coagulação, vaporização, carbonização e derretimento e recristalização dos tecidos, além do seu potencial de redução microbiana vieram contribuir para o controle de infecções refratárias e da permeabilidade dentinária através da superfície de corte, em dentes apicectomizados.

Os Laseres são equipamentos que podem levar uma quantidade fabulosa de energia aos tecidos com extrema precisão (BRUGNERA JUNIOR e

PINHEIRO, 1998). Atualmente muitos meios ativos estão disponíveis, e vários deles vêm sendo largamente usados no campo da Odontologia. Cada meio ativo resulta num tipo diferente de radiação, a qual possui um determinado efeito sobre os tecidos. Na literatura várias classificações têm sido propostas para os diversos tipos de Laseres, dentre elas destaca-se a classificação ampla, na qual os Laseres são divididos em dois grandes grupos: Laseres cirúrgicos ou ablativos e os Laseres não-cirúrgicos ou não-ablativos. Podem ser classificados também quanto à forma de emissão de radiação: contínuos, pulsáteis e Q-switched, como também a depender do meio ativo: sólido, líquido, gasoso ou misto.

A utilização de procedimentos com o Laser na Endodontia , cada vez vem se tornando mais freqüentes, destacando-se os Laseres de Nd:YAG, Er:YAG, CO₂ e, na esterilização de canais infectados, na fusão apical e no selamento de canais radiculares.

Nos casos de insucessos dos tratamentos endodônticos, quando se esgotam todos os recursos para a realização do tratamento endodôntico convencional e não solucionada a sintomatologia e/ou reação periapical, a cirurgia paraendodôntica é indicada como alternativa possível para debelar o processo inflamatório ou infeccioso, remoção de toda a lesão patológica e do fator etiológico, com o objetivo de promover a reparação dos tecidos periapicais e manutenção do elemento dentário.

Com a finalidade de promover uma obliteração mais hermética do canal radicular por via apical, segue-se a obturação retrógrada, que consiste numa medida de segurança adicional ao procedimento cirúrgico. Dentre os materiais

disponíveis para a obturação retrógrada, podemos citar: amálgama de Prata, Guta-Percha, resinas compostas, Ionômero de Vidro, cimento de poliacrilato e diversas pastas obturadoras. Estes materiais devem apresentar biocompatibilidade, impermeabilidade e atividade antimicrobiana, propriedades físico-químicas fundamentais a um bom material restaurador.

A escolha de uma técnica cirúrgica adequada e eficiente é fundamental para uma menor incidência de infiltração na superfície de corte, menor probabilidade de proliferação bacteriana e permanência da unidade dentária na arcada estará na dependência de todos estes fatores (CAVALCANTI *et al.*, 1999).

Com base no exposto, justifica-se a necessidade de estudos que avaliem a utilização do Laser nas cirurgias paraendodônticas, especialmente para verificar o benefício deste procedimento na eliminação ou redução da infiltração apical.

2. REVISTA DE LITERATURA

2.1 INFILTRAÇÃO MARGINAL APICAL

A infiltração marginal apical caracteriza-se pela passagem de fluidos teciduais pela interface formada entre as paredes do canal radicular e o material obturador, tornando-se nichos de proliferação bacteriana e conseqüentemente, fonte de irritação dos tecidos de sustentação do dente, perpetuando um estado de inflamação, principalmente na região periapical (BARBIZAN, 2001).

Os problemas relativos ao selamento apical e a importância da impermeabilização dos canais radiculares no intuito de se evitar que microrganismos e suas toxinas atinjam os tecidos apicais e periapicais, tem sido uma preocupação dentro da Endodontia.

A necessidade do completo selamento do canal radicular tem contribuído para o desenvolvimento de novos materiais e de novas técnicas, principalmente no que diz respeito ao terço apical, considerando as características anatômicas do sistema de canais radiculares e a biocompatibilidade dos materiais obturadores. Para contribuir com esta evolução, numerosos estudos vem sendo desenvolvidos visando encontrar um material obturador , que conduza a uma menor infiltração apical.

Analisando o comportamento de alguns materiais obturadores como a Guta-Percha, a cloropercha e o cimento de Rickert[®], McElroy (1955) concluiu que, a associação do cimento de Rickert[®] com cones de Guta-Percha

apresentou menor alteração dimensional e, conseqüentemente, menor infiltração marginal apical.

Estudos “in vitro” sobre a capacidade seladora de alguns materiais e algumas técnicas de obturação foram desenvolvidos por Goldberg e Frajlich em (1980) onde os autores ressaltaram a dificuldade da realização do selamento do sistema de canais radiculares, principalmente na região apical.

Através da infiltração do Ca^{45} , o selamento apical proporcionado pelas técnicas de obturação com guta-percha termoplastificada e condensação vertical, foi testado por Benner *et al.* (1981) e posteriormente por Veis *et al.* (1994). Os autores constataram não haver diferenças significantes entre as técnicas.

Uma análise comparativa da qualidade do selamento e da biocompatibilidade do cimento de Grossman[®] e de um cimento experimental à base de Hidróxido de Cálcio foi desenvolvida por Pitt Ford e Rowe (1989). O selamento apical dos canais obturados foi avaliado por meio da infiltração do corante Eosina a 1 % e os resultados demonstraram boa capacidade seladora e boa tolerância tecidual para ambos os cimentos testados.

Em 1990, Lage Marques verificou a eficiência do selamento marginal apical de obturações de canais radiculares, encontrando infiltração menor sempre que se associou a condensação vertical ao cone principal adaptado a 1 mm aquém do comprimento real do dente.

A fim de evidenciar a infiltração marginal apical, em dentes obturados pela técnica do cone único e com os cimentos endodônticos: Endométhasone[®], AH26, N-Rickert[®], Endo Fill[®], Pró-Canal[®] e Rickert-SP[®] Kuga *et al.* (1990)

utilizaram a solução de azul de Metileno a 2% e deixaram os dentes imersos por sete dias. Os autores concluíram que os cimentos mais eficientes foram o Endométhasone[®], AH26[®], N-Rickert[®] e Endo Fill[®].

Limkangwalmongkol *et al.* (1991) verificaram a infiltração apical em canais radiculares obturados com quatro cimentos endodônticos (Apexit[®], Sealapex[®], Tubli Seal[®] e AH26[®]) utilizando a técnica da condensação lateral da Guta-Percha. Durante o preparo químico cirúrgico, os canais radiculares foram irrigados com as soluções de Hipoclorito de Sódio a 1% e EDTA. A infiltração foi identificada com azul de Metileno a 2%. O cimento AH26 mostrou superioridade, com os menores níveis de infiltração, seguido pelo Apexit[®], Tubli Seal[®] e Sealapex[®]. Nesta mesma linha de pesquisa, Holland *et al.* (1991) observaram a infiltração apical em canais obturados com os cimentos endodônticos (FillCanal[®], Pulp Canal Sealer[®], Óxido de Zinco e eugenol, AH26[®], Sealapex[®], CRCS[®], New B2[®] e um cimento experimental desenvolvido na disciplina de Endodontia de Araçatuba-SP). Foi utilizada a técnica de condensação lateral, e cada um dos grupos experimentais foi dividido em dois subgrupos iguais. Metade dos dentes foram imersos, imediatamente depois de obturados, em solução de azul de Metileno a 2% sob vácuo 24 horas após a obturação e a outra metade foi imersa no corante sob as mesmas condições 75 dias após os dentes terem sido obturados. Os dentes foram seccionados no sentido longitudinal e as infiltrações apicais mensuradas com o auxílio de uma lupa estereoscópica. Os menores níveis de infiltração apical foram encontrados no grupo do Sealapex[®] e os maiores no grupo do FillCanal[®]. Os autores concluíram que, os dentes imersos no corante 75 dias após a obturação

apresentaram níveis de infiltração apical significativamente maiores do que aqueles imersos 24 horas após obturados.

Portman e Lussi (1994) avaliaram um método de obturação de canais radiculares através de um dispositivo capaz de criar vácuo no interior dos canais radiculares, o que possibilitava a sua obturação. Os autores compararam a eficácia deste novo método com a técnica da condensação lateral da Guta-Percha. Avaliaram a infiltração apical, através de tinta Nanquim, na qual os dentes ficaram imersos por sete dias, sendo posteriormente diafanizados. Os resultados, aferidos em lupa estereoscópica, mostraram que este novo método diminuiu significativamente os níveis de infiltração marginal apical.

Koch, Min e Stewart (1994) avaliaram a capacidade seladora dos cimentos endodônticos Ketac-Endo[®] e tipo Grossman[®], por meio do método de infiltração marginal apical, através de tinta Nanquim. Os autores utilizaram, na obturação, cones de Guta-Percha associados aos cimentos endodônticos, e realizaram, tanto a técnica de condensação lateral dos cones acessórios de guta-percha como a técnica do cone único. Os dentes foram diafanizados e a infiltração marginal apical foi mensurada por meio de lupa estereoscópica. Os resultados demonstraram menores níveis de infiltração marginal apical nos canais radiculares obturados com o cimento Ketac-Endo[®] e, dentre as técnicas utilizadas, a condensação lateral mostrou-se mais eficiente que a técnica do cone único.

A capacidade seladora dos cimentos endodônticos em dentes obturados pela técnica da condensação lateral da Guta-Percha foi avaliada por FACHIN

et al., 1995. A infiltração marginal apical foi detectada através de tinta Nanquim, na qual os dentes ficaram imersos por 72 horas e após esta fase, foram diafanizados. Os resultados evidenciaram níveis menores de infiltração, quando o cimento FillCanal[®] foi utilizado, seguido pelo cimento N-Rickert[®] e Sealer 26[®].

HOLLAND *et al.* (1996) avaliaram a capacidade de selamento dos cimentos endodônticos contendo Hidróxido de Cálcio, e à base de Óxido de Zinco e eugenol, usado como controle. Os dentes foram obturados pela técnica de condensação lateral da Guta-Percha e, a seguir, imersos em solução de azul de Metileno a 2% por 12 horas,. Para a aferição dos resultados, os dentes foram cortados no sentido longitudinal e os níveis de infiltração marginal apical, medidos com o auxílio de lupa estereoscópica dotada de ocular milimetrada. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os cimentos testados, que puderam ser agrupados em Sealapex[®], Apexit[®] e Sealer 26[®] com os melhores resultados.

ÖZATA *et al.* (1999) testaram três tipos de cimentos endodônticos Apexit[®], Diaket[®], e Ketac-Endo[®] quanto à capacidade de selamento apical. Os dentes foram obturados com o uso da técnica de condensação lateral da Guta-Percha. A solução de azul de Metileno a 2% foi usada como agente identificador. Os resultados evidenciaram que os canais obturados com o cimento Ketac-Endo[®] apresentavam maiores níveis de infiltração apical (diferença entre os cimentos).

Não foram evidenciadas diferenças estatisticamente significantes quando Ferraz (1999) e Santa-Cecília *et al.*, (1999) compararam a infiltração

marginal apical em dentes obturados pelas técnicas de condensação lateral da Guta-Percha e técnicas mais modernas, utilizando para avaliar a infiltração a tinta Nanquim e diafanização dos dentes.

O método de reconstrução tridimensional proposto por Lyroudia *et al.* (2000) quantifica a infiltração marginal apical, através da reconstrução tridimensional da raiz por meio de digitalização de imagens. Os autores recomendam que, após a obturação dos dentes, eles devem ser imersos em tinta Nanquim por cinco dias e, a seguir, a raiz deve ser seccionada no sentido transversal em cortes seriados de 0,75 mm. Os cortes obtidos devem ser fotografados e as imagens digitalizadas e com o auxílio do programa de computador Eikona 3D, é que quantifica-se a infiltração apical.

De Almeida *et al.* (2000) estudaram a capacidade de selamento apical dos cimentos endodônticos FillCanal[®], Ketac-Endo[®] e AH plus[®] em dentes obturados pela técnica da condensação lateral da Guta-Percha. Os autores utilizaram como agente identificador da infiltração o corante azul de Metileno a 2%, na qual os dentes ficaram imersos por 24 horas sob vácuo. A seguir, as amostras foram cortadas no sentido do longo eixo da raiz e os níveis de infiltração aferidos com o auxílio de um projetor de perfil. Os resultados mostraram superioridade do cimento AH plus[®] em relação aos demais cimentos.

2.2 APICECTOMIA CONVENCIONAL (BROCAS) E SELAMENTO APICAL

A apicectomia, é um ato cirúrgico que consiste na ressecção da porção radicular que contém o espaço do canal não debridado/não obturado, com o objetivo de obturação apical e vedação do canal, quando já foram esgotadas todas as alternativas de abordagem coronal. Após a ressecção do ápice radicular, geralmente com brocas, pode-se optar ou não, pela retrobturação que consiste num preparo de uma cavidade tipo classe I, com 03 a 04 mm de profundidade, realizado com peças de mão de baixa velocidade. Posteriormente, esta cavidade deverá ser preenchida com materiais biocompatíveis, não-reabsorvíveis, de fácil inserção e preferencialmente visíveis radiograficamente (PETERSON *et al.*, 2000).

A grande maioria dos estudos encontrados sobre apicectomias utiliza as brocas tronco-cônicas e fresas para o corte apical e sempre no sentido perpendicular ao eixo do dente. Com o desenvolvimento de novas tecnologias este quadro vem sendo modificado, tanto em relação ao corte propriamente dito, com Laseres por exemplo, como também à variação da angulação deste corte. Pode ser realizado perpendicular ao longo eixo do dente ou transversalmente ao ápice como recomendam Marzola, Klug e Toledo Filho (2002), cujos autores justificam este fato, pela redução do número de túbulos dentinários expostos à superfície externa da raiz.

Uma das opções na cirurgia paraendodôntica é a retrobturação já recomendada por Friedman em 1991 num trabalho de revisão da literatura,

como rotina durante as apicectomias afirmando ainda que, quanto maior for a profundidade da retrobturação melhor será o selamento marginal apical.

Para a escolha do material retrobturador, alguns requisitos, são fundamentais: biocompatibilidade, impermeabilidade, atividade antimicrobiana. Embora os avanços venham ocorrendo, vale ressaltar que, ainda não foi encontrado o material retrobturador ideal (ALBERGARIA, MARQUES, ARAÚJO, 1993; PETERSON *et al.*, 2000).

Existe uma enorme variedade de materiais disponíveis para obturação retrógrada, dentre eles, estão: amálgama de Prata, Guta-Percha, resinas compostas, Ionômero de Vidro, cimento de policarboxilato, cimento agregado mineral trióxido (MTA) e diversas preparações de pastas obturadoras.

O selamento apical em retrobturações com o amálgama, com a Guta-Percha, com o amálgama associado ao verniz cavitário foi avaliado por Tuggle *et al.*, (1989). Em cada grupo, 20 dentes unirradiculares extraídos foram limpos, instrumentados e obturados endodonticamente, submetidos a apicectomias, retrobturados e, logo após, imersos numa solução de azul de Metileno a 2% durante duas semanas. Os resultados demonstraram, uma menor infiltração no grupo onde foi usado o amálgama associado ao verniz cavitário.

O selamento apical e a qualidade das obturações em apenas apicectomias, em apicectomias com retrobturação, como também em retro-instrumentação com retrobturação foram comparados por Kuga e Keine (1989). Trinta dentes caninos tiveram seus canais radiculares preparados e obturados pela técnica de condensação lateral ativa. Após o preparo apical, os dentes foram imersos em uma solução de azul de Metileno a 2%. A infiltração marginal

não diferiu significadamente entre as técnicas empregadas, porém, a qualidade radiográfica das retrobturações foi melhor.

Em 12 caninos humanos extraídos, apicectomizados e retrobturados com amálgama foram produzidas micro-infiltrações tanto no sentido apical como no sentido coronário, através de um sistema pressurizado. Foram observados em vários intervalos de tempo (1min e 30 seg, seis horas, um dia, dois dias, uma, duas, quatro e oito semanas) após a realização das apicectomias. A infiltração no sentido apical foi sempre maior que a coronária. A infiltração em ambos os sentidos diminuiu consideravelmente entre os intervalos de 1minuto e 30 segundos e seis horas (YOSHIMURA, MARSHALL, TINKLE, 1990).

A capacidade seladora de quatro materiais retrobturadores foi avaliado “in vitro” por Danin *et al.*, (1992). Os autores constataram, utilizando isótopos radioativos, (Sealapex[®]) (Hidróxido de Cálcio) e a resina composta (Palfique Light[®]) apresentaram infiltração significativamente menor que o amálgama (Amalcap[®]) e o cimento ionomérico (Ketac Silver[®]).

O selamento apical de retrobturações com amálgama, foi estudado em 86 dentes extraídos, divididos em três grupos experimentais: amálgama, amálgama com verniz forrador de cavidades ou amálgama com cimento de Grossman. Os dentes foram imersos por três meses no corante e, após o processo de limpeza, verificaram que a penetração do corante foi estatisticamente menor no grupo que recebeu retrobturação com amálgama (CATHERS, ROAHEN e LAKES, 1993).

O Cimento de Ionômero de Vidro promoveu um melhor selamento apical em retrobturações quando comparado ao amálgama, Guta-Percha e cimento de policarboxilato de zinco no estudo de Alhadalny, Elsaed e Elbaghdady (1993). Os espécimes receberam tratamento endodôntico e seus ápices foram removidos a 2mm da porção apical.

A capacidade seladora do cimento de Ionômero de Vidro e do cimento de óxido de Zinco e eugenol, como materiais retrobturadores, foi estudada e comparada com a do amálgama. Três métodos de avaliação foram empregados: infiltração bacteriana; infiltração pela tinta Nanquim; e adaptação marginal dente/retrobturação. Foram utilizados oitenta dentes unirradiculares tratados endodônticamente, apicectomizados e retrobturados. A infiltração bacteriana ocorreu com maior intensidade no grupo retrobturado com amálgama quando comparado ao Ionômero de Vidro ou cimento de Óxido de Zinco e eugenol. Houve maior penetração do Nanquim no grupo do amálgama em comparação aos dois outros grupos. A interface dente/retrobturação foi maior com a amálgama e menor com o Ionômero de Vidro. A capacidade seladora do cimento de Ionômero de Vidro foi similar ao cimento de óxido de Zinco e eugenol, e, ambos obtiveram desempenho melhor do que o amálgama (CHONG *et al* (1995).

Santos, Cardoso e Miranda Júnior (1998) ressaltam que, o Cimento de Ionômero de Vidro é um material que apresenta adesão química ao dente. Sua biocompatibilidade e citotoxicidade, potencial de selamento apical, atividade antimicrobiana demonstram requisitos satisfatórios para o uso como material retrobturador.

Quesada (2001) também avaliou “in vitro”, a eficiência do selamento apical de materiais retrobturadores (Vitremer[®], Super Bond[®] e Sealer 26[®]) em dentes apicectomizados. Foram realizadas apicectomias dos 3mm aquém da porção apical e fixados pinos metálicos nas aberturas cervicais dos condutos radiculares com Guta-Percha. As raízes dentárias foram impermeabilizadas com esmalte para unhas, deixando apenas a porção apical exposta. Os dentes foram subdivididos em seis grupos de 12 dentes: grupo 1 (cobertura com Ionômetro de Vidro fotopolimerizável); grupo 2 (retrobturação e cobertura com Ionômero de Vidro fotopolimerizável); grupo 3, submetido à cobertura com cianoacrilato; o grupo 4 submetido à retrobturação e cobertura com cianoacrilato; grupo 5 (cobertura com cimento endodôntico) e o grupo 6 submetido à retrobturação e cobertura com cimento endodôntico. Os dentes foram parcialmente imersos em solução de azul de Metileno a 0,2% por 24 horas. Os resultados mostraram que somente os dentes do grupo 2, submetidos à retrobturação e cobertura com Ionômero de Vidro fotopolimerizável apresentaram-se livres de infiltração.

Gilheary, Figdor, Tyas (1994) verificaram que o aumento da profundidade da cavidade apical diminui a infiltração, e que esta aumenta quando o ângulo de secção apical tende a 45⁰. Neste estudo, as apicectomias foram feitas com ângulos de 0⁰, 30⁰ e 45⁰ em relação ao longo eixo do dente e todas as cavidades apicais retrobturadas com Ketac Silver[®].

O acabamento realizado com uma ponta Shofu, das superfícies de corte e de retrobturações (amálgama de prata, guta-percha, óxido de Zinco e eugenol) em apicectomias (broca tronco-cônica de fissura) foram avaliadas por

Moraes, Heck, Aragão (1992). Concluiu-se que, o grupo submetido ao acabamento com a ponta Shofu apresentava uma superfície mais lisa, o que provavelmente proporcionaria uma melhor reparação.

Puricelli *et al* (2000) avaliaram “in vitro”, o selamento dentinário apical, de acordo com diferentes tipos de acabamento após a apicectomia. Foram utilizados 60 dentes caninos humanos submetidos à tratamento endodôntico seguido de apicectomia, e divididos aleatoriamente em três grupos. Os espécimes do grupo I não receberam nenhum acabamento da superfície apicectomizada. Os do grupo II receberam acabamento com broca multilaminada e os do grupo III receberam acabamento com broca multilaminada, seguido de ponta para brunimento. As superfícies foram impermeabilizadas com esmalte de unha, com exceção da superfície apical e as raízes imersas em solução de azul de Metileno a 2% por 72 horas. A infiltração foi medida em mm na face interna das raízes seccionadas. Os maiores escores de infiltração foram encontrados no grupo I (sem acabamento). Os grupos II e III (com acabamento) não diferiram entre si de maneira estatisticamente significativa. Os autores concluíram que, o acabamento da superfície de corte após apicectomias com brocas multilaminadas diminui significativamente a infiltração do corante através da dentina apical. O emprego adicional de broca de brunimento promoveu diminuição ainda maior desta infiltração.

Avaliando-se a reparação apical através da avaliação clínica e radiográfica de dentes submetidos a apicectomias e retrobturações apicais com amálgama de prata ou cimento de Ionômero de Vidro, os estudos não

demonstraram diferença significativa entre os materiais empregados. Os índices de sucesso foram elevados para os dois materiais utilizados: 91% para o amálgama e 89% para o Ionômero de Vidro. A contaminação por sangue ou saliva alterou o desempenho de ambos os materiais e, estava mais relacionada com os casos de insucesso (ZETTERQVIST, HOLMLUND, SWEDEN, 1991).

Considerando ainda, a reparação tecidual frente ao material retrobturador após apicectomias, Jesslen, Zetterqvist, Heimdahl (1995), estudaram comparativamente o amálgama e o Ionômero de Vidro. Um total de 67 dentes de 64 pacientes teve seus ápices amputados e receberam aleatoriamente um dos dois materiais citados para retrobturação. A reparação tecidual foi então avaliada clínica e radiograficamente no período de um a cinco anos. As margens de sucesso foram de 90% no primeiro ano, caindo para 85% no quinto ano e comportamento similar entre os dois materiais.

Danin *et al.* (1996) compararam os resultados obtidos entre o retratamento de canal radicular ou a intervenção cirúrgica para o tratamento das lesões periapicais não curadas pelo tratamento endodôntico convencional. Os tratamentos realizados foram avaliados e comparados clínica e radiograficamente, após doze meses. O maior índice de sucesso foi observado no grupo tratado através da cirurgia. Os autores concluíram que a cirurgia periapical pode ser considerada como uma alternativa ao retratamento de canal nos casos de reações periapicais não solucionadas.

Nos últimos anos, um grande número de pesquisas tem sido desenvolvidas, onde novos métodos de apicectomias tem sido realizadas principalmente utilizando os aparelhos de Laseres.

2.3 UTILIZAÇÃO DO LASER DE Er:YAG NA CIRURGIA PARAENDODÔNTICA

Os efeitos da irradiação Laser na superfície dentária vêm sendo estudados em todas as áreas da Odontologia, com a proposta de sua incorporação como coadjuvante dos tratamentos convencionais.

A utilização dos Laseres ablativos na desinfecção dos canais radiculares, tem sido uma prática cada vez mais constante. Os estudos de Weichman e Johnson (1971) e Weichman , Johnson e Nitta (1972) sobre selamento do forame apical, onde foram aplicados os Laseres de CO₂ e o de Nd:YAG funcionaram como um ponto de partida para novas pesquisas dentro da Endodontia.

A segurança e a rapidez na realização de tratamento endodôntico podem ser aumentadas com a utilização dos Laseres, especialmente no que se refere a esterilização dos canais radiculares, da região apical, e mais especificamente à cirurgia periapical (PINHEIRO e FRAME, 1992).

Nos últimos anos, o Laser Er:YAG tem atraído especial atenção de estudiosos, devido principalmente à vantagens como: maior eficiência na ablação sem modificações estruturais e com alterações de temperatura que não ultrapassam os 4 ° C (BURKES *et al.*, 1992).

A utilização do Laser de Er:YAG em Odontologia foi descrita em 1988 por Hibst e Keller. Os autores já o consideravam, como um sistema promissor, por emitir comprimento de onda (λ) de 2,94 μ m, que coincide com o pico de absorção da água, resultando em boa absorção nos tecidos biológicos,

incluindo esmalte e dentina. O Laser de Er:YAG foi o primeiro a ser aprovado pelo FDA (Foods and Drugs Administration - USA) para remoção de tecido dental.

Zakariassen e Dederich (1991) afirmaram que devemos conhecer as interações entre o tipo de Laser, o comprimento de onda, a frequência e a potência emitida para determinarmos o quanto de energia será absorvida. Em relação à ação em profundidade citam como exemplo, o Laser de CO₂, que por ter afinidade com a água e com matéria orgânica, determina uma menor profundidade de penetração e, conseqüentemente, uma menor dispersão da luz Laser. Já, o Laser de Nd:YAG apresenta uma maior absorção em pigmentos, atingindo uma maior profundidade tecidual .

Wigdor *et al.* (1992), comprovaram que o Laser de Er:YAG provoca menores danos à superfície através de um estudo comparativo dos efeitos morfológicos do Laser de CO₂, Nd:YAG, Er:YAG e peça de mão com fresas cirúrgicas (15.000 RPM). Este efeito é atribuído ao fato deste Laser apresentar grande afinidade por água e Hidroxiapatita, com ação superficial, deixando o dente livre de *debris*, enquanto o Laser de Nd:YAG atua na profundidade, selando os canalículos dentinários. Já o Laser de CO₂ provocou crateras, carbonização, associado ao selamento dos canalículos dentinários.

Comparando diferentes tipos de Laser, e os seus efeitos nos tecidos dentários, Frentzen e Koort (1992) observaram os Laser de Er:YAG e Nd:YAG e verificaram diferentes graus de absorção dos tecidos. Os achados comprovam grande afinidade do Laser de Er:YAG com a água e a Hidroxiapatita, assim como a transmissão do Laser de Nd:YAG nestes tecidos.

Constataram ainda que, a interação do Laser de Er:YAG com os tecidos calcificados do dente resultam na efetiva remoção a partir de uma reação termo-mecânica. Ao analisarem os resultados da aplicação do Laser de Nd:YAG (aplicações superiores a 100 mJ/pulso) nos tecidos calcificados, foram observadas áreas de necrose.

A necessidade do conhecimento a respeito da interação tecidual dos Laseres com os tecidos mineralizados levou Hibst e Keller em 1989, a investigação da eficiência do Laser de Er:YAG em esmalte e dentina através da medida da taxa de ablação em cavidades preparadas em dentes humanos, com parâmetros de 30-360mJ por pulso e $f=1\text{Hz}$. Uma comparação desses preparos com cavidades produzidas pelo Laser de CO_2 ($E=1\text{J}$ e $P=20\text{w}$ e $T=20\text{ms}$ e 500ms) foi realizada. Os autores concluíram que o Laser de Er:YAG é absorvido nas substâncias duras do dente, pela água e pelos componentes inorgânicos ocasionando um pequeno aquecimento. O esmalte e a dentina são removidos pelo processo de vaporização e microexplosão, promovendo uma boa qualidade das paredes da cavidade. Em relação à medidas de temperatura, observou-se a transmissão de uma quantidade mínima de aquecimento aos tecidos circunvizinhos por difusão térmica quando foi usado o Laser de Er:YAG, o mesmo não ocorrendo quando foi utilizado o Laser de CO_2 .

Para verificar a eficiência da associação do uso do Laser de CO_2 e alguns materiais retrobturadores na descontaminação e vedamento dos túbulos dentinários em cirurgias periapicais, Friedman, Rotstein e Mahamid (1991) encontraram 89% de resultados positivos no grupo do amálgama de Prata e

verniz; um índice de 60%, foi observado, no grupo onde foi utilizada resina fotopolimerizada, enquanto que o índice de sucesso do cimento de Ionômero de Vidro foi de 69%. Nos grupos em que houve associação do Laser ao material obturador, não havia diferença estatística. A inclinação imposta entre a fibra-óptica e o longo eixo do dente no momento do corte determinará o número de canalículos abertos expostos e a direção destes túbulos em relação ao material retrobturador. Os autores comentam que a vestibularização e a inclinação do corte é um facilitador do acesso à cavidade cirúrgica.

Em 2002, Junqueira Junior realizou um estudo com o objetivo de avaliar *In Vitro* , através de MEV, a influencia do ângulo de incidência do feixe Laser na morfologia do esmalte e dentina, irradiados com Laser de Er: YAG (82940 nm, E= 40 a 600mJ, f= 1 a 25 Hz). Para isto, utilizou 24 incisivos bovinos divididos em oito grupos, sendo quatro de esmalte e quatro de dentina com três amostras. Cada espécime recebeu três aplicações com o ângulo de incidência do feixe Laser com relação a superfície dental de 90, 50 e 20 graus , respectivamente e frequência de 2Hz com 20 pulsos em cada aplicação. Os grupos foram então divididos segundo o parâmetro de energia que no esmalte variou de 250 a 400 mJ e na dentina variou de 200 a 350 mJ. Os resultados demonstraram que, o ângulo de incidência tem influencia direta no aspecto morfológico das cavidades produzidas em esmalte e dentina e também na estrutura dos prismas de esmalte e que, os parâmetros do ângulo de incidência e energia estão diretamente relacionados com a quantidade de estrutura dental ablacionada.

O preparo cavitário para retrobturação com o Laser de Er:YAG foi estudado, utilizando diferentes materiais e testando a microinfiltração de dois corantes. Não foram encontradas diferenças, quando foi usado o amálgama como material restaurador associado ao preparo cavitário com broca e com Laser. Quando foi utilizado, resina composta para retrobturação, os espécimes mostraram menor infiltração quando a cavidade foi preparada com o Laser de Er:YAG, sendo atribuída a melhor adesão, entre os compósitos e as paredes cavitárias, ao Laser de Er:YAG (KELLER e HIBST , 1993)

O uso de Laser em apicectomias com cortes realizados a 2 mm do ápice dentário com preparo para retrobturação em amálgama foi avaliado por Stabholz, Khayat e Shoreh (1992). Os grupos comparados eram com verniz cavitário e amálgama, com e sem associação da Laserterapia na cavidade da obturação, utilizando o Laser de Nd:YAG sem refrigeração (P=3W, 150 mJ/pulso, F=20Hz) . Um segundo momento de aplicação foi usado sob refrigeração do “ spray ” de água do equipo (P=1.9 W, 95 mJ/pulso, F=20Hz). Apenas a área apical permaneceu imersa em azul de Metileno durante 48 h. O grupo que utilizou a Laserterapia apresentou uma reduzida permeabilidade dos túbulos dentinários ao corante, concluindo-se que, este tipo de Laser reduz a permeabilidade em apicectomias.

Tanji e Matsumoto (1994) investigaram através dos Laseres de Nd:YAG, CO₂ e Argônio, as alterações morfológicas dentinárias, avaliando estes efeitos à luz da microscopia eletrônica. O Laser de CO₂ (2 W, no modo contínuo, 1 segundo), não foi capaz de provocar a fusão tecidual, por não atingir a DE (densidade de energia) necessária para estes efeitos.

A alteração morfológica da superfície dentinária apical após apicectomia com o Laser de Er:YAG, interferindo na permeabilidade dentinária foram analisadas através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) num estudo “in vitro” por Gouw-Soares, Lage-Marques e Eduardo (1996). Os cortes apicais foram realizados a 3mm do ápice com o Laser de Er:YAG (modo pulsado, λ 2,94 μ m, não-contato e sob refrigeração). As raízes foram divididas em três grupos de 10. No grupo I, utilizou-se o Laser pulsado de Er:YAG (250mJ, 6Hz e DE = 35,31J/cm²). No grupo II, foi utilizado o mesmo Laser com parâmetros de 400mJ, 6Hz e DE =56,50 J/cm² . No Grupo III (controle) os espécimes foram cortados com ponta montada cilíndrica em alta rotação. Os resultados demonstraram que a superfície irradiada com as densidades de energia selecionadas, teve os debris removidos sem que houvesse carbonização e outros danos estruturais, comprovando ser o Laser de Er:YAG, uma alternativa viável em apicectomias.

Fachin (1997) analisando a dentina e o cimento dentário, avaliou as alterações morfológicas em trincas radiculares submetidas aos efeitos do Laser de CO₂ e Nd:YAG, através de MEV e do microscópio metalográfico. Foram observadas crateras com bordas elevadas e nítidas áreas de fusão tecidual, sem a obtenção do selamento das bordas e das trincas radiculares. Ao exame de MEV, verificaram-se também regiões lisas e brilhantes, junto a túbulos dentinários parcialmente fundidos. O estudo morfométrico revelou que os aspectos de extensão e profundidade da irradiação são proporcionais aos parâmetros utilizados, para o Laser de CO₂ (14W, CW) e com (9,6 W, CW) modo pulsado do Laser de Nd:YAG.

Komori *et al* (1997) compararam os efeitos morfológicos provocados em procedimentos da apicectomia, variando os tipos de Laseres: Er:YAG (8 Hz, 350 mJ), Ho: YAG (1.0 W, e 10 Hz), e CO₂ (CW) sem refrigeração, além de um micromotor com baixa-rotação. Através de MEV observou-se nos espécimes tratados com o Laser de Er:YAG a presença de uma superfície lisa, sem a presença de espaços entre a Guta-Percha e as paredes dentinárias. No grupo de dentes tratados com o Laser de Ho: YAG foram observadas crateras e um aumento do espaço entre os cones de Guta-Percha e a dentina. Os espécimes seccionados apicalmente com o Laser de CO₂ sem refrigeração, apresentaram um grande número de trincas e sinais de carbonização associados à descoloração evidentes. Já nos espécimes tratados com micromotor e fresas de baixa rotação, foi observado grande quantidade de detritos mas nenhum espaço entre o tratamento endodôntico e as paredes do canal. Não houve fusão e recristalização do tecido dentário em nenhum dos grupos. Os resultados mostraram que o Laser de Er:YAG possui um grande potencial de ressecção do tecido dentário, sem provocar danos térmicos aos tecidos.

Aun *et al* (1997) analisaram a influência da irradiação do Laser de CO₂ sobre a morfologia da superfície dentinária e da união entre o material retrobturador e a cavidade apical. Os espécimes foram divididos em quatro grupos utilizando as seguintes especificações: grupo I - Super^{EBA}; grupo II - Super^{EBA} + Laser de CO₂ (2 W, 20 ms, DP= 397,93 W/cm²); grupo III - cimento de Ionômero de Vidro e grupo IV - cimento de Ionômero de Vidro + Laser de CO₂ (2 W, 20 ms, DP= 397,93 W/cm²). Os autores observaram em MEV que,

as superfícies dentinárias irradiadas com o Laser apresentaram áreas fusionadas. Os grupos retrobturados com o Super EBA[®] e com o cimento de Ionômero de Vidro apresentaram superfícies irregulares, devido provavelmente à carbonização provocada pelo Laser. Nos grupos submetidos à ação do Laser, as amostras apresentaram aumento da interface entre as paredes da cavidade e o material retrobturador.

Os efeitos das propriedades de fusão e recristalização tecidual do Laser de Nd:YAG, sobre a superfície cementária apical motivou uma pesquisa com 30 dentes unirradiculares, divididos em 03 grupos, com aplicação na hemiface vestibular do Laser de Nd:YAG (1,2 W, 1,6 W ;P=2,0 W, com 20 pps, durante 30 s). Como grupo controle, foi considerada a hemiface lingual ou palatina. Os dentes foram analisados à luz do MEV, onde observou-se alterações na morfologia cementária apical, evidenciando um aumento da lisura e da homogeneidade radicular dentária nos grupos I (1,2W) e II (1,6 W). O grupo II apresentou melhores resultados, apresentando em 80% dos dentes uma superfície cementária avaliada como ótima. No grupo III foi observada fusão tecidual, acompanhada de pontos de carbonização e crateras na superfície cementária apical (CUNHA FILHO (1997); CUNHA FILHO e VEECK (1999).

Vale *et al* (2002) avaliaram, através da microscopia ótica, a alteração da área da secção transversal de canais radiculares instrumentados e submetidos à aplicação do Laser de Er:YAG, utilizando 15 incisivos centrais superiores humanos recém-extraídos submetidos a tratamento endodôntico. Os espécimes foram seccionados transversalmente no nível do terço médio-apical (últimos 5mm). Após isso, foram submetidas à ação do Laser de Er:YAG (100

mJ, 10Hz, 5s) para a secção 1 (terço cervical/médio) e para a secção 2 (terço apical), usaram os mesmos parâmetros do Laser só que o tempo foi de dois segundos. A medida da área foi realizada através do programa SigmaScan antes e após a aplicação do Laser de Er:YAG. Concluiu-se que, o Laser de Er:YAG aumentou a área de ambas secções transversais em 53,33% dos espécimes avaliados.

Simeone, Gallet e Papini (1996), avaliaram “in vitro”, as energias necessárias para se obter efetividade, sem danos aos tecidos periodontais e pulpares, num procedimento de alisamento radicular com o Laser de CO₂ (CW), utilizando um equipamento “termo-visor” (câmara de infravermelho e um termômetro) no interior do canal, para mensurar as temperaturas de diferentes energias irradiadas com o Laser na superfície cementária. Energias de 2 a 4,5J, por até 0.6s, podem auxiliar na desinfecção da superfície cementária, sem provocar danos ao dente.

Dentes unirradiculares tratados endodonticamente e apicectomizados por meio do Laser de Er:YAG em modo pulsátil foram avaliados por Paghdiwala (1993). Através de microscopia óptica e eletrônica, as superfícies irradiadas foram examinadas, concluindo, o autor, que o Laser de Er:YAG tem boa aplicação na cirurgia periapical.

Cussioli (1999) estudou “in vitro” o efeito da aplicação do Laser de Er:YAG e da solução de EDTAC (solução aquosa do sal dissódico do ácido etilenodiaminotetracético a 15%, pH 7,3, + 0,1 % de Cetavlon) na superfície dentinária sobre a adesividade de cimentos endodônticos à base de resina epóxica. Neste estudo, utilizou-se 99 molares superiores humanos de estoque

e divididos em três grupos com 33 dentes cada. No grupo I, a superfície dentinária não recebeu nenhum tratamento. No grupo II, aplicou-se na dentina uma solução de EDTAC por cinco minutos e, no grupo III, a dentina recebeu a aplicação do Laser de Er:YAG (P=2,25 W; DF= 11mm; f =4Hz; 1min, E= 200mJ, com um total de 62J de energia aplicados ao dente. De cada grupo foram retirados três dentes e enviados para a análise de MEV. Cada grupo ficou constituído com trinta dentes, que receberam os cimentos obturadores para o estudo da adesão. Os cimentos endodônticos à base de resina epóxica testados foram: AH Plus[®] , Topseal[®] , Sealer 26[®] , AH 26[®] e o Sealer Plus[®] Sendo utilizado como controle o cimento Fillcanal[®] (óxido de Zinco e eugenol). Os resultados evidenciaram que, a dentina tratada com Laser de Er:YAG propiciou maior adesividade, a dentina tratada com a solução de EDTAC proporcionou adesividade intermediária e a dentina que não recebeu tratamento algum mostrou a menor adesividade. Quanto aos cimentos endodônticos testados, observou-se o AH Plus[®] , com a maior adesividade; Topseal[®] e Sealer 26[®] , com valores estatisticamente semelhantes; AH 26[®]; Sealer Plus[®] e Fillcanal[®] , com o menor valor de adesividade.

Schoop *et al* (2001) avaliaram “in vitro” os efeitos do Laser de Er:YAG nas superfícies radiculares submetidas a terapia periodontal. Foram utilizados 20 dentes humanos extraídos subdivididos em quatro grupos de cinco dentes cada. O grupo I, recebeu irradiação com o Laser de Er:YAG utilizando parâmetros de 100mJ / 15pps por 5 x 5s. O grupo II foi submetido a tratamento manual. No grupo III foi realizada uma associação de terapia manual + Laser repetindo-se os mesmos parâmetros e o grupo IV, foi considerado controle. Foi

observado aumento de temperatura na cavidade pulpar em 10 dentes, sem contudo ultrapassar 4,5°C. Estes resultados mostram que é possível a remoção de cálculos dentários e placa subgengival utilizando o Laser de Er:YAG sem ocasionar grandes danos térmicos ao tecido ósseo e tecidos adjacentes, quando parâmetros seguros são utilizados.

Sasaki (2002) estudando os efeitos do Laser de Er:YAG (40mJ, f=10Hz, 0,4W) nos diferentes tecidos calcificados que compõem o periodonto, concluiu que este Laser apresenta melhores resultados quando utilizado sob refrigeração com “*spray*” de água, tanto no tecido ósseo, dentinário como cementário. Os resultados mostram que a dentina apresenta os túbulos abertos e livres de resíduos orgânicos. Já os espécimes irradiados sem o uso de “*spray*” de água apresentaram numerosos resíduos, resultando na formação de uma superfície rugosa quando comparada ao grupo irradiado sob irrigação. O autor ressalta que os efeitos teciduais estão diretamente relacionados, com o comprimento de onda, tempo de irradiação e as características do tecido irradiado. Sendo assim, recomenda-se a utilização do Laser de Er:YAG com efetividade tanto no tecido dentário calcificado, como no tecido ósseo, com resultados similares aos tratamentos convencionais empregados, com menor dano tecidual e maior ação bactericida.

Sasaki *et al* (2002) compararam sob a luz do MEV, os efeitos morfológicos dos Laser de Er:YAG (λ 2,94 μ m, 40mJ, 10Hz, 0,4W) e Laser de CO₂ (λ 10,6 μ m, 0,5W) nas superfícies dentinárias e cementárias de dentes extraídos. Áreas irradiadas com o Laser de CO₂ mostraram fusão e recristalização tecidual demonstrando efeitos térmicos enquanto que as

superfícies irradiadas com o Laser de Er:YAG com sistema de irrigação, minimiza os danos térmicos. Observou-se, aspecto irregular na superfície, sugerindo aumento na porosidade tecidual , não sendo observada no entanto, carbonização.

Silva *et al* (1994) estudaram o efeito da irradiação do Laser de CO₂ na dentina radicular humana através de 24 caninos, divididos em seis grupos. Os espécimes sofreram duas aplicações de Laser na porção apical da raiz, variando o pulso em 15 impulsos/50ms e 20 impulsos/50ms. A área de aplicação nos grupos A e B foi mantida em 1mm de diâmetro e nos grupos C e D, a área foi alterada para 1,5mm. Foi utilizado o modo focado e a energia variada em 4 W (grupos A e C) e 5 W (B e D). Nos grupos E e F, o Laser foi irradiado de modo desfocado (P=4W) sendo que a área no grupo E foi de 1,0 mm e no F foi de 1,5 mm. Concluiu-se que, com um aumento do pulso ocorreu uma maior penetração do Laser na dentina. Um aumento na área de aplicação foi capaz de diminuir a profundidade de penetração.

Azoubel (1998) associou à aplicação do Laser, biomateriais e materiais aloplásticos, objetivando um melhor vedamento apical em dentes submetidos a apicectomias e obturações retrógradas com amálgama de Prata, com pó de dentina/cimento e raspas de cimento/dentina, posteriormente, irradiadas com o Laser de Nd: YAG. O autor avaliou também o selamento dos canalículos dentinários expostos através do procedimento cirúrgico e irradiados com este tipo de Laser. Neste estudo, foram utilizados 30 dentes humanos monorradiculares recém extraídos que receberam tratamento endodôntico, sendo posteriormente radiografados em seu sentido méso-distal. Os dentes

foram divididos em três grupos iguais, nos quais foram realizadas apicectomias e obturação retrógrada. O grupo I foi obturado com amálgama, segundo a técnica convencional. No grupo II, utilizaram-se raspas de cimento e dentina para o preenchimento da cavidade da obturação retrógrada, seguido da aplicação com a luz Laser de Nd:YAG (λ 1064nm) , por contato direto apenas na cavidade criada para a obturação retrógrada, de duas séries de 2 segundos: 100J, f=15Hz, P=1.5 W). No grupo III, utilizou-se para o preenchimento da cavidade da obturação retrógrada pó de dentina/cimento, seguido de aplicação com a luz Laser de Nd:YAG seguindo os mesmos parâmetros do grupo anterior. O corante utilizado foi a solução de Rodamina B a 1%, por 24 horas, lavados por duas horas em água corrente e cortados no sentido longitudinal. Posteriormente, foi avaliado o grau de infiltração da solução evidenciadora em lupa estereoscópica. No grupo III, no qual foi realizado preenchimento da cavidade da obturação retrógrada com pó de dentina/cimento, seguido de aplicação com a luz Laser de Nd:YAG, foi observado uma menor penetração do corante no canal radicular.

Cavalcanti (1997) estudando comparativamente o índice de infiltração apical através do uso de uma solução evidenciadora de azul de Metileno, em dentes apicectomizados pela técnica convencional e retrobturados com amálgama de prata ou apicectomizados através da luz Laser de CO₂ (5W de potência em superpulso) verificou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, embora no grupo I (técnica convencional e retrobturados com amálgama de prata) tenha sido observado, índices menores de infiltração que o grupo II (apicectomizados através da luz Laser de CO₂).

Moura (2002) avaliou a superfície apical ressectada perpendicularmente a 2mm do vértice anatômico, de 12 dentes incisivos centrais superiores, divididos aleatoriamente em quatro grupos de três dentes cada, com broca Zekrya®; com o Laser de Er:YAG (1,8W, 450mJ, f=4Hz, DE=113J/cm²), e irradiação direta e indireta, através de espelho cirúrgico de Safira com o Laser de Nd:YAG (P= 2,0 W, 100mJ, f=20Hz, DE=124,34J/cm²). Através da MEV, concluiu-se que, o corte da porção apical com a broca Zekrya® mostrou uma superfície irregular, com presença de camada residual de magma e de ranhuras na dentina seccionada com pequeno deslocamento e plastificação da guta-percha; a apicectomia realizada com o Laser de Er:YAG provocou alterações morfológicas na superfície dentinária, mostrando superfícies rugosas, com presença de crateras, com aspecto compatível de dentina ablacionada onde houve presença de bolhas e uma adaptação irregular nas paredes do canal radicular; a irradiação direta com o Laser de Nd:YAG, nas superfícies apicais, vestibulares e proximais das raízes ressectadas, provocou ressolidificação e fusão do tecido dentinário e cementário, com aspecto vitrificado; a irradiação indireta, com o Laser de Nd:YAG, através do emprego de espelho de Safira, das superfícies palatinas, das raízes seccionadas, provocou menor ação no tecido cementário, com áreas de ressolidificação sem uniformidade.

Padovan *et al* (2003) verificaram a influência de apicectomias realizadas com brocas de alta rotação e com o Laser de Er:YAG na adaptação da obturação intracanal. Foram utilizados 30 dentes unirradiculares humanos recém extraídos que tiveram seus canais tratados e divididos em dois grupos

de 15 dentes cada, em função do tipo de apicectomia a que eram submetidos. Os espécimes do grupo I foram apicectomizados com broca Zerika em alta rotação, enquanto que, no grupo II, foi utilizado o Laser de Er:YAG com energia de 350 mJ e $f=6$ Hz. Posteriormente, os dentes foram impermeabilizados, deixando apenas a porção apical exposta à solução aquosa do azul de Metileno a 2%, por cinco dias. Cortes longitudinais foram realizados numa parte da amostra com o propósito de avaliar a infiltração marginal, enquanto os demais espécimes foram analisados em MEV quanto ao deslocamento da Guta-Percha e do cimento obturador. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes, tanto na infiltração marginal quanto no deslocamento do material selador apical.

Em 1997, Lage-Marques desenvolveu um estudo analisando os efeitos da irradiação dos Laseres de Nd:YAG, CO₂ e Argônio sobre a permeabilidade dentinária e marginal da superfície apical de dentes apicectomizados e retrobturados. Neste estudo, foram utilizados 84 caninos extraídos, tratados endodonticamente, os quais tiveram seus 3 milímetros da porção apical seccionados e divididos em 21 grupos experimentais de acordo com o material retrobturador (Amálgama de Prata, cimento de Ionômero de Vidro e resina composta). Verificou-se que a alteração morfológica foi capaz de diminuir a média de infiltração do corante na maioria dos grupos experimentais, na análise do MEV.

Martorelli (1998) avaliou o comportamento “in vitro” do nível de infiltração apical através do corante azul de Metileno 2% em dentes submetidos a apicectomias e retrobturados com cimento de Ionômero de Vidro, utilizando

diferentes combinações de potência de saída e tipo de emissão de corrente do Laser de CO₂. Foram utilizados neste estudo, setenta dentes humanos extraídos, incisivos e caninos superiores. As raízes, após apicectomia, foram retrobturadas com Vitremer[®] – 3M. Após randomização, os espécimes foram divididos em sete grupos de dez, sendo o Grupo I, que não recebeu irradiação Laser, considerado controle. Os Grupos II, III e IV foram irradiados em modo desfocado, a 6,5cms de distância, CW, SP, P=0,5, 3 e 7 Watts, 5 s, respectivamente. Os Grupos V, VI e VII foram irradiados em modo desfocado, a 6,5cms de distância, CW, SP, P=1, 10 e 20 Watts, 5 s, respectivamente. Todos os espécimes permaneceram imersos em azul de Metileno 2% por 48 horas, lavados em água corrente e seccionados longitudinalmente. Os resultados, após análise estatística demonstraram diferença significativa entre os grupos, onde o Grupo II (irradiado em modo desfocado, a 6,5cms de distância, CW, SP, P=0.5 por cinco segundos) apresentou o menor índice de infiltração. Concluiu-se, que o melhor selamento apical é obtido quando se utiliza o Laser de CO₂ com P=0,5 W em modo superpulso em CW, com nível de significância na ordem de 5%.

Barbizam (2001) avaliou “in vitro” a infiltração marginal apical em canais radiculares obturados variando, o modo de tratamento das paredes dos canais radiculares (NaOCl 1%; NaOCl 1%, + EDTA a 17%; NaOCl 1%, + Laser de Er:YAG (42 J, f=15Hz, 300 impulsos, 140 mJ "input", 51mJ "output") e os tipos de cimentos obturadores: Endo Fila[®] (óxido de Zinco e eugenol) e Top Seal[®] (resina epóxica). Para isto, utilizou 65 incisivos centrais humanos extraídos, os quais tiveram seus condutos instrumentados e distribuídos aleatoriamente em

tres grupos de 21 dentes cada. Os resultados mostraram que, nem o tipo de tratamento e nem o cimento de obturação impediu a infiltração marginal apical. Os espécimes cujos canais foram obturados com o cimento Top Seal® apresentaram menor infiltração marginal apical que aqueles obturados com o cimento Endo Fill®. Foram encontrados valores de infiltração marginal apical praticamente semelhantes nos grupos irrigados exclusivamente com NaOCl 1% e NaOCl 1%, + EDTA a 17%, embora que, quando o Hipoclorito de Sódio a 1% foi associado ao agente quelante (EDTA a 17%) os valores foram ligeiramente maiores.

Pécora *et al.* (2000) avaliaram a permeabilidade dentinária das paredes dos canais radiculares em 25 incisivos superiores extraídos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos: no Grupo 1, os canais foram irrigados com água destilada e deionizada; no Grupo 2, os dentes sofreram irrigação com Hipoclorito de Sódio a 1%; no Grupo 3, irrigação com água destilada e deionizada e os canais irradiados com Laser de Er:YAG (15Hz, 140mJ, energia total de 42J e 300 pulsos); no Grupo 4, os canais foram irrigados com Hipoclorito de Sódio a 1% e irradiados com Laser de Er:YAG nos mesmos parâmetros do grupo anterior e, no Grupo 5, os canais foram preparados apenas com irradiação Laser nos mesmos parâmetros citados anteriormente. Concluiu-se que, o maior grau de permeabilidade dentinária foi apresentado pelo grupo onde os canais foram irrigados com água destilada deionizada e irradiados com o Laser de Er:YAG.

Brugnera Junior (2001) avaliou a ação dos Laseres de Er:YAG e Nd:YAG sobre a permeabilidade da dentina das paredes dos canais

radiculares, após a instrumentação manual e uso de soluções irrigantes. Para isto, foram utilizados 30 dentes caninos humanos que receberam tratamento endodôntico, e que posteriormente foram distribuídos aleatoriamente, em seis grupos com cinco dentes cada. Os espécimes do Grupo I foram irrigados com água destilada deionizada; os do Grupo II, irrigados com solução de Hipoclorito de Sódio a 1%; os do Grupo III foram irrigados com água destilada deionizada e aplicação do Laser de Er:YAG (140 mJ, 15Hz, 300 pulsos e 42J); os dentes do Grupo IV foram irrigados com solução de Hipoclorito de Sódio a 1% e aplicação de Laser de Er:YAG com os parâmetros utilizados no grupo anterior; os dentes do Grupo V receberam irrigação com água destilada deionizada e aplicação de Laser de Nd:YAG (150 mJ, 15Hz e 2,25W) e os dentes do Grupo VI foram irrigados com solução de Hipoclorito de Sódio a 1% e receberam a aplicação do Laser de Nd:YAG com os mesmos parâmetros utilizados no grupo anterior. O uso do Laser de Er:YAG + água promoveu maior aumento da permeabilidade dentinária que o grupo que recebeu tratamento com o Hipoclorito de Sódio a 1% e Laser de Er:YAG. Os espécimes tratados com o Laser de Nd:YAG apresentaram uma menor permeabilidade aos íons Cobre.

A ação de diferentes soluções irrigantes associados ou não ao Laser de Er:YAG sobre a permeabilidade da dentina das paredes dos canais radiculares, foi verificado por Ribeiro (2001). O autor realizou um estudo com 50 incisivos centrais superiores humanos, divididos aleatoriamente em 10 grupos de cinco dentes cada. Os dentes do Grupo I, irrigados com água destilada deionizada; os do Grupo II, irrigados com a água destilada deionizada + Laser de Er:YAG

($f=15\text{Hz}$, 300 impulsos, energia total = 42 J e 140 mJ “in put”, e 51 mJ “out put”); os do Grupo III, irrigados com o detergente (lauril dietilenoglicol éter sulfato de Sódio a 0,1%) ; os do Grupo IV, irrigados com este mesmo detergente e irradiados com Laser nos mesmos parâmetros; os do Grupo V foram irrigados com solução de Hipoclorito de Sódio a 1%; os do Grupo VI foram irrigados com a solução de Hipoclorito de Sódio a 1% e irradiados com Laser obedecendo sempre os mesmos parâmetros; os do Grupo VII foram irrigados com solução de EDTA a 15%; os do Grupo VIII, irrigados com a solução usada no Grupo VII e irradiados com Laser da mesma forma; os do Grupo IX foram irrigados com Ácido Cítrico a 10% e, os do Grupo X foram irrigados com a solução utilizada no Grupo IX e irradiados com Laser. Os resultados mostraram que, a água destilada deionizada associada ao Laser de Er:YAG e o uso isolado da solução de Hipoclorito de Sódio a 1% promoveram os maiores valores de evidência da permeabilidade dentinária radicular em relação aos demais tratamentos enquanto que, os menores valores de permeabilidade dentinária foram identificados no grupo onde foi utilizado a água destilada deionizada e a solução de lauril dietilenoglicol éter sulfato de Sódio a 0,1%. A associação do Laser de Er:YAG com o detergente possibilitou aumento da da permeabilidade dentinária em relação à água destilada deionizada e ao detergente utilizados de modo isolado. Em todos os tratamentos realizados, os valores de evidência da permeabilidade dentinária nos terços cervical e médio dos canais radiculares foram sempre maiores que os obtidos no terço apical.

Gouw-Soares (2001) avaliando qualitativamente a permeabilidade dentinária de ressecção após apicectomia e tratamento da superfície com o Laser de CO₂ (λ 9,6 μ m) ou Er:YAG (λ 2,94 μ m) utilizou 65 dentes humanos unirradiculares com os canais tratados endodonticamente e divididos em cinco grupos experimentais: grupo I (controle) cujos ápices foram seccionados com alta rotação e a superfície dentinária não recebeu tratamento; grupo II, apicectomizados com alta rotação e com a superfície dentinária tratada com o Laser de CO₂ (3W, 20Hz, 211,64J/cm², 10s); o grupo III, também apicectomizados com alta rotação, porém com a superfície dentinária tratada com o Laser de Er:YAG (500mJ, 10Hz, 5W, 63,49 J/cm²); grupo IV, apicectomizados e tratados com o Laser de CO₂ (100mJ, 5w,20Hz, 352,73J/cm²) e finalmente o grupo V, apicectomizados e tratados com o Laser de Er:YAG (1000mJ, f=10Hz, 10W, DE=126,98J/cm²). Os espécimes irradiados com os Laseres apresentaram índices de infiltração significativamente menores que os do grupo controle, com resultados compatíveis às alterações morfológicas estruturais evidenciadas em MEV. Os espécimes dos grupos II e IV (CO₂) apresentaram superfície mais lisas, com fusão e recristalização da dentina de maneira homogênea em toda a área irradiada, vedando túbulos dentinários. Os espécimes dos grupos III e V (Er:YAG), a dentina se apresentava ligeiramente rugosa, com aspecto de dentina ablacionada e sem a evidenciação de túbulos dentinários. Este estudo demonstrou que procedimentos de apicectomia realizados com os Laseres de Er:YAG (λ 2,94 μ m) e CO₂ (λ 9,6 μ m) e tratamento da superfície dentinária se mostraram efetivos na redução da permeabilidade ao azul de Metileno.

Carvalho *et al* (2002) avaliaram o selamento apical de dentes tratados endodonticamente após irradiação com o Laser de Er:YAG (120mJ, f=10Hz , 1,2W, com exposição total de 20s) e com o Laser de Nd:YAG (100mJ, 15Hz, 1,5W, com exposição total de 20s). Foram utilizados 42 dentes humanos unirradiculares extraídos, os quais foram divididos em tres grupos. O grupo I foi preparado com EDTA por três minutos e irrigados com a solução de Hipoclorito de Sódio a 1% e posteriormente obturado. O grupo II foi submetido à irradiação com o Laser de Nd:YAG e o grupo III, com o Laser de Er:YAG utilizado previamente à obturação endodôntica com a técnica de condensação lateral. Após isso, os dentes foram vedados externamente deixando apenas a porção apical submersa por 48 horas ao corante azul de Metileno a 2%. A análise dos grupos mostrou que os grupos I (EDTA e Hipoclorito de Sódio a 1% e obturação) e II (irradiação com o Laser de Nd:YAG) apresentaram menor infiltração do corante, enquanto o grupo III (Laser de Er:YAG previamente a obturação) apresentou infiltração mais elevada , exigindo cautela na sua indicação.

Castro e Castro (2002) através de um trabalho de revisão de literatura estudaram o efeito da irradiação do Laser sobre a permeabilidade dentinária e marginal da superfície apical dos dentes, comparando apicectomia convencional com os diversos tipos de Laser, com e sem obturação retrógrada. Os autores ressaltam que, a irradiação com Laser produz uma alteração morfológica capaz de reduzir o nível de infiltração apical.

Os efeitos das propriedades de corte e recristalização tecidual do Laser de Er:YAG e Nd:YAG na morfologia cementária junto ao ápice radicular em

procedimentos de apicectomias foram estudados por Cunha Filho em 2003. Foram seccionados os últimos 04mm apicais de 80 dentes humanos e divididos em quatro grupos: Grupo I (apicectomias com Er:YAG 350 mJ/6 Hz, no modo pulsátil, refrigerado a água, DF=12 mm). O Grupo II repetiu as condições do Grupo I, associando a aplicação do Laser de Nd:YAG (P=1,2 W, 20 pps, durante 60 s, sem contato e sem refrigeração da fibra óptica com a superfície cemento-dentinária). O Grupo III foi submetido ao corte apical com uma seqüência de quatro fresas cirúrgicas em uma escala de maior rugosidade até uma fresa com maior capacidade de brunimento. O Grupo IV associou o tratamento empregado no Grupo III com a aplicação na região cemento-dentinária do Laser de Nd:YAG (P=1,2 W, 20 pps, durante 60 segundos, a 1mm da superfície, sem refrigeração). Os dentes foram analisados à luz do Microscópio Eletrônico de Varredura da PUCRS, onde o grau de lisura, compactação e regularidade superficial foram analisados. O Grupo III evidenciou melhores resultados, com um aspecto de maior lisura e homogeneidade da superfície radicular, estando livre de trincas e irregularidades, seguido do Grupo IV, onde podemos observar uma fusão tecidual uniforme com ausência de pontos de carbonização e crateras na superfície cementária apical.

Sebrão (2003) investigou "in vitro" a adaptação do cimento obturador (Sealer 26[®]) à parede dentinária de canais tratados e preparados com o Laser de Er:YAG, com parâmetros de E=100 a 180mJ e f=6 a 10Hz por meio de infiltração de corante azul de Metileno. Através de MEV, foi observada a alteração morfológica dentinária do conduto radicular e a temperatura na

superfície externa da raiz durante as irradiações. Cada grupo foi formado com 11 raízes, e dois subgrupos foram considerados: os secos, irradiados totalmente secos com cones de papel absorventes, e os úmidos, onde utilizou-se um cone de papel absorvente por 2s no canal radicular, deixando-os levemente umedecidos. O Grupo 1, foi o controle (sem irradiação), Grupo 2-seco (Er100mJ-10Hz), Grupo 2 -úmido (Er100mJ-10Hz), Grupo 3-seco (Er140mJ-6Hz), Grupo 3-úmido (Er140mJ-6Hz), Grupo 4-seco (Er180mJ-6Hz), e Grupo 4-úmido (Er180mJ-6Hz). A microinfiltração apical não apresentou diferença significativa entre os grupos. Verificou-se que, o maior o aumento temperatura foi observado nos grupos secos do que nos grupos úmidos, com a maior variação de temperatura sendo de 6,5°C. Através de MEV, os grupos úmidos apresentaram-se mais limpos que os grupos secos. O Grupo4 irradiado com o Laser de Er:YAG (180mJ/6Hz), apresentou regiões extensas de fusão e resolidificação da dentina.

Castro *et al.* (2004) investigaram o efeito do Laser de CO₂ sobre a permeabilidade apical após apicectomia realizada com Laser de Er:YAG. Foram utilizados quatro grupos de 11 dentes unirradiculares cada, submetidos a tratamento endodôntico e obturados com cimento Sealer 26[®]. As raízes foram seccionadas a 2mm aquém do ápice e subdivididas nos seguintes grupos : Grupo I, apicectomias com broca diamantada em alta rotação sob refrigeração; Grupo II , apicectomias com Laser de Er:YAG (250mJ/15Hz), em modo pulsado; Grupo III, apicectomias com Laser de Er:YAG em modo pulsado (250mJ/15Hz) + aplicação do Laser de Nd:YAG (100mJ/10Hz,1W) na superfície de corte; Grupo IV, apicectomias com Laser de Er:YAG em modo

pulsado(250mJ/15Hz) + aplicação do Laser de CO2 (5W,10s, ponta 14830). Para identificação da permeabilidade foi utilizado o corante azul de Metileno a 0,5% e analisado no microscópio de mensuração. Os autores obtiveram em seus resultados infiltração do corante em todos os grupos independente da técnica de apicectomia. O grupo II, com apicectomia realizada pelo Laser de Er:YAG, com os parâmetros de 250 mJ de energia e 15Hz de frequência foi o que apresentou a maior infiltração.

3. PROPOSIÇÃO

Este trabalho teve como objetivo avaliar “in vitro” os níveis de infiltração apical de uma solução de azul de Metileno a 2% em dentes apicectomizados com brocas e com Laser de Er:YAG, associados ou não ao cimento de Ionômero de Vidro ou ao Laser de CO₂.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1 RESPALDO ÉTICO DA PESQUISA

Este estudo foi realizada após aprovação por unanimidade pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde - Universidade Federal da Paraíba (UFPB), aprovado em sua 29ª Reunião Ordinária realizada em 22 de março de 2002 (Anexo A).

4.2 HIPÓTESE

Os dentes submetidos à apicectomia com Laser de Er: YAG (KAVO KEY LASER®) e com a superfície de corte vitrificada através do Laser de Dióxido de Carbono (CO₂) (SHARPLAN-ISRAEL®) com parâmetros específicos, apresentam menores índices de infiltração apical.

4.3 EQUIPAMENTOS

Laser de Dióxido de Carbono (CO₂) 15F

(SHARPLAN-ISRAEL®) – Classe IV

SEALED-OFF, DC-CO₂ Laser

λ 10.600nm (Infra Red) , TEM 00 (Gausiano)

P=2W (0 a 15W), (CW) Modo Contínuo

Diâmetro do raio 0,5mm



Figura 1 – Laser de CO₂

Aparelho Laser de Er:YAG

(KAVO KEY Laser II[®] - Alemanha)

$\lambda = 2.940\text{nm}$, Classe IV

Potência de até 3W

Energia total 60 a 500mJ

Freqüência de pulso 1 a 15Hz

Duração do pulso 250 μs

Luz guia Diodo Vermelho 650nm

Distância focal $\pm 14\text{mm}$

Diâmetro do raio 1mm

Peça de mão Key Laser 2051 Universal acoplável

Modo Pulsátil , sem contato e com “spray” (água destilada e deionizada)

Esterilização em autoclave até 135°C

Turbina de alta rotação (KAVO[®])

Motor de baixa rotação (KAVO[®])

Lupa Estereoscópica (ZEISS[®])

Estufa Microbiológica (FANEM[®])



Figura 1 – Laser de Er:YAG

4.4 INSTRUMENTAL

Para a realização deste estudo foram utilizados instrumentais clínicos de rotina e instrumentais específicos para procedimentos endodônticos: limas

(DENTSPLY-MAILLEFER-SUIÇA), régua milimetrada (MAILLEFER), espaçadores, calcadores, etc...).

4.5 MATERIAIS

Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizados alguns materiais de consumo, tais como: solução de Formol a 10%, gaze, água destilada e deionizada, luvas, máscara, algodão, Hipoclorito de Sódio a 1% e 5.25% (Laboratório de Manipulação Pharmácia BIOÉTHICA – Salvador/Bahia), Cones de guta- percha 1° e 2° Série (DENTSPLY®), cones de papel absorvente 1° e 2° Série (DENTSPLY®), cimento obturador Sealer 26® (DENTSPLY®), Vitremer® (3M), solução de azul de Metileno 2%(Laboratório da Manipulação Pharmácia BIOÉTHICA – Salvador/ Bahia).

Os procedimentos da presente metodologia foram desenvolvidos no **Laboratório da Disciplina de Endodontia** do Departamento de Clínica Odontológica da **Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia** e no **Instituto Brugnera & Zanin**, em São Paulo.

4.6 SELEÇÃO E PREPARO DA AMOSTRA

Para o presente estudo foram selecionados 54 dentes caninos humanos gentilmente doados pelo Banco de Dentes da Disciplina de Clínica Odontológica III da Universidade Estadual de Feira de Santana – Bahia (Anexo B) e armazenados em Formol a 10% até o momento do experimento. Para que

as amostras fossem selecionadas deveriam possuir raízes anatomicamente normais e livres de processos apicais aderidos as mesmas, bem como, não apresentar tratamento endodôntico anterior.

No momento da utilização, os dentes foram lavados em água corrente para remoção de resíduos, desinfectados com NaOCl 5,25% por duas horas e novamente lavados em água corrente. Com o auxílio de discos de Carborundum montados em mandril, peça de mão reta e micro-motor (KAVO®), os dentes foram seccionados transversalmente na altura do colo anatômico para facilitar a instrumentação dos canais radiculares e suas respectivas coroas foram desprezadas. As 54 raízes foram submetidas ao preparo químico cirúrgico dos canais radiculares determinando-se o limite de todos os canais a 1mm aquém do forame apical. Uma lima do tipo K n°15 (MAILLEFER®) foi introduzida no canal radicular até a sua visualização no ápice radicular e com a ajuda de cursores de silicone e régua milimetrada (MAILLEFER®), foi verificado o comprimento real do canal radicular. Dessa medida foi diminuído 1mm, estabelecendo-se assim o comprimento real de trabalho (C.R.T).

As raízes foram instrumentadas com a Técnica Escalonada com Recuo Anatômico, iniciando com a lima n°15 e escalonando-se até a lima n° 60, tendo sido realizado em toda a amostra, o batente apical com a lima n°40, para melhor padronização. Durante todo o preparo químico cirúrgico, os canais radiculares foram abundantemente irrigados com solução de NaOCl 1%. Concluído o preparo dos canais radiculares, as raízes foram acondicionadas em um recipiente de vidro, contendo água destilada e deionizada, suficiente

para submergir todos os 54 espécimes, evitando assim a desidratação das raízes.

As raízes foram secas com toalhas de papel absorvente e os canais radiculares, com cones de papel absorvente (DENTSPLY®). Os espécimes foram obturados pela técnica da condensação lateral empregando-se cones de Guta-Percha (DENTSPLY®), e cimento obturador Sealer 26 (DENTSPLY®). Os cones principais de Guta-Percha (DENTSPLY®) foram selecionados de acordo com o diâmetro do último instrumento utilizado no comprimento real de trabalho, isto é, instrumento memória, procurando-se estabelecer sua adaptação nos limites pré-estabelecidos. Em seguida, o cimento obturador foi manipulado de acordo com as normas do fabricante, isto é, utilizando-se toda a extensão da placa de vidro para aglutinação do pó à resina, até obter-se uma consistência de fio, entre a espátula e a placa de vidro. O cone principal foi completamente envolvido no cimento obturador e introduzido no canal radicular com movimentos de vai e vem, até alcançar o limite previamente mensurado. Com o auxílio de espaçadores manuais procedeu-se a condensação lateral, através da introdução do instrumento no sentido horário, criando-se assim, espaço para a colocação dos cones de Guta-Percha acessórios (DENTSPLY®). Estes, também foram totalmente envoltos pelo cimento obturador, até que os espaçadores não mais penetrassem no canal radicular. Os excessos dos cones de guta-percha foram cortados com a utilização de um instrumento de Holleback n°5 previamente aquecido ao rubro e com um condensador efetuou-se a condensação vertical, procurando-se dessa maneira, melhorar a compactação da Guta-Percha. Em seguida, realizou-se a limpeza da face

coronária das raízes com mechas de algodão embebidas em álcool, com o intuito de remover restos do cimento obturador. Terminada esta fase, as raízes receberam uma marca delimitada a 3mm aquém do forame apical com o auxílio de uma régua milimetrada (DENTSPLY®) e lápis grafite para padronizar o limite da apicectomia.

Os espécimes foram então, divididos aleatoriamente em nove grupos de seis dentes cada e realizadas as apicectomias, como se segue:

Grupo I: Apicectomia convencional (brocas)

Neste grupo, as apicectomias foram realizadas com broca Carbide do tipo tronco-cônica n.º 701 acopladas a turbina de alta rotação (KAVO®) com refrigeração, em conformidade com as demarcações previamente executadas. As unidades amostrais assim tratadas foram acondicionadas em recipiente individuais contendo água destilada deionizada, para evitar desidratação. Para o corte dos ápices foram utilizados um tempo de 14 a 18s.

Grupo II: Apicectomia convencional (brocas) + retrobturação com Cimento de Ionômero de Vidro (Vitremer® - 3M)

Em seguida às ressecções apicais de forma semelhante às do grupo I, uma cavidade com 3mm de profundidade foi realizada, empregando-se para tal uma broca esférica n.º 12, acoplada ao contra-ângulo e micro-motor (KAVO®). As cavidades apicais foram lavadas com água destilada deionizada para

remoção dos produtos de pulverização dental e dos fragmentos de materiais obturadores de canal remanescentes, e secas com bolinhas de algodão hidrófilo. Após a secagem, as raízes foram fixadas pela região cervical em cera utilidade. O “primer” do cimento de Ionômero de Vidro (Vitrem[®] – 3M) foi aplicado nas paredes da caixa apical através de aplicadores descartáveis e, logo após, fotopolimerizado durante 20 segundos com o fotopolimerizador Ultralux (DABI-ATLANTE[®]), e o cimento manipulado em conformidade com as recomendações do fabricante, ou seja, na proporção de duas colheres-medida do pó para duas gotas do líquido, manipulando no sentido de trazer o pó para o líquido com auxílio de espátula dupla para cimento por 45 segundos. O cimento assim espatulado foi, à seguir, incorporado à ponteira anterior de uma seringa Centrix[®] (ESPE – 3M), sendo aplicado de uma só vez na caixa apical e fotopolimerizado durante 40 segundos. Após isso, as amostras foram também acondicionadas em recipiente individuais contendo água destilada deionizada, evitando desidratação. Neste grupo utilizamos tempos de 12 a 17s, para realização das apicectomias.

Grupo III: Apicectomia convencional (brocas) + tratamento da superfície de corte do remanescente dentário com Laser de Dióxido de Carbono (CO₂) (SHARPLAN - ISRAEL[®]), 20c, $\lambda = 10.600\text{nm}$, 2W, Modo Contínuo (CW)

Após a retirada do recipiente com água destilada deionizada e secagem em toalha de papel, na superfície de corte do remanescente radicular foi

aplicado o Laser de CO₂ (SHARPLAN[®] 20c, Laser Industries, Israel), com comprimento de onda ($\lambda = 10600\text{nm}$) respeitando as normas de segurança e seguindo os parâmetros: modo focado, CW (corrente contínua), P=2W , originando uma superfície de coloração escura com aspecto de tecido carbonizado e que posteriormente foi curetado, até sua total remoção. Os espécimes foram então colocados em água destilada deionizada. O tempo para as apicectomias variou de 12 a 15s. O tempo de aplicação do Laser de CO₂ variou em cada amostra a depender da quantidade de tecido do remanescente (superfície de corte) e teve como objetivo a fusão tecidual na região cemento-dentinária periapical. Para isto, utilizamos tempos entre 11 e 22s.

Grupo IV: Apicectomia com radiação Laser de Er:YAG (KAVO KEY Laser II[®] - Alemanha) $\lambda = 2.940\text{nm}$, Modo Pulsátil , 250mJ/15Hz

Neste grupo, a apicectomia foi realizada através do Laser de Er:YAG ($\lambda = 2940\text{nm}$) com parâmetros de 250mJ/15Hz, Modo Pulsátil e ponta 2051, com refrigeração. No momento da irradiação com o Laser de Er:YAG, o espécime era mantido em posição através de uma pinça clínica de material não reflexivo, e só então o aparelho era acionado, nos parâmetros supra citados. Após ter sido executado o corte do ápice, o espécime era novamente colocado no seu recipiente correspondente, com água destilada e deionizada para evitar a desidratação. Os impulsos, a densidade de energia e o tempo utilizados para realização da apicectomia diferiram dependendo da espessura de cada espécime.

Grupo V: Apicectomia com radiação Laser de Er:YAG (KAVO KEY Laser II[®] - Alemanha) $\lambda = 2.940\text{nm}$, Modo Pulsátil , 400mJ/6Hz

No Grupo V foram realizados os mesmos procedimentos do grupo anterior, obedecendo-se a mesma seqüência só que com a diferença dos parâmetros do Laser de Er:YAG. Utilizou-se neste grupo o Laser de Er:YAG com parâmetros de 400mJ/06Hz e as amostras novamente colocadas em água destilada e deionizada.

Grupo VI: Apicectomia com radiação Laser de Er:YAG (KAVO KEY Laser II[®] - Alemanha) $\lambda = 2.940\text{nm}$, Modo Pulsátil , 250mJ/15Hz e retrobturação com Cimento de Ionômero de Vidro (Vitremer[®] - 3M)

Neste grupo experimental, as apicectomias foram realizadas com o Laser de Er:YAG com parâmetros de 250mJ/15Hz, utilizando-se a ponta 2051, com refrigeração. No remanescente dentário, na superfície de corte foi realizada uma cavidade apical em baixa rotação e broca esférica n^o. 12 (3mm de profundidade). As retrobturações com cimento Ionômero de Vidro (Vitremer[®] – 3M) foram realizadas seguindo-se os mesmos passos dos utilizados no grupo II e as amostras novamente colocadas em água destilada deionizada.

Grupo VII: Apicectomia com radiação Laser de Er:YAG (KAVO KEY Laser II[®] - Alemanha) $\lambda = 2.940\text{nm}$, Modo Pulsátil, 400mJ/6Hz e + retrobturação com Cimento de Ionômero de Vidro (Vitrem[®] - 3M)

No Grupo VII foram realizados os mesmos procedimentos do grupo VI, seguindo-se os mesmos passos, apenas diferindo os parâmetros do Laser de Er:YAG com DE = 400mJ e f = 6Hz. Os espécimes foram novamente colocadas em água destilada deionizada.

Grupo VIII: Apicectomia com radiação LASER de Er:YAG (KAVO KEY Laser II[®] - Alemanha) $\lambda = 2.940\text{nm}$, Modo Pulsátil, 250mJ/15Hz e tratamento da superfície de corte do remanescente dentário com Laser de Dióxido de Carbono (CO₂) (SHARPLAN-ISRAEL[®]), $\lambda = 10.600\text{nm}$, 2W, Modo Contínuo (CW)

Neste grupo experimental, as apicectomias foram realizadas com o Laser de Er:YAG (250mJ/15Hz), utilizando-se a ponta 2051, com refrigeração. As superfícies de corte das amostras, foram submetidas à aplicação da radiação Laser de CO₂ (SHARPLAN[®] 20c, Laser Industries, Israel), respeitando as normas de segurança, e com os mesmos parâmetros já utilizados no grupo III. A superfície apicectomizada foi tratada com este tipo de Laser objetivando a fusão tecidual na região cimento-dentinária periapical remanescente. As amostras foram novamente colocadas em água destilada deionizada.

Grupo IX: Apicectomia com radiação LASER de Er:YAG (KAVO KEY Laser II[®] - Alemanha) $\lambda = 2.940\text{nm}$, Modo Pulsátil, 400mJ/6Hz e tratamento da superfície de corte do remanescente dentário com Laser de Dióxido de Carbono (CO₂) (SHARPLAN - ISRAEL[®]), $\lambda = 10.600\text{nm}$, 2W, Modo Contínuo (CW)

No Grupo IX, obedeceu-se a seqüência de passos em relação à aplicação do Laser de Er:YAG do grupo VIII, só que com parâmetros diferentes. Utilizou-se neste grupo o Laser de Er:YAG com parâmetros de 400mJ/6Hz para as apicectomias. Após esta fase, as unidades amostrais foram submetidas à aplicação da radiação Laser de CO₂ (SHARPLAN[®] 20c, Laser Industries, Israel), com os mesmos parâmetros dos grupo III e VIII, atendendo aos padrões de normas de segurança. A superfície de corte do remanescente dentário foi também tratada com este tipo de Laser objetivando a fusão tecidual. Após este procedimento, as amostras foram colocadas em água destilada deionizada.

Em todos os espécimes foi realizado selamento do canal radicular na face cervical, com uma camada de acrílico autopolimerizável. Após secas, estas faces receberam uma camada de cola epoxi pastosa Araldite[®] e duas camadas de esmalte para unhas, todos da mesma marca Impala[®], para melhor padronização da pesquisa. Em seguida, todas as raízes, separadas por grupos, foram fixadas pelas suas faces cervicais a uma folha de cera utilidade nº 7 e foi realizada a impermeabilização, seguindo-se os mesmos passos das faces cervicais, cada grupo de uma cor, deixando apenas a superfície de corte, livre

de impermeabilização. Posteriormente, as raízes foram submersas na Solução de azul de Metileno a 2%, em 54 recipientes individuais, evitando-se assim, trocas ou erros de identificação. Por sua vez, estes recipientes foram colocados em uma estufa microbiológica (FANEM[®] – São Paulo – Brasil) a 37° C, onde permaneceram por 48 horas, sendo posteriormente lavados em água corrente por duas horas.

Após estes procedimentos, os espécimes receberam sulcos no sentido longitudinal (discos diamantados com corte nos dois lados), e separados em dois segmentos, através de uma pressão com espátulas Lecron, evitando penetração no segmento radicular, de pó de dentina e restos dos materiais utilizados para impermeabilização. Vale ressaltar que, somente a área da apicectomia permaneceu exposta ao corante azul de Metileno a 2%. Os segmentos longitudinais foram observados e onde foi registrada a maior penetração do corante, o segmento foi colocado em outro pote individual, com o seu número original acrescido da letra alfabética A (1A, 2A, 3A...) e selecionado para leitura linear.

As amostras foram examinadas com o auxílio de uma lupa estereoscópica (Stemi 2000-C-ZEISS[®]-aumento 12,5 X), Compasso de pontas secas (Compactor[®]) e Paquímetro (LITZ[®]), para verificação da microinfiltração do corante azul de Metileno a 2%. A medição (mm) foi realizada por três Cirurgiões Dentistas previamente calibrados e que desconheciam a codificação das amostras, caracterizando assim, um estudo duplo-cego.

Os valores encontrados serão submetidos à análise estatística através do teste de Correlação de Spearman, para estabelecer o grau de concordância

entre os examinadores e do teste de Kruskal-Wallis para verificar se existe diferenças estatisticamente significante entre os grupos estudados.

5. RESULTADOS

Os valores obtidos foram então submetidos a tratamento estatístico e para verificar o grau de concordância inter-examinador, utilizou-se o teste de correlação de Spearman, decidindo-se pelo uso dos dados obtidos pelo segundo examinador, por ser o mais experiente (Tabela 1).

O cálculo do valor do Coeficiente de Correlação de Spearman (r_s) varia entre -1 e +1 e verifica o grau de concordância entre os examinadores. Nesta pesquisa, observou-se um valor de correlação de **0.98**, indicando um excelente grau de correlação positiva.

Tabela 1 - Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) (UFPB / UFBA – 2004)

	Examinador I	Examinador II	Examinador III
Examinador I	1		
Examinador II	0,74	1	
Examinador III	0,77	0,98	1

Através do teste de aderência à distribuição normal teórica baseado na kurtosis e assimetria, optou-se pelo emprego do teste de Kruskal-Wallis (ANOVA não paramétrica para dados independentes), corrigido para múltiplas comparações. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis avaliou se os valores obtidos para cada grupo apresentavam diferença estatisticamente significativa. Os valores das estatísticas descritivas da infiltração apical em todos os grupos estudados estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas da distribuição de infiltração apical de acordo com o grupo estudado (n=6) (UFPB-UFBA,2004)

Grupos	Média	Desvio Padrão	Mínimo	0.25	Mediana	0.75	Máximo
I Apic Br	2	2,07	0,5	1	1	2,5	6
II Apic Br+Vitremmer	2,58	0,92	1,5	2	2,5	3	4
III Apic Br+ CO ₂	3,17	3,19	0	1	2	6	8
IV Apic Er 250mJ/15Hz	5,67	4,93	1	2	4	9	14
V Apic Er 400mJ/06Hz	0,92	0,58	0,5	0,5	0,75	1	2
VI Er250mJ/15Hz+ Vitremmer	2,58	1,02	1	2	2,75	3	4
VII Er400mJ/6Hz + Vitremmer	1,67	1,03	0	1	2	2	3
VIII Er250mJ/15Hz + CO ₂	1,58	0,92	0,5	1	1,5	2	3
IX Er400mJ/6Hz + CO ₂	1	0,45	0,5	0,5	1	1,5	1,5

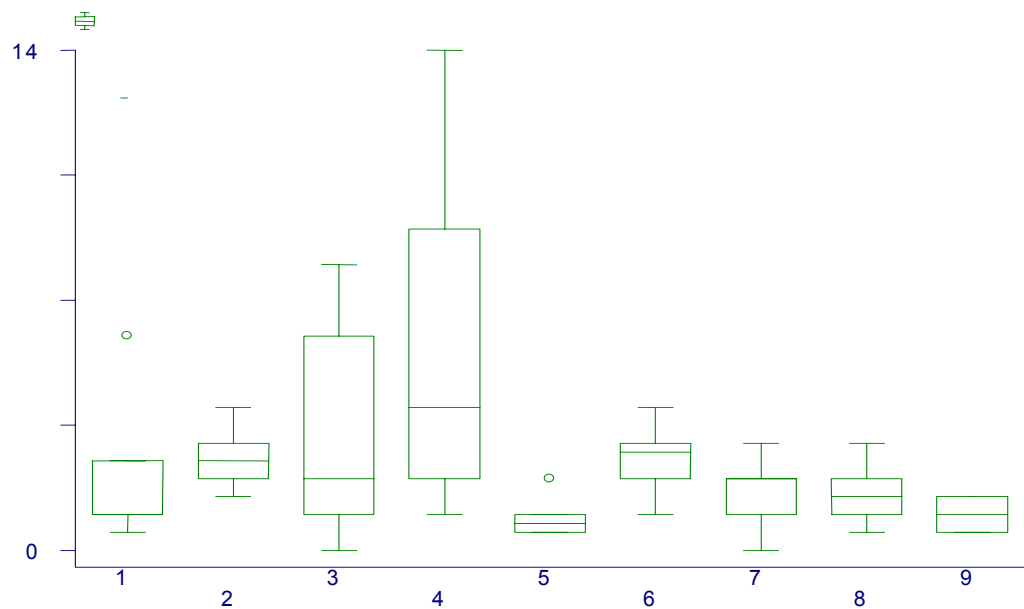


Figura 3 - Representação gráfica da distribuição de infiltração apical de acordo com o grupo estudado (UFPB-UFBA,2004)

Considerando os valores de infiltração apical encontrados através do teste de Kruskal-Wallis, verificou-se que existe diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados (α (alfa) =0,05 → nível de significância de 5%).

Analisando os dados da Tabela 2 e Figura 1, pode-se observar que nos **Grupos III** (Apic Br+ CO₂) e **VII** (Er400mJ/6Hz + Vitremer[®]), houveram espécimes com ausência de infiltração apical do corante azul de Metileno a 2% (valor mínimo=0), embora tenham sido observado valores máximos de 8mm e 3mm, respectivamente. O **Grupo IV** (Apic Er250mJ/15Hz) demonstrou o valor máximo de infiltração do corante (14mm), seguido do valor 8mm no **Grupo III** (Apic Br+ CO₂), e do valor 6mm no **Grupo I** (Apic Br).

Os valores máximos de infiltração do corante foram iguais (4mm) nos **Grupos II** (Apic Br+ Vitremer[®]) e **VI** (Er250mJ/15Hz + Vitremer[®]). O mesmo ocorreu, nos **Grupos VII** (Er400mJ/06Hz + Vitremer[®]) e **VIII** (Er250mJ/15Hz + CO₂) onde foi identificado o valor de 3mm de infiltração do corante nos dois grupos , os valores mínimos foram porém divergentes correspondendo a zero e 0.5mm respectivamente. O **Grupo V** (Apic Er 250mJ/15Hz) apresentou um valor mínimo de 0,5mm e máximo de 2mm e finalmente, no **Grupo IX** (Er400mJ/6Hz + CO₂), foi encontrado o menor índice de infiltração do corante, variando de 0,5mm (valor mínimo) e 1,5mm (valor máximo).

Considerando a infiltração apical através dos **valores da mediana** (Figura 2) observou-se que existe diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados. O valor máximo (**4.0**) foi encontrado no **Grupo IV**

(Er:YAG 250mJ/15Hz) e o valor mínimo (**0.75**) no **Grupo V** (Er:YAG 400mJ/6Hz).

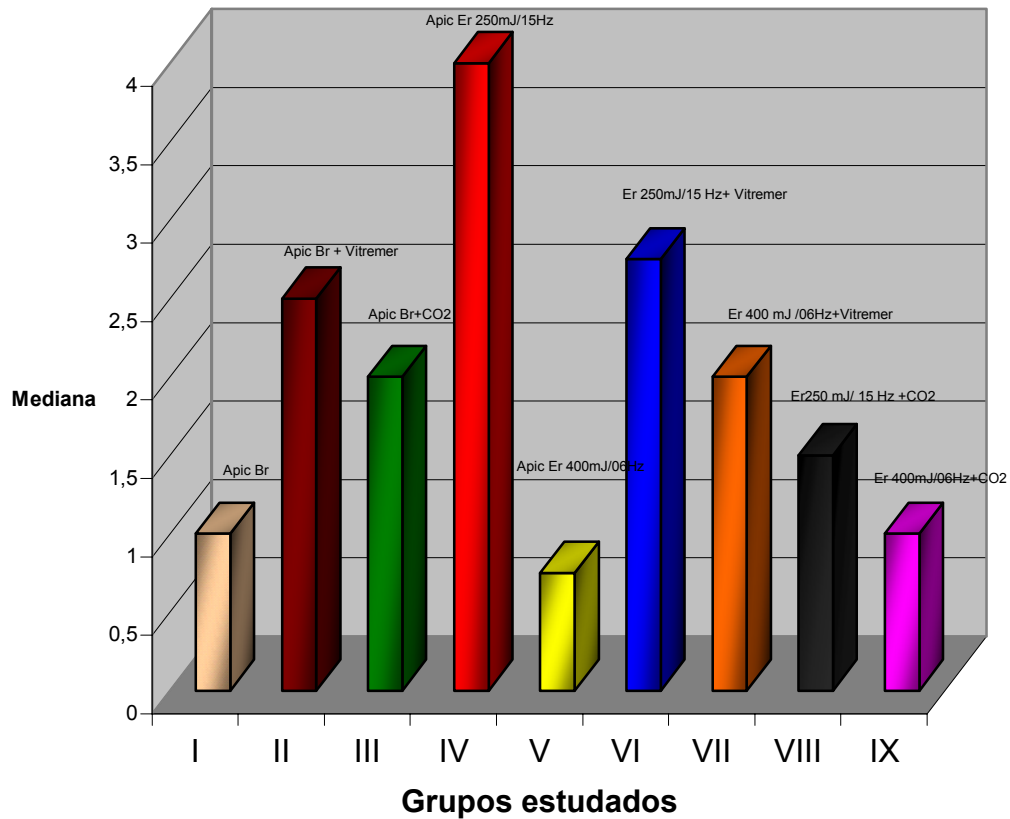


Figura 4 - Comparação entre os grupos estudados e os valores da mediana (UFPB – UFBA – 2004)

A Tabela 3 demonstra a comparação do **grupo I** (Apic Br) com os demais grupos estudados. Considerando o nível de significância ($\alpha=0.05$) observou-se diferença estatisticamente significativa quando este grupo foi comparado apenas ao **Grupo IV** (Apic Er250mJ/15Hz), pois o valor de p encontrado foi de 0.0253.

Tabela 3 – Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo I com os grupos estudados

Comparações entre grupos	Valor de P
1 X 2	0,0816
1 X 3	0,2574
1 X 4	0,0253 *
1 X 5	0,1315
1 X 6	0,0887
1 X 7	0,4200
1 X 8	0,4963
1 X 9	0,1867

*(p<0,05)

Na Tabela 4 pode-se verificar que, quando o **Grupo II** (Apic Br+ Vitremer®) foi comparado com os demais grupos estudados, considerando o nível de significância ($\alpha=0,05$), observou-se diferença estatisticamente significativa quando este foi comparado ao **Grupo V** (Apic Er 250mJ/15Hz), valor encontrado igual a 0,0060, e ao **Grupo IX**(Er400mJ/6Hz + CO₂), encontrando-se um valor de 0,0111.

Tabela 4 – Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 2 com os grupos estudados

Comparações entre grupos	Valor de P
2 X 3	0.2287
2 X 4	0.2878
2 X 5	0.0060*
2 X 6	0.4817
2 X 7	0.1165
2 X 8	0.0830
2 X 9	0.0111*

*(p<0,05)

A comparação do **Grupo III** (Apic Br+ CO₂) com os demais grupos está demonstrada na Tabela 5, onde pode ser observada diferença significativa entre este e o **Grupo V** (Apic Er 400mJ/6Hz) considerando-se o valor encontrado, de 0,0383.

Tabela 5 – Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 3 com os grupos estudados

Comparações entre grupos	Valor de P
3 X 4	0,0963
3 X 5	0,0383*
3 X 6	0,2429
3 X 7	0,3265
3 X 8	0,2603
3 X 9	0,0616

***(p<0,05)**

Tabela 6 – Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 4 com os grupos estudados

Comparações entre grupos	Valor de P
4 X 5	0.0010*
4 X 6	0.2724
4 X 7	0.0399 *
4 X 8	0.0259 *
4 X 9	0.0022 *

***(p<0.05)**

O grupo que mais apresentou diferenças significantes em relação aos demais foi o **Grupo IV** (Apic Er250mJ/15Hz), apresentando valores correspondentes a 0,0010, 0,0399, 0,0259 e 0,0022 quando comparado aos **Grupos V** (Apic Er 400mJ/6Hz), **VII** (Er400mJ/6Hz + Vitremer[®]), **VIII** (Er250mJ/15Hz + CO₂) e **IX** (Er400mJ/6Hz + CO₂), respectivamente (Tabela 6).

Tabela 7 – Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 5 com os grupos estudados

Comparações entre grupos	Valor de P
5 x 6	0.0068 *
5 X 7	0.0932
5 X 8	0.1295
5 X 9	0.4092

*** (p<0.05)**

Com base nos dados demonstrados na Tabela 7, foi verificada diferença significante comparando-se os **Grupos V** (Er400mJ/6Hz + CO₂) e **VI** (Er250mJ/15Hz + Vitremer[®]). O valor encontrado foi de 0,0068. Na Tabela 8, encontram-se os dados referentes ao **Grupo VI** (Er250mJ/15Hz + Vitremer[®]). Só houve diferença estatisticamente significante quando comparado ao **Grupo IX** (Er400mJ/6Hz + CO₂), sendo obtido o valor de 0,0126.

Tabela 8 – Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 6 com os grupos estudados

Comparações entre grupos	Valor de P
6 x 7	0,1257
6 X 8	0,0902
6 X 9	0,0126 *

*** (p<0,05)**

Verificou-se que não existe diferença significativa entre os valores encontrados, comparado-se o **Grupo VII** (Er400mJ/6Hz + Vitremer[®]), Grupo **VIII** (Er250mJ/15Hz + CO₂) e Grupo **IX** (Er400mJ/6Hz + CO₂) (Tabelas 9 e 10).

Tabela 9 – Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 7 com os grupos estudados

Comparações entre grupos	Valor de P
7 x 8	0,4236
7 X 9	0,1375

Tabela 10 – Comparação das distribuições da infiltração apical do grupo 8 com os grupos estudados

Comparações entre grupos	Valor de P
8 x 9	0,1843

Para melhor ilustração, estão demonstradas a seguir, imagens de alguns espécimes, demonstrando valores de infiltração do corante azul de Metileno a 2%, nos grupos estudados.

As Figuras 5 e 6 obtidas do Grupo I, demonstram os valores mais representativos (6mm e 0,5mm) de infiltração apical, onde a apicectomia foi realizada com a broca Carbide n.701.



Figura 5 - Imagem que demonstra a infiltração de 6mm do corante azul de metileno no espécime 1 do Grupo I (Apic Br) (MARQUES, 2004)



Figura 6 - Imagem que demonstra a infiltração de 0,5mm do corante azul de metileno no espécime 4 do Grupo I (Apic Br) (MARQUES, 2004)

As Figuras 7 e 8 mostram a infiltração apical (1,5mm e 4mm) observadas nos espécimes do Grupo II, onde foi realizada a apicectomia com a broca Carbide n°701 e retrobturação com o cimento Ionômero de Vidro, VITREMER®.



Figura 7- Imagem que demonstra a infiltração de 1,5mm do corante azul de metileno no espécime 7 do Grupo II (Apic Br + Vitr) (MARQUES, 2004)



Figura 8- Imagem que demonstra a infiltração de 4mm do corante azul de metileno no espécime 11 do Grupo II (Apic Br + Vitr) (MARQUES, 2004)

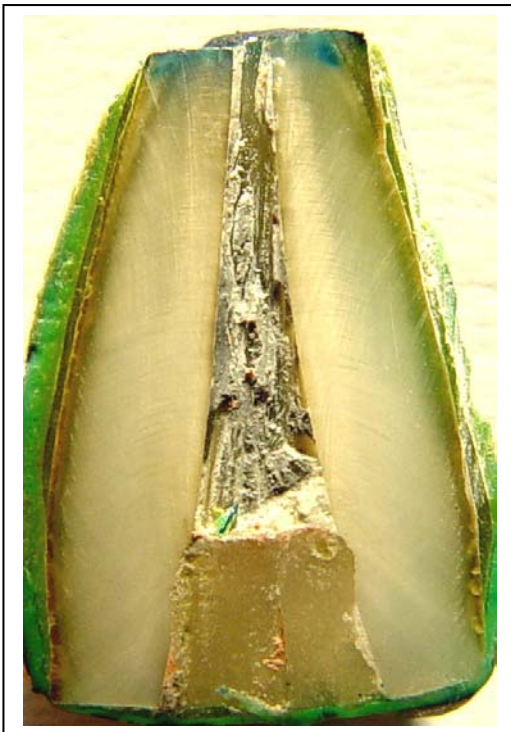


Figura 9 - Imagem que demonstra a infiltração de 0mm do corante azul de metileno no espécime 13 do Grupo III (Apic Br+CO₂) (MARQUES, 2004)

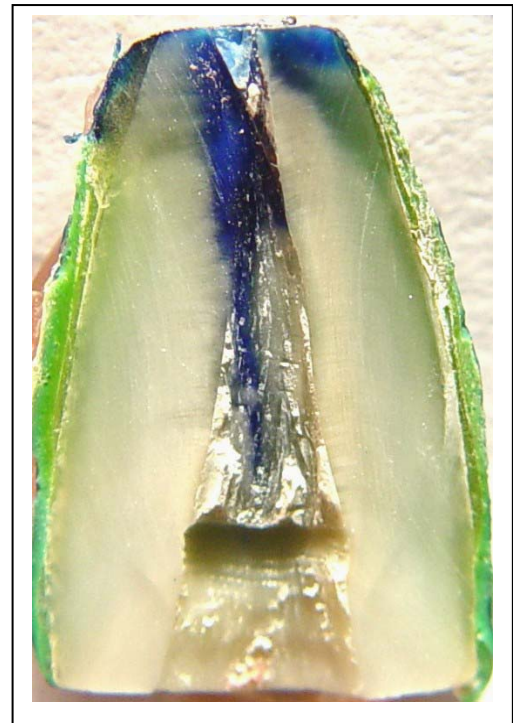


Figura 10 - Imagem que demonstra a infiltração de 8mm do corante azul de metileno no espécime 15 do Grupo III (Apic Br+CO₂) (MARQUES, 2004)

As figuras 9 e 10 mostram a infiltração apical (0mm e 8mm) ocorrida nos espécimes do Grupo III, onde foi realizada a apicectomia com a broca Carbide n.701 e a superfície de corte foi tratada com o Laser de CO₂ ($\lambda = 10.600\text{nm}$) utilizando os parâmetros de 2W, em modo contínuo (CW).

As figuras 11 e 12 mostram a infiltração apical (9mm e 1mm) observadas nos espécimes do Grupo IV, onde foi realizada a apicectomia com o Laser de Er:YAG com parâmetros de 250mJ de energia e 15Hz de frequência.



Figura 11 - Imagem que demonstra a infiltração de 9mm do corante azul de metileno no espécime 19 do Grupo IV (**Apic Er250mJ/15Hz**) (MARQUES, 2004)



Figura 12 - Imagem que demonstra a infiltração de 1mm do corante azul de metileno no espécime 22 do Grupo IV (**Apic Er250mJ/15Hz**) (MARQUES, 2004)

As figuras 13 e 14 mostram a infiltração apical (0.5mm e 2mm) observadas nos espécimes do Grupo V, onde foi realizada a apicectomia com o Laser de Er:YAG com parâmetros de 400mJ de energia e 6Hz de frequência.



Figura 13 - Imagem que demonstra a infiltração de 0,5mm do corante azul de metileno no espécime 29 do Grupo V (**Apic Er400mJ/6Hz**) (MARQUES, 2004)



Figura 14 - Imagem que demonstra a infiltração de 2mm do corante azul de metileno no espécime 30 do Grupo V (**Apic Er400mJ/6Hz**) (MARQUES, 2004)

As figuras 15 e 16 mostram a infiltração apical (1mm e 3mm) observadas nos espécimes do Grupo VI , onde foi realizada a apicectomia com o Laser de Er:YAG (250mJ/15Hz) e retrobturação com o cimento Ionômero de Vidro, VITREMER® .



Figura 15 - Imagem que demonstra a infiltração de 1mm do corante azul de metileno no espécime 33 do Grupo VI (Er250mJ/15Hz+ Vitremer) (MARQUES, 2004)



Figura 16 - Imagem que demonstra a infiltração de 3mm do corante azul de metileno no espécime 34 do GrupoVI (Er250mJ/15Hz+ Vitremer) (MARQUES, 2004)

As figuras 17 e 18 mostram a infiltração apical (3mm e 1mm) observadas nos espécimes do Grupo VII, onde foi realizada a apicectomia com o Laser de Er:YAG (400mJ/6Hz) e retrobturação com o cimento Ionômero de Vidro, VITREMER®.



Figura 17 - Imagem que demonstra a infiltração de 3mm do corante azul de metileno no espécime 38 do GrupoVII (**Er400mJ/06Hz+ Vitremer**) (MARQUES, 2004)



Figura 18 - Imagem que demonstra a infiltração de 1mm do corante azul de metileno no espécime 40 do GrupoVII (**Er400mJ/06Hz+Vitremer**) (MARQUES, 2004)



Figura 19 - Imagem que demonstra a infiltração de 0,5mm do corante azul de metileno no espécime 44 do GrupoVIII (**Er250mJ/15Hz**) + CO₂ (MARQUES, 2004)



Figura 20 - Imagem que demonstra a infiltração de 3mm do corante azul de metileno no espécime 46 do GrupoVIII (**Er250mJ/15Hz**) + CO₂ (MARQUES, 2004)

As figuras 19 e 20 mostram a infiltração apical (0.5mm e 3mm) observadas nos espécimes do Grupo VIII, onde foi realizada a apicectomia com o Laser de Er:YAG (250mJ/15Hz + CO₂).

As figuras 21 e 22 mostram a infiltração apical (1.5mm e 0.5mm) observadas nos espécimes do Grupo IX, onde foi realizada a apicectomia com o Laser de Er:YAG (Er400mJ/6Hz + CO₂).



Figura 21 - Imagem que demonstra a infiltração de 1,5mm do corante azul de metileno no espécime 49 do Grupo IX (Er400mJ/6Hz) (MARQUES, 2004)



Figura 22 - Imagem que demonstra a infiltração de 0,5mm do corante azul de metileno no espécime 51 do Grupo IX (Er400mJ/6Hz) (MARQUES, 2004)

6. DISCUSSÃO

Um dos grandes desafios da Endodontia tem sido a busca de um selamento apical hermético. No intuito de conseguir este selamento, vem acontecendo o aprimoramento de materiais e refinamento de técnicas de obturação do sistema de canais radiculares, visando o controle da infiltração marginal apical na interface material/parede do preparo apical, fator este, considerado como uma das causas de insucessos da terapia endodôntica.

Sabe-se que, o tratamento endodôntico exige que o profissional execute criteriosamente todos os passos, propiciando meios favoráveis à cura de lesões crônicas periapicais e reparo fisiológico. No entanto, evidências clínicas têm demonstrado que mesmo os tratamentos bem executados são passíveis de insucessos e estão diretamente relacionados a fatores de natureza microbiana intra ou extra-radicular e a fatores intrínsecos ou extrínsecos de origem não microbiana.

Os processos patológicos do periápice são geralmente eliminados com o tratamento endodôntico convencional, embora existam situações onde o sucesso clínico não é atingido, persistindo as lesões periapicais refratárias, sendo necessário então, intervenção cirúrgica periapical. Somente através de procedimentos cirúrgicos, os fatores não microbianos, como por exemplo, cristais de colesterol nas lesões císticas poderiam ser eliminados pois se comportam como corpo estranho (MOURA, 2002).

As principais indicações da Cirurgia Paraendodôntica estão geralmente relacionadas à dificuldade de acesso à região apical propiciando a

permanência do processo inflamatório/infeccioso, e desta forma, favorecendo a manutenção deste, na região periapical (NISHIYAMA et al., 2002).

Sabe-se que a apicectomia pode ou não estar associada à retrobturação do canal. No entanto, esta associação, vem sendo cada vez mais realizada, na tentativa de vedar o ápice cuja obturação do canal radicular não alcançou o selamento pretendido, evitando-se assim, a percolação microbiana e de seus subprodutos para a região periapical, otimizando o reparo tecidual e regeneração do ligamento periodontal apical.

Vale ressaltar que a cirurgia periapical não substitui um tratamento endodôntico deficiente. Devemos estar atentos para o aspecto de que, durante o tratamento endodôntico nenhum passo deverá ser negligenciado. Neste estudo, todo o protocolo endodôntico foi seguido cuidadosamente.

Para evitar a desidratação dos espécimes,optou-se por mantê-los em água destilada deionizada. Isto é justificado pelo fato desta substância não ter ação sobre os componentes orgânicos e inorgânicos dos dentes, não interferindo nos resultados (BRUGNERA JÚNIOR, 2001; RIBEIRO, 2001).

Neste estudo, o limite para o corte apical do remanescente dentário foi estabelecido a 3mm aquém do ápice, considerando a anatomia da região apical. Na literatura, embora 4mm tenha sido encontrado como limite (BARALDI e PURICELLI, 2000 ; CUNHA FILHO, 2003), a maioria dos autores trabalha com o limite de 2 a 3mm aquém do ápice (STABHOLZ et al., (1992). ALHADALNY et al., (1993); GOUW-SOARES et al., (1996); LAGE-MARQUES, 1997; CAVALCANTI et al, 1999, GOUW-SOARES, 2001; MOURA, 2002; PADOVAN et al., 2003; CASTRO et al, 2004). É importante ressaltar

que, quanto mais cortamos a raiz de um dente no sentido ápico-cervical, mais estaremos expondo canalículos dentinários.

Ao ser analisado os valores da mediana na Figura 4, verifica-se que os valores do Grupo I (Apic Br) e IX (Er400mJ/6Hz + CO₂) são semelhantes, levando-nos a supor que, é possível obter-se um bom selamento, quando se utiliza a técnica convencional de apicectomia com brocas, desde que se consiga um bom selamento apical. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre esses grupos e o que apresentou melhor resultado, Grupo V (Er400mJ/6Hz). Em relação ao Grupo II (Apic Br + Vitro) e Grupo III (Apic Br + CO₂) houve uma maior infiltração apical quando comparados ao Grupo I, onde a broca foi utilizada isoladamente, embora não tenha sido estatisticamente significativa. Este achado é de grande importância clínica, uma vez que a apicectomia à Laser, ainda não é uma técnica rotineiramente utilizada. Convém salientar que novos estudos deverão ser desenvolvidos com a tecnologia à Laser e assim certamente, deverá reduzir o custo da aparelhagem, sendo acessível para os Cirurgiões-Dentistas e para a população em geral.

Os resultados do estudo de Gilheary et al. (1994) comprovam que, quanto menor o ângulo de corte, menor será a infiltração devido à menor exposição de túbulos dentinários, no remanescente dentário. Esta afirmação está corroborada por Bernabé (1994); Gorman et al. (1995) que recomendam que o ângulo de ressecção da superfície de corte deva ser realizado em bisel voltado para vestibular (em torno de 45°) facilitando assim, a visão e o preparo da retrocavidade. Este fato não foi comprovado por O'Connor et al.,(1995) que estudando as possíveis influências da inclinação do corte apical sobre o selamento apical de retrobturações, não encontraram diferenças significativas quando este corte era perpendicular ao longo eixo do dente ou inclinado a 45°.

Quanto à angulação de incidência do Laser de Er:YAG, esta tem influência direta no aspecto morfológico das cavidades produzidas em dentina com parâmetros de energia de 200 a 350mJ. O ângulo de incidência e energia estão diretamente relacionados com a quantidade de estrutura dental ablacionada. Em dentina, quando a angulação incidia em 90° observou-se cavidades de aspecto circular, profundas e definidas, devido a um maior conteúdo de água e substância orgânica. Isto demonstra uma ablação mais efetiva, quando comparadas às angulações de 50 e 20 graus, que apresentaram cavidades com forma de elipse devido à redução do ângulo de incidência do feixe Laser. Em micrografias de incidência de irradiação a 90°, foi observada ausência de “smear layer”, túbulos dentinários abertos e ausência de fusão e ressolidificação tecidual (JUNQUEIRA JÚNIOR, 2002). Este dado tem papel importante na redução do índice de infiltração e coincide com o nosso trabalho, no que diz respeito a incidência do feixe Laser perpendicular (90°), justificando os nossos achados, quando observou-se maiores valores de infiltração do corante no Grupo IV, onde a apicectomia foi realizada com o Laser de Er:YAG(250 mJ/15 HZ) e a superfície não recebeu nenhum tipo de tratamento.

A rugosidade da superfície dentinária de corte têm influência na velocidade do reparo tecidual. Uma superfície irregular dificulta a visualização e sondagem para a detecção de fraturas, favorecendo o crescimento de microrganismos, dificultando a deposição de cimento apical, retardando a reparação periapical (GOUW-SOARES, 2001). Neste estudo, este fato não foi confirmado, pois apesar do Laser de Er:YAG promover maior rugosidade na

superfície, nossos resultados da apicectomia com Laser de Er:YAG e com brocas foram semelhantes, não sendo estatisticamente significativa. O presente estudo confirma o estudo de Padovan (2003) cujo resultado não apresentou diferença estatisticamente significativa, tanto na infiltração marginal quanto no deslocamento do material selador apical.

A infiltração apical do corante azul de Metileno a 2% nos grupos estudados, foi representada através do Gráfico de colunas, na Figura 2, pelos valores da mediana. Pode-se observar que, o valor maior (4) foi identificado no Grupo IV, onde foi realizada apicectomia com o Laser de Er:YAG com parâmetros de energia de 250mJ e frequência de 15Hz e sem nenhum tratamento na superfície de corte. No grupo V, onde foi realizada apicectomia com o Laser de Er:YAG com parâmetros de energia de 400mJ e frequência de 6Hz e também, sem nenhum tratamento na superfície de corte, observou o valor menor (0,75) de infiltração. Este fato pode ser atribuído à variação dos parâmetros de energia e frequência. Os parâmetros utilizados neste estudo foram selecionados pela sua aplicabilidade clínica, seguindo indicação do fabricante. Estudos como o de Pécora et al, (2000); Barbisam, (2001); Brugnera Júnior, (2001); Ribeiro, (2001) utilizaram o Laser de Er:YAG com a frequência de 15Hz e obtiveram também maiores níveis de infiltração de corante. Os menores índices (0,75) de infiltração da solução de azul de Metileno a 2% encontrados neste estudo foram observados no Grupo V, onde foi utilizado o Laser de Er:YAG com parâmetros de 6Hz de frequência. Estes achados estão corroborados pelos estudos de Gouw-Soares et al.,(1996) Cunha Filho (2003) e Sebrão (2003).

O material retrobturador selecionado para este trabalho, foi o cimento de Ionômero de Vidro fotopolimerizável, Vitremer[®] (3M), devido às suas qualidades de adesividade ao esmalte, cemento e dentina, biocompatibilidade, citotoxicidade, atividade antimicrobiana e potencial de selamento apical,

(FRIEDMAN, 1991; CHONG et al.,1994; CHONG et al , 1995; JESSLEM et al., 1995; SANTOS et al.,1998; MARTORELLI, 1998, QUESADA ,2001).

Busato et al., (1997) enfatizam que o Vitremer[®], é um cimento de Ionômero de Vidro fotopolimerizável, que apresenta polimerização/gelificação química, e ainda uma fase de polimerização que ocorre no escuro, com o objetivo de garantir a completa polimerização, quando o material for colocado de uma só vez. Ainda afirmam que, é o único compômero considerado como ionômero de vidro verdadeiro e que, apenas com profilaxia e aplicação do “primer”, tanto em esmalte como em dentina, ocorre adesão rápida e significativa. Embora todos esses autores tenham enfatizado essas propriedades benéficas desse material e de todas as recomendações do fabricante terem sido seguidas nesse estudo, foram observadas infiltrações em todos os grupos tratados com o Vitremer[®], independente da técnica de apicectomia utilizada. De todos os grupos tratados, foi identificada uma menor infiltração no grupo VII (Er 400mJ/6Hz + Vitremer[®]).

O preparo da cavidade apical utilizada na nossa metodologia foi a do tipo classe I, referendada por vários autores (BELLIZZI; LOUSHINE, 1991; TORABINEJAD, 1997; LEONARDO; LEAL,1998, WALTON, 2000) com a largura suficiente para englobar todo o diâmetro do canal radicular e com profundidade de três milímetros (DUTRA; HORTA, 1994; LEONARDO; LEAL,1998, OZATA *et al.*,1999). Estes parâmetros são fundamentais para se obter um preparo seguro e condições favoráveis para o reparo fisiológico.

Com o objetivo de aprimoramento do tratamento cirúrgico e aproveitando a propriedade antibacteriana dos Laseres de alta intensidade é que foi proposto

neste estudo, a aplicação do Laser de Er:YAG ($\lambda = 2940\text{nm}$) em apicectomias fundamentada nos estudos de Paghdiwala, 1993 e Komori et al, 1997. Considerando os aspectos biológicos, dentre os Laseres de alta intensidade este, é o que causa menor dano térmico ($\pm 3^{\circ}\text{C}$) aos tecidos adjacentes, em preparos cavitários e em casos de sua utilização em apicectomias, observa-se uma superfície dentinária uniforme, limpa e sem a presença de “smear layer” (TANJI et al., 1998; GOUW-SOARES, 2001). O mesmo fato foi observado por Hibst e Keller, 1989 e Keller e Hibst, 1989, quando este Laser foi utilizado em tratamento endodôntico e em preparos cavitários de esmalte e dentina sob constante refrigeração, utilizando parâmetros adequados de energia, considerando a alta absorção deste comprimento de onda pelos componentes dos tecidos, principalmente água e Hidroxiapatita.

No intuito de reduzir a infiltração apical e o índice de insucessos em casos de cirurgia paraendodôntica, de aproximadamente 38% em dentes posteriores (FRIEDMAN et al., 1991 apud GUTKNECHT e EDUARDO, (2004) propusemos a apicectomia realizada com o Laser de Er:YAG e tratamento da superfície de ressecção do ápice com o Laser de CO_2 ($\lambda = 10.600\text{nm}$), com o objetivo de obter um melhor selamento dos túbulos dentinários, reduzindo a infiltração apical. Gouw-Soares, em 2001, utilizando a opção de tratamento da superfície de corte com o laser de CO_2 ($\lambda = 9.600\text{nm}$), encontrou resultados semelhantes a este estudo, conseguindo fusão tecidual nesta superfície melhorando assim, o selamento apical.

A escolha do tratamento da superfície de corte com o Laser de CO_2 está justificada na sua aplicação clínica. Sabe-se que, a ação bactericida dos

Laseres de alta intensidade promove a eliminação microbiana em profundidade da dentina e fusão e recristalização da estrutura dentinária com a obliteração dos canalículos dentinários (MISERENDINO, 1988; KOMORI *et al.*, 1997, AUN *et al.*, 1997). Fato este, também verificado com resultados superiores por Lage Marques, Eduardo e Matsumoto, 1995; Moritz *et al.*, 1997, Lage-Marques, 1997; Martorelli, 1998; Cavalcanti *et al.*, 1999).

Nas condições do presente estudo, ficou demonstrado que a apicectomia realizada com o Laser de Er:YAG (Er250mJ/15Hz + CO₂), no grupo VIII foi capaz de reduzir a infiltração apical do corante azul de Metileno a 2%, quando comparado aos remanescentes apicectomizados do Grupo IV (Er250mJ/15Hz), sem nenhum tratamento na superfície de corte. No Grupo IX (Er400mJ/6Hz + CO₂) foi observado um aumento da infiltração apical quando comparado ao Grupo V (Er400mJ/6Hz) sendo este, o de melhor resultado de todos os grupos analisados. Na verdade, observou-se infiltração apical em todos grupos independentes da técnica de apicectomia utilizada. Estes resultados coincidem com os achados de Castro *et al.*, 2004. Com estes achados pode-se supor que no próprio momento da apicectomia com o Laser de Er:YAG acontece obliteração de alguns canalículos dentinários e quando da aplicação do Laser de CO₂, a fusão tecidual não ocorre de maneira uniforme em toda a superfície, permanecendo áreas permeáveis. Estudos de Microscopia Eletrônica de Varredura deverão esclarecer melhor estes aspectos.

Com base na metodologia aplicada, nossos resultados, comprovam a eficácia da utilização dos Laseres em procedimentos de cirurgia

paraendodôntica, reduzindo a permeabilidade das superfícies de corte dos remanescentes dentários, proporcionando baixos níveis de percolação de líquidos na área periapical. Os nossos achados estão corroborados pelos estudos de Gouw-Soares, 2001, Castro e Castro, 2002, Castro *et al.*, 2004 e Gouw-Soares *et al.*, 2004.

A realização deste trabalho abre novas perspectivas de investigação em relação ao estabelecimento de parâmetros de utilização da tecnologia a Laser em apicectomias, com protocolos específicos para obtenção de menores níveis de infiltração na interface material/parede do canal radicular e melhores níveis de selamento apical. Em adição, é necessário aprofundar o entendimento da aplicabilidade da tecnologia a Laser em cirurgia paraendodôntica, no sentido de facilitar a aposição de cimento e/ou acelerar a velocidade do reparo cicatricial.

7. CONCLUSÃO

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. Em todos os grupos estudados foi observada a presença de infiltração do corante azul de Metileno a 2%, independente do tipo de apicectomia realizada;
2. Em ordem decrescente de valores de mediana pode-se afirmar que, o Grupo IV (Er250mJ/15Hz) foi o que apresentou maior infiltração apical, seguido do Grupo VI (Er250mJ/15Hz + Vitremer[®]), Grupo II (Apic Br+Vitr), Grupos III (Apic Br+CO₂), e VII (Er400mJ/6Hz+ Vitremer[®]), que foram semelhantes entre si, Grupo VIII (Er250mJ/15Hz+ CO₂), Grupo I (Apic Br) e IX (Er400mJ/6Hz+ CO₂) que também foram semelhantes e por fim, o Grupo V (Er400mJ/6Hz), que apresentou o menor valor de infiltração;
3. De todos os grupos tratados com o cimento Ionômero de Vidro (Vitremer[®]), foi identificada uma maior infiltração no Grupo VI (Er250mJ/15Hz + Vitremer[®]), seguido do Grupo II (Apic Br +Vitremer[®]) e Grupo VII (Er 400mJ/6Hz + Vitremer[®]);

4. Nos Grupos IV (Er250mJ/15H) e V (Er400mJ/6Hz) onde foram realizadas apicectomias com o Laser de Er:YAG e sem nenhum tipo de tratamento na superfície de corte foram observados, o maior e o menor índice de infiltração do corante azul de Metileno a 2%, respectivamente;
5. É possível obter-se bons resultados , utilizando a técnica convencional de apicectomia com brocas, desde que se consiga um bom selamento apical;
6. A apicectomia com o Laser de Er:YAG(400mJ/6Hz) proporcionou os menores valores de infiltração do corante azul de Metileno a 2%, justificando assim, sua utilização em procedimentos de apicectomias;

REFERÊNCIAS

ALBERGARIA, J.R.; MARQUES, A. L.; ARAUJO, S. V. Avaliação dos materiais usados em obturação retrógrada. **Odont. Mod.**, v. 20, n. 5, p. 27-30, set/out, 1993

ALHADAINY, H. A.; ELSAED, H. Y.; ELBAGHDADY, Y. M. A study of retrofilling ability of retrograde materials. **J. Endod.** v.19, n.10, p. 508-11, Oct. 1993.

AUN, C. et al. CO2 Laser on apical seal of retrofilled teeth. **Prog. Bimed. Opt.** v. 2973, p. 168-172, Feb. 1997.

AZOUBEL, E. **Análise do Vedamento Apical em Dentes Monoradiculares Submetidos à Obturação Retrógrada e Irradiação com o Laser Nd:YAG.** 1998. 114 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Porto Alegre, 1998.

BARALDI, C.; PURICELLI, E.. Estudo in Vitro das Alterações Morfológicas da Superfície de Raízes Submetidas à Apicectomias e Irradiadas com Laser de Nd:YAG. **Rev. Fac Odont UFRGS**, Porto Alegre, v. 40, n.2, p. 29-35, 2000.

BARBIZAM, J. V. B. **Estudo " in vitro" da infiltração marginal apical em canais radiculares obturados.**Ribeirão Preto, USP, 2001. 71p. Disponível em:< <http://www.forp.usp.br/teses>. Acesso em: 12/05/2003

BELLIZZI R, LOUSHINE R. Adjuncts to posterior endodontic surgery. **J. Endod.** v.16, n. 12, p. 604-606, Dec.,1990

BENNER, M.D.; PETERS, D.D.; GROVER, M.; BERNICE, W.E. Evaluation of a new thermoplastic gutta-percha obturation technique using Ca. **J. Endod.**, v.7, n.4, p.500-8, Nov. 1981.

BERNABÉ, P. F. E. **Estudo histopatológico realizado em dentes de cães com lesão periapical após apicectomia e tratamento endodôntico via retrógrada. Influência do nível da obturação e do material obturador.** Araçatuba, 1994. 352p. Tese (Livre - Docência). Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" .

BRUGNERA Jr, A; PINHEIRO, A. L. B. **Lasers na Odontologia Moderna.** São Paulo: Pancast, 1998, 356p

BRUGNERA Jr, A. **Estudo da ação dos lasers Er:YAG e Nd: YAG sobre a permeabilidade da dentina das paredes dos canais radiculares**

instrumentados. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2001, 39p. Disponível em:< <http://www.forp.usp.br/restauradora/Teses/Aldodr/brugneradr.html>. Acesso em 31/01/02

BURKES Jr, E.J.; HOKE, J.; GOMES, E.; WOLBASHT, M. Wet versus dry enamel ablation by Er: YAG laser. **J. Prosthet. Dent.**, v.67, p.847-51, 1992.

BUSATO, A. L. S.; BARBOSA, A. N.; BUENO, M. *et al.* Ionômero de vidro. **Dentística – Restaurações em dentes anteriores.** São Paulo : Artes Médicas, cap. 5, p. 54-68, 1997.

CARVALHO, C. et al. Effects of Nd:YAG and Er:YAG Lasers on the Sealing of Root Canal Fillings. **J. of Clin Laser Med & Surgery**, New York,v. 20, no. 4, p. 215-219, 2002.

CASTRO, T. R.; CASTRO, G. C. **Avaliação das apicectomias pelo método convencional ou pela utilização do laser e comparação entre os materiais retrobturadores utilizados.** Relatório final da disciplina trabalho de Graduação Faculdade de Ciências da Saúde. 2002. UNIVAP. São José dos Campos. São Paulo. Disponível em < www.univap.br/biblioteca/odonto2002/tgs.htm> Acesso em 12/05/2003

CASTRO, F. C. *et al.* Evaluation of Er:YAG, CO₂ and Nd:YAG Lasers on apical dentine permeability after apicoectomies. **Lasers in Dentistry X**, Proceedings of SPIE, v. 5313, p. 104-108, May 2004

CATHERS, S.J.; ROAHEN, J. O.; LAKES, G. Evaluation of the apical seal of amalgam retrofillings with the use of a root canal sealer interface. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**, v. 76, n.3, p.343-345, 1993

CAVALCANTI, P. H. A. **Estudo comparativo “in vitro” do índice de infiltração nas apicectomias e retrobturações com amálgama de prata e nas apicectomias com laser de CO₂.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco. Recife – Pernambuco, 1997, 80p.

CAVALCANTI, P. H. A. et al. **Estudo comparativo do índice de infiltração de dentes anteriores submetidos a apicectomia pelo laser de CO₂ ou apicectomia e retro-obturação por amálgama de prata in vitro.** 1999, 31p. Disponível em: < <http://www.forp.usp.br/restauradora/laser/pinho01.html>> Acesso em 15/11/02

CHONG, B. S. et al. Sealing ability of potential retrograde root filling materials. **Endod Dent Traumatol**, v. 11, p. 264-269, Dec 1995

CUNHA FILHO, J.J.**Análise das Alterações Morfológicas da Região Cementária Apical de Dentes Humanos Unirradiculares Irrradiados com a Luz Laser de Nd:YAG: Um Estudo 'In Vitro', Através da Microscopia Eletrônica de Varredura.** Dissertação de Mestrado (Cirurgia e Traumatologia

Bucomaxilofacial), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia. Porto Alegre, 1997. 115p.

CUNHA FILHO, J.J.; VEECK, E.. Análise das alterações morfológicas da região cementária apical de dentes humanos unirradiculares irradiados com a luz laser de Nd:YAG: Um estudo 'in vitro', através da microscopia eletrônica de varredura, **Rev. ABO Nacional**, São Paulo, v. 7, n. 1, 1999.

CUNHA FILHO, J. J. **Estudo comparativo da morfologia de raízes dentárias submetidas a apicectomias com fresas cirúrgicas e diferentes tipos de Laser: um estudo in vitro, sob a luz da Microscopia Eletrônica de Varredura.** Tese de Doutorado (Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia. Porto Alegre, 2003, 168p.

CUSSIOLLI, A. **Estudo in vitro do efeito da aplicação do laser Er:YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária sobre a adesividade de diferentes cimentos endodônticos à base de resina epóxica.** FORP-USP, 1999, 72p.

DANIN, J. et al. Clinical management of nonhealing periradicular pathosis. Surgery versus endodontic retreatment. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 2, n. 82, p. 213-217, Aug 1992

De ALMEIDA, W.A; LEONARDO, M.R.; TANOMARU FILHO, M.; SILVA, L.A.B. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. **Int.Endod.J**, v.33, n.1, p.25-7, Jan.2000

DUTRA, C. E. A.; HORTA, H. G. P. Estudo da capacidade de vedamento da pasta Lysanda (zincoenólica) em obturação retrógrada: estudo realizado em cães. **Rev Odonto. Ciência**, Porto Alegre, n.18, p. 7 - 20, 1994.

FACHIN, E.V.F.; SPERB, M.N.; KOHLER, T.M.P. A influência de diferentes cimentos de obturação da canal na infiltração apical. **Rev. Fac. Odont. Porto Alegre**, v.36, n.1, p.24-6, ago.1995.

FACHIN, E. V. **Estudo morfométrico e morfológico, através do microscópio metalográfico e do microscópio eletrônico de varredura, da ação do laser CO₂ e Nd:YAG sobre as bordas de trincas radiculares em diferentes condições experimentais.** São Paulo, Tese (Doutorado em Endodontia), Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia, 1997. 114p.

FERRAZ, J.A.B. **Estudo "in vitro" da capacidade de selamento marginal apical promovido por três técnicas de obturação de canais radiculares.** Ribeirão Preto, 1999.76p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

FRENTZEN, M.; KOORT, H.: Histological investigation of Infrared Laser ablation of Dental Hard Tissues. **ISDL**, Salt Lake City, Utah, p. 243-244, 1992.

FRIEDMAN, S. et al. Apical endodontic therapy. **Endod. Dent. Traumat.**, v. 3, n. 7, p. 97-107, Jun, 1991

GILHEARY, P.; FIGDOR, D.; TYAS, M. J. Apical infiltration in retrograde. **J. Endod.**, v.20, n.1, p. 22-26, Jan., 1994

GOLDBERG, F; FRAJLICH, S. Analisis de la capacidad de sellado. Diferentes materiales y técnicas de obturación d conductos. **Rev. Asoc. Odont. Argent.**, v. 68, n. 1, p. 13-6, jan. 1980

GORMAN, M. C.; STEIMAN, H. R.; GARTNER, A. H. Scanning electron microscopic evaluation of root-end preparations. **J. Endod.**, v. 21, n. 3, p. 113-117, 1995.

GOUW-SOARES, S. C.; LAGE MARQUES, J. L.; EDUARDO, C. P. Alteração morfológica e permeabilidade dentinária após apicectomia com Er: YAG Laser. **XIII Reunião científica da SBPqO**, p. 64. 01 a 04 de setembro de 1996, Águas de São Pedro, São Paulo.

GOUW-SOARES, S. C. **Avaliação da permeabilidade da superfície dentinária radicular após apicectomia e tratamento com os lasers de Er:YAG ou CO₂ 9,6µm. estudo "in vitro"**. Tese (Doutorado em Dentística) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001, 116 p.

GOUW-SOARES, S. C. et al. Comparative Study of Dentine Permeability after Apicectomy and Surface Treatment with 9.6 µm TEA CO₂ and Er:YAG Laser Irradiation. **J. Clin. Laser Méd. Surg.**, v. 22, n. 2, p. 129-139, Apr 2004

GUTKNECHT, N.; EDUARDO, C. P. **A Odontologia e o Laser**. São Paulo: Quitessence Editora Ltda, 2004, 320p

HIBST, R.; KELLER, V. Experimental studies of the application of the Er: YAG laser on dental hard substances. I measurement of the ablation rate. **Lasers in Surg. Med.**, v.9, p.338-44, 1989.

HOLLAND, R.; OKABE, N.J.; HOLLAND JR., C.; SOUZA, V.; MELLO, W.; SALIBA, O. Influência do emprego do vácuo na profundidade da infiltração marginal do azul-de-metileno em dentes com canais obturados. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v.44, n.4, p.213-6, jul./ago. 1991.

HOLLAND, R.; MURATA, S.S.; SOUZA, V.M.; LOPES, H.P.; SALIBA, O. Análise do selamento marginal obtido com cimentos à base de hidróxido de cálcio. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v. 50, n.1, p.61-4, jan./fev. 1996.

JESSLÉM, P.; ZETTERQVST, L.; HEIMDAHL, A. Long-term results of amalgam versus glass ionomer cement as apical sealant after apicectomy. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** , v.79, n. 1, p. 101-3, 1995.

JUNQUEIRA JUNIOR, D. N. **Estudo da influencia da angulação do feixe de Laser na morfologia de esmalte e dentina irradiados com Laser de Er: YAG.** 2002, 75 f. Dissertação (Mestrado) , Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

KELLER, U.; HIBST, R.. Marginal Tightness of Dental Filling Materials Following Tooth Preparation with the Er:Yag Laser. **Laser in Surg. Med**, suplemento 5, p. 17, abstracts 72, 1993.

KIMURA, Y. et al. A Comparative Study on the Effects of Three Types of Laser Irradiation at the Apical Stop and Apical Leakage After Obturation. **J. Clin. Laser Med. Surg**, v. 17, no. 6, 1999.

KOCH, K.; MIN, P.S.; STEWART, G. Comparison of apical leakage between Ketac-Endo sealer and Grossman's sealer. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.78, n.6, p.784-7, Dec. 1994.

KOMORI, T.; YOKOYAMA, K.; MATSUMOTO, Y.; MATSUMOTO, K. Erbium: YAG and Holmium: YAG Laser Root Resection of Extracted Human Teeth. **J. Clin. Laser Méd. Surg**, v. 15, no. 1, p. 9-13, 1997.

KUGA, M. C.; KEINE, K. C. Selamento apical e qualidade das obturações proporcionadas pela obturação retrógrada e retroinstrumentação com retrobturação. **Rev. Bras. Odont.**, v. 46, n. 3, p. 41-45, mai/jun, 1989

KUGA, M.C.; KAVAHARA, E.M.; HOYO, R.B.; BERBERT, A. Infiltração marginal em obturações de canais radiculares decorrentes de materiais obturadores. **Rev. Paul. Odontol.**, v.12, n.6, p.2-6, nov/dez. 1990.

LAGE MARQUES JL, EDUARDO CP, MATSUMOTO K. A study on morphological changes of the root canal wall lased by pulsed Nd:YAG laser. **J Japan Endod Assoc.**, v. 16, p. 64-69, 1995

LAGE MARQUES, J.L. **Avaliação "in vitro" do selamento marginal apical da obturação do sistema de canais radiculares em dentes portadores de secção transversal circular e elíptica, submetidos ou não a aplicação da condensação vertical e cone mestre ajustado no comprimento real de trabalho ou a 1 mm aquém.** São Paulo, 1990. 104 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

LAGE MARQUES, J. L. **Avaliação dos efeitos da irradiação laser, utilizando Nd:YAG, CO₂, e argônio no selamento dentinário e marginal de obturações retrógradas.** 1997. Tese (Livre Docência em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M. **Endodontia: tratamento de canais radiculares**. 3.ed. São Paulo: Médica Panamericana,. Cap.33, p.737-801, 1998

LIMKANGWALMONGKOL, S.; BURTSCHER, P.; ABBOTT, P.V.; SANDLER, A.B.; BISHOP, B.M. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealer and laterally condensed gutta-percha. **J. Endod.**, v.17, n.10, p.495-9, Oct. 1991.

LYROUDIA, K.; PANTELIDOV, D.; MIKROGEORGIS, G.; NIKOPOULUS, N.; PITAS, I. Three-Dimensional reconstruction: a new method for the evaluation of apical micoleakage. **J. Endod.**, v.26, n.1, p.36-38, Jan. 2000.

MARTORELLI, S. B. F. **O efeito da radiação do laser de CO2 no índice de infiltração em dentes após apicectomias e retrobturações convencionais por cimento de ionômero de vidro fotopolimerizado - Estudo "in vitro"**. 1998. 16 p. Disponível em: <http://www.odontologia.com.br/artigos.asp?id=217>
Acesso em 02/04/02

MARZOLA, C.; KLUG, R.; TOLEDO FILHO, J. In: **Cirurgia Pré-Protética. Apicoplastia: Contribuição para o Estudo**. Editora Pancast, 2002. Cap. 15, p. 233-246, São Paulo, 2002.

MATSUOKA, E. et al. Morphological Study on the Capability of Er:YAG Laser Irradiation for Root Canal Preparation. **J. Clin. Laser Surg. Med** v. 18, no. 4, p. 215-219, 2000.

McELROY, D.L. Physical properties of root canal filling materials. **J Amer Dent Assoc**, v.50, n.4, p. 433-40, 1955

MELLO, J. B.; MELLO, G. P. S. **Laser em Odontologia**. São Paulo, Santos, 2001,174p.

MISERENDINO, L. J. The Laser apicoectomy endodontic application of the CO₂ Laser for periapical surgery. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 66, n. 5, p. 615-619, Nov., 1988.

MORAES, S. H.; HECK, A.R.; ARAGÃO, E. M. Apicectomia e obturação retrógrada. Avaliação da superfície da raiz. **Rev. Gauc. Odont.**, v. 40, n.2, p.152-154, mar/abr, 1992

MORITZ, A., et al. W. The carbon dioxide laser as an aid in apicoectomy: an *in vitro* study. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v.15, n.4, p.185-188, 1997

MOURA, A. A. M. **Contribuição para o estudo da avaliação morfológica da superfície dentinária e cementária após apicectomia com broca zekrya e com o laser de Er:YAG e irradiação direta e indireta com o laser de Nd:YAG**. 2002. 95p. Dissertação (Mestrado) – IPEN / Faculdade de

Odontologia-USP, São Paulo. RESUMO Disponível
<http://www.amld.com.mx/articulos/apicectomia.html> Acesso em 19/01/04

NISHIYAMA, Y. et al. Homeostatic Regulation of Intestinal Villous Epithelia by B Lymphocytes. **J. Immunol.**, n. 168, p. 2626-2633, 2002.

O'CONNOR, R. P.; HUTTER, J. W.; ROAHEN, J. O. Leakage of amalgam and Super-EBA root-end fillings using two preparation techniques and surgical microscopy. **J. Endod.**, v. 21, n. 2, p. 74 - 78, 1995.

ÖZATA, F.; ÖNAL, B.; ERDILEK, N.; TURKUN, S.L.A. A comparative study of apical leakage of Apexit, Ketac-Endo, and Diaket root canal sealers. **J. Endod.** v.25, n.9, p.603-4, Sep.1999.

PADOVAN, L.E. et al. Influência da Apicectomia com Laser Er:Yag na Obtenção do Canal. **Ver. Gaúc. Odontol.**, v. 51, n. 1, jan/fev/mar, 2003.

PAGHDIWALA, A. F. Root resection of endodontically treated teeth by Erbium:YAG Laser radiation. **J. Endod.**, v. 19, n. 2, , p. 91-94, Feb 1993.

PÉCORÁ, J.D.; MARCHESAN, M.A.; SOUSA NETO, M.D.; GUERISOLI, D.M.Z.; SILVA, R.S. Effect of Ricinus communis detergent and papaine gel on radicular dentine permeability. **J. Isr. Dent. Assoc.**, v.17, n.2, p.8-11, April 2000.

PETERSON, L. J.; ELLIS, E.; HUPP, J. R.; TUCKER, M. R. **Cirurgia Oral e Maxilofacial Contemporânea**. 3 ed. Guanabara Koogan. 2000p. Cap. 18.

PINHEIRO, A. L. B.; FRAME, J. W. Laser em Odontologia. Seu uso atual e perspectivas futuras. **Rev. Gauc. Odont.**, v. 40, n. 5, p. 327-332, set/out, 1992.

PITT FORD, T.R.; ROWE, A.H.R. A new root canal sealer based on calcium hydroxide. **J. Endod.**, v.15, n.7, p.286-9, Jul. 1989.

PORTMAN, R.; LUSSI, A.A comparison between a new vacuum obturation technique and lateral condensation. An in vitro study. **J. Endod.**, v.20, n.6, p. 292-5, 1994.

PURICELLI, E. et al.. Avaliação in vitro da Infiltração de Corante Após Apicectomia e Acabamento com Diferentes Tipos de Brocas. **Rev. Fac. Odont. UFRGS**, v.41, n.1, p.59-62, Jul 2000.

QUESADA, G. T. **Contribuição ao estudo in vivo de materiais usados para selamento apical (comparação entre cianoacrilato, ionômero de vidro e cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio)**. Tese de Doutorado em Cirurgia e Traumatologia Bucocomaxilofacial, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. 119 p.

RIBEIRO, R. G. **Estudo da permeabilidade dentinária das paredes dos canais radiculares instrumentados com diferentes soluções irrigantes, associadas ou não à irradiação de laser de Er:YAG.** 2001. Dissertação (Mestrado).FORP-USP. 31p. Disponível em:

<http://www.forp.usp.br/restauradora/Teses/rodrigo/rod_mest.html> Acesso em 15/06/03

SANTA-CECÍLIA, M.; MORAES, I.G.; FREITAS, S.F.T.; PEREIRA, A.J.A.; MARQUES,A.LV. Selagem apical propiciada pela técnica Thermafil em canais retos e curvos. **Rev. Bras. Odont.**, v.56, n.2, p.89-95, 1999.

SANTOS, J. F.; CARDOSO, P. C.; MIRANDA JÚNIOR, W. G. **A seleção do material restaurador.** In: GONÇALVES, E.N.; FELLER, C. Atualização na Clínica Odontológica: A prática na Clínica Geral. São Paulo : Artes Médicas, 1998. Cap. 6, p. 127-55.

SASAKI, K.. Effects of Erbium YAG laser on periodontal hard tissues. **Tok. Med. Dent. Univ.**, 75 p., Tokyo, 2002.

SASAKI, K.; AOKI, A.; ICHINOSE, S.; ISHIKAWA, I. Morphological analysis of cementum and root dentin after Er:YAG laser irradiation. **Lasers in Surg. Med**, v. 31, p. 79-85, 2002.

SCHOOP, U. et al.. The Impact of Er:YAG Laser Irradiation on Root Surfaces: an in vitro Evaluation. **J. Oral Laser Applic.**, v. 1, p. 35-41, 2001.

SEBRÃO, C. N. N. **Avaliação da microinfiltração apical de condutos radiculares irradiados in vitro com Laser de Er:YAG.** 2003, 72f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante Lasers em Odontologia)-Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/ Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, L. X. *et al.* Análise da dentina radicular humana atingida após irradiação de Laser CO₂. **Rev. Odont. UNICID**, v. 6, n.2,p. 89-96, jul/dez, 1994

SIMEONE, D.; GALLET, P.; PAPINI, F.. The radicular dentine temperature during laser irradiation an experimental study. **J. Clin. Laser Med Surg**, New York, v. 14, no. 1, p. 17-21, 1996.

SMITH, M.A.; STEIMAN, H.R. An in vitro evaluation of microleakage of two new and two old root canal sealers. **J. Endod.**, v.20, n.1, p.18-21, Jan.1994.

STABHOLZ, A.; KHAYAT, A.; SHOHREH, H. R. Effects of Nd:YAG Laser on Apical Seal Teeth After Apicoectomy and Retrofill. **J. Endod**, Baltimore, v. 18, n. 8,. p.371-375, Aug. 1992.

STERN, R.H.; SOGNAES, R. F. Laser beam effect on dental hard tissues. **J. Dent. Res.**, v. 43, p. 573, 1964.

TANJI, E. Y.; MATSUMOTO, K. The Comparative Study of the Morphological Changes Of Dentin Surface after Nd:YAG, CO₂ e Argon lasers Irradiation. **J. Jap. Endod. Assoc.**, Tóquio, v. 15, no. 1, p. 14-20, June 1994.

TANJI, E.Y.; SOARES, S.C.G.; EDUARDO, C.P. M.E.V. de canais radiculares irradiados com Er:YAG e Nd:YAG laseres. In: **15ª Reunião SBPqO**, Águas de São Pedro, 1998. Resumos. São Paulo, SBPqO,. p.47. 1998

TORABINEJAD, M. et al. Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as a root-end filling in monkeys. **J Endod**, v.23, n.4, p.225-228, Apr. 1997.

TUGGLE, S.T.; ANDERSON, R.W.; PANTERA, E. A.; NEAVERTH, E.J. A Dye penetration study of retrofilling materials. **J. Endod.**, v.15 n.3, p. 122-124, March 1989

VALE, M.S; GARCIA, R. B.; RAMOS, A. C. B.; EDUARDO, C. de P. Avaliação pela microscopia óptica do efeito do laser de Er:YAG nas medidas de área de canais radiculares instrumentados. **J. Brás. Endo/Perio**, Curitiba, v. 3, n.10, p. 237-240, jul./set. 2002

VEIS, A.A.; MOLYVDAS, I.A.; LAMBRIANIDIS, T.P.; BELTES, P.G. In vitro evaluation of apical leakage of root canal fillings after in situ obturation with thermoplasticized and laterally condensed gutta-percha. **Int. Endod. J.**, v.27, p.213-217,1994.

WALTON, R. E., Princípios de Cirurgia Endodôntica. In: PETERSON, L. J.; ELLIS, E.; HUPP, J. R.; TUCKER, M. R. **Cirurgia Oral e Maxilofacial Contemporânea**. 3 ed. Guanabara Koogan. 2000. Cap. 18.. P. 426-448, 772p.

WEICHMAN, J. A.; JOHNSON, F. M. Laser use in Endodontics. A preliminary investigation. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod** v. 31, n. 3, p. 416-420, 1971

WEICHMAN, J. A.; JOHNSON, F. M.; NITTA, L. K. . Laser use in Endodontics. Part II. . **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod** v. 34, n. 5, p. 828 -830, 1972

WIGDOR, H.; ASHRAFI, S.; ABT-RAVENSWOOD, E.: SEM Evaluation of CO₂, Nd:YAG and Er:YAG Laser irradiation of Dentin In-Vitro. ISDL, **Salt Lake City, Utah**, p. 131-132, 1992.

WIGDOR, H. *et al.* The Effect of Lasers on Dental Hard Tissues. **J. Amer. Dent. Assoc.**, v. 124, p. 65-70, Feb., 1993.

YOSHIMURA, M.; MARSHALL F.J.; THINKLE, J.S. In Vitro quantification of the apical sealing ability of retrograde amalgam fillings. **J. Endod.**, v.16, n.1, p. 9-11, January 1990.

ZAKARIASEN, K.; DEDERICH, D.. Dental Lasers and Science. **J Calif. Dent.Assoc.**, v. 19, n. 11, p. 31-34, 1991.

ZETTERQVIST, L,; HALL, G.; HOLMLUND, A. Apicectomy: a comparative clinical study of amalgam and glass ionomer cement as apical sealants. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, 1991; 71: 489-91.

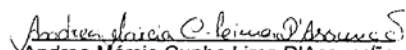


UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Certidão

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba, em sua 29ª Reunião Ordinária, realizada em 22/03/2002, aprovou por unanimidade o parecer da Relatora Profª Eliane Marques Duarte de Sousa referente ao projeto de pesquisa da Coordenação do Programa Integrado de Pós-Graduação UFBA / UFPB - Doutorado, da aluna Aparecida Maria Cordeiro Marques, sob a orientação do Profº Antônio Luiz Barbosa Pinheiro, intitulado "ESTUDO *IN VITRO* DOS NÍVEIS DE SELAMENTO APICAL EM DENTES APICECTOMIZADOS PELO MÉTODO CONVENCIONAL E UTILIZANDO OS LAZERES DE CO2 E Er: YAG".

João Pessoa, 22 de março de 2002


Andrea Márcia Cunha Lima D'Assunção
Secretária do CEP

Visto, encaminha-se ao Programa de Pós-Graduação UFBA/UFPB - Doutorado


Ricardo Cavalcanti Duarte
Coordenador do CEP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27-04-1976
e reconhecida pela portaria ministerial nº 874/86 de 19/12/86

DECLARAÇÃO

Declaro que, o Banco de Dentes da Universidade Estadual de Feira de Santana fará uma doação de 60 unidades dentárias para a realização do trabalho de pesquisa intitulado: ESTUDO IN VITRO DOS NÍVEIS DE SELAMENTO APICAL EM DENTES APICECTOMIZADOS PELO MÉTODO CONVENCIONAL E UTILIZANDO OS LASERES DE CO2 E Er:YAG de autoria da professora Aparecida Maria Cordeiro Marques.

Feira de Santana, 18 de Março de 2002.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Boaventura Zumaêta Costa', written over a horizontal line.

Prof. José Boaventura Zumaêta Costa
Prof. da Disciplina Clínica Odontológica III