



**AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO**

**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**

ABILIO ALBUQUERQUE MARANHÃO DE MOURA

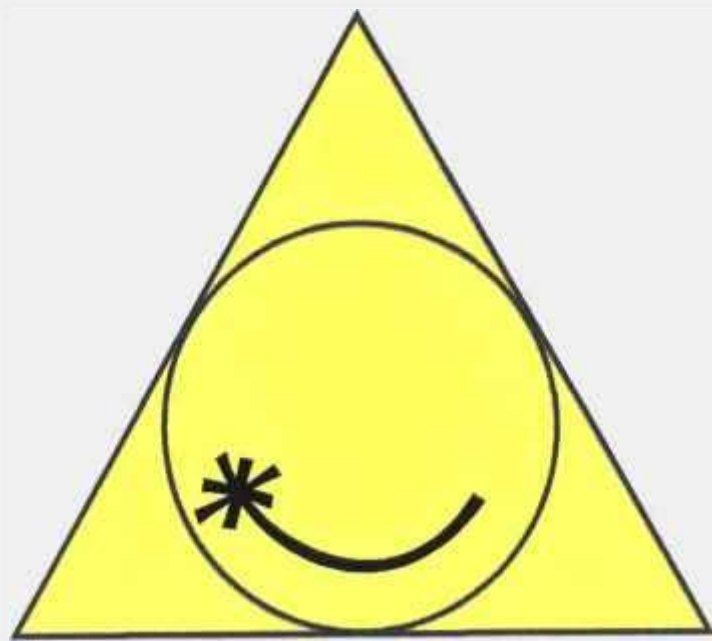
Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre Profissional na área de Lasers em Odontologia.

Orientador:
Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo

Co-orientador:
Prof. Dr. Nilson Dias Vieira Junior

**São Paulo
2002**



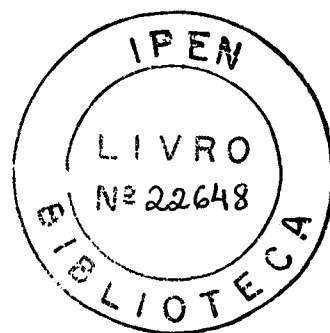


**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM
ODONTOLOGIA**

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

**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**

ABILIO ALBUQUERQUE MARANHÃO DE MOURA



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

**Orientador:
Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo
Co-Orientador:
Prof. Dr. Nilson Dias Vieira Junior**

**São Paulo
2002**

Prof. Dr. José Gustavo de Paiva,

mestre, orientador, amigo e companheiro de aventuras na maravilhosa jornada para compreender as coisas que são.

Enquanto próximo, soube repartir seus conhecimentos científicos e nos orientar para os verdadeiros ideais profissionais e humanos.

Hoje, muito mais que ao lado, você está dentro de cada um de nós!...

Cabe-nos a árdua missão de transmitir, aos que não tiveram a ventura de conhecê-lo, a sua sabedoria e a continuidade de seu trabalho.

A despedida foi necessária para que possamos nos encontrar outra vez.

*“E se encontrar de novo, depois de momentos ou de vidas, é certo para os que são amigos...,
...pois longe é um lugar que não existe!”*

à Deus, que me deu o dom da vida e em
todo momento se faz presente, guiando,
orientando e iluminando o meu caminho

aos meus pais Cacio e Lila (*in memoriam*),
pelo amor, incentivo e apoio nunca negados,
cuja missão maior de vida foi conduzir-me
por caminhos retos, toda minha gratidão e afeto

aos meus filhos Cacio e Bruno, razões maiores
da minha existência, hoje meus espelhos de
vida, todo meu carinho e afeto, por fazerem-me
renascer a cada momento

à minha esposa e companheira Camilla, pelo
amor, carinho, afeto, compreensão, presença
constante e suporte emocional, nunca
negados, nos bons e maus momentos da
minha vida, dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo, pelo apoio e orientação deste trabalho,
Ao Prof. Dr. Nilson Dias Vieira Junior, pelas orientações sobre a Física do Laser,
Ao Prof. Dr. Nicolau Tortamano, pela confiança e apoio para com a minha pessoa,
Ao Prof. José Aparecido Jam de Mello, pelo apoio, amizade e presença constante,
Ao Prof. Dr. João Humberto Antoniazzi,
Ao Prof. Dr. José Luiz Lage Marques,
À Profa. Dra. Denise Maria Zezell,
À Profa. Dra. Sheila Gouw-Soares,
À Profa. Dra. Márcia Martins Marques,
À Profa. Maria Esperança Mello Sayago,
Ao Dr. Renato Rachid Perrone,
À Dra. Maria Isabel Rached Perrone,
À Srta. Neusa Aurélio Mazzoni,
À Sra. Ana Maria de Souza,
Ao Sr. Luiz Bezerra Sandes,
À Srta. Maria Aparecida Barbosa,
Ao Sr. Aldo Francisco Gomes,
Ao Sr. Fernando José Moreira,
À Sra. Sandra Regina da Cruz,
Ao Sr. Celso Vieira de Moraes,

Aos meus assistentes da Disciplina de Endodontia da Universidade Paulista:

Prof. Dr. Harry Davidowicz

Profa. Dra. Miriam Porcel dos Santos Antonio

Prof. Alex Yoshiharu Otani

Profa. Camilla de Freitas Carvalho

Profa. Celina Lumi Saito

Prof. Fábio Strefezza

Prof. Guilherme Borges Prieto

Profa. Leni Hamaoka

Prof. Sérgio Tadeu Souza Meirelles

C.D. Ricardo Martinelli

C.D. Sylvia Cristina de Andrade Grimm

C.D. Vera Lucia Neiva,

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN,

À Fundação para o Desenvolvimento Técnico e Científico da Odontologia,

À Universidade Paulista,

e a todos aqueles que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a execução deste trabalho,

meu muito obrigado.

SUMÁRIO

<u>LISTA DE ABREVIATURAS</u>	
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	
<u>LISTA DE QUADROS</u>	
<u>RESUMO</u>	
<u>ABSTRACT</u>	
<u>1. INTRODUÇÃO</u>	<u>1</u>
<u>2. OBJETIVOS</u>	<u>7</u>
<u>3. REVISÃO DE LITERATURA</u>	<u>9</u>
<u>4. MATERIAL E MÉTODOS</u>	<u>40</u>
<u>5. RESULTADOS</u>	<u>48</u>
<u>6. DISCUSSÃO</u>	<u>69</u>
<u>7. CONCLUSÕES</u>	<u>80</u>
<u>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>82</u>

LISTA DE ABREVIATURAS

%	porcento
Er:YAG	cristal óxido: $Y_3Al_5O_{12}$ dopado com érbio
Nd:YAG	cristal óxido: $Y_3Al_5O_{12}$ dopado com neodímio
YAG	<i>Yttrium Aluminium Garnet</i>
OH ⁻	íon hidroxíla
CO ₂	dióxido de carbono
mm	milímetro
n ^o	número
IRM	Intermediated Restorative Material
µm	micrômetro
mm ²	milímetro quadrado
°	graus
UF	ultrafina
ETUF	extra ultrafina
X	vezes
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
EDTA	Ácido Etileno Diamino Tetra-acético
°C	graus Celsius
W	watt
Hz	Hertz
mJ	milijoule

J/cm ²	joules por centímetro quadrado
Ho:YAG	cristal óxido: Y ₃ Al ₅ O ₁₂ dopado com hólmio
J	Joule
μs	microsegundo
Ga-Al-As	Arseneto de Gálio Alumínio
nm	nanômetro
K	Kerr
PTC	Peróxido de Uréia, Tween 80, Carbowax
DE	Densidade de Energia ou fluência
cm	centímetro

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 5.1a Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superfície Apical 50X
- FIGURA 5.1b Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superfície Apical 100X
- FIGURA 5.1c Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superfície Apical 500X
- FIGURA 5.1d Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superfície Apical 1000X
- FIGURA 5.1e Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superfície Apical 2000X
- FIGURA 5.2a Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Apical 50X
- FIGURA 5.2b Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Apical 500X
- FIGURA 5.2c Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Apical 1000X
- FIGURA 5.2d Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Apical 2000X
- FIGURA 5.2e Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Vestibular 75X
- FIGURA 5.2f Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Vestibular 500X
- FIGURA 5.2g Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Vestibular 1000X
- FIGURA 5.2h Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Vestibular 2000X
- FIGURA 5.2i Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Palatina 75X

FIGURA 5.2j Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Palatina 500X

FIGURA 5.2k Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Palatina 1000X

FIGURA 5.2l Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Palatina 2000X

FIGURA 5.3a Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG)
Superfície Apical 50X

FIGURA 5.3b Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG)
Superfície Apical 100X

FIGURA 5.3c Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG)
Superfície Apical 500X

FIGURA 5.3d Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG)
Superfície Apical 1000X

FIGURA 5.3e Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG)
Superfície Apical 2000X

FIGURA 5.4a Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Apical 50X

FIGURA 5.4b Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Apical 500X

FIGURA 5.4c Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Apical 1000X

FIGURA 5.4d Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Apical 2000X

FIGURA 5.4e Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Vestibular 75X

FIGURA 5.4f Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Vestibular 500X

FIGURA 5.4g Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Vestibular 1000X

FIGURA 5.4h Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Vestibular 2000X

FIGURA 5.4i Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Palatina 77X

FIGURA 5.4j Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Palatina 500X

FIGURA 5.4k Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Palatina 1000X

FIGURA 5.4l Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Palatina 2000X

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Distribuição dos grupos analisados

Quadro 2. Parâmetros utilizados

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

ABILIO ALBUQUERQUE MARANHÃO DE MOURA

RESUMO

O bom êxito do tratamento endodôntico está intimamente vinculado à execução criteriosa de todos os passos clínicos do preparo do canal radicular, que visa solucionar os processos patológicos periapicais, motivados entre outros fatores, pela contaminação da polpa dental. No entanto, evidências clínicas têm demonstrado que mesmo os tratamentos bem executados são passíveis de insucessos e estariam diretamente relacionados a fatores de ordem microbiana intra ou extra-radicular e a fatores intrínsecos ou extrínsecos de origem não microbiana. Cumpre ressaltar as situações onde o retratamento não foi suficiente para que o sucesso clínico fosse atingido, persistindo as lesões periapicais refratárias aos tratamentos endodônticos convencionais, sendo necessário então, intervenção cirúrgica periapical. Da mesma forma, somente através de procedimentos cirúrgicos poderiam ser eliminados os fatores não microbianos que atuam propiciando uma reação de corpo estranho, como a grande quantidade de cristais de colesterol nas lesões císticas ou materiais de origem vegetal que porventura venham a atingir a região periapical. O presente estudo tem a finalidade de avaliar 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 e com o laser de Er:YAG, utilizado com potência média de 1,8W, energia de 450mJ, frequência de 4Hz, densidade de energia de $113\text{J}/\text{cm}^2$, sendo o diâmetro do feixe no ponto de trabalho – foco, de 0,63mm e a distância focal da lente à área de trabalho variável de 12 a 15mm, com ou sem posterior irradiação direta, das superfícies apicais, vestibulares e proximais e indireta, da face palatina, através da reflexão do feixe, através de espelho cirúrgico de safira com o laser de Nd:YAG, utilizado com potência média de 2,0W, energia de 100mJ, frequência de 20Hz, largura temporal de $150\mu\text{s}$, densidade de energia de $124,34\text{J}/\text{cm}^2$ e diâmetro da fibra óptica de 0,32mm. Frente às imagens obtidas através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), pode-se concluir que: o corte da porção apical com a broca Zekrya mostrou uma superfície irregular, com a presença de camada residual de magma e de ranhuras na dentina ressectada, 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, apesar de mostrar a guta-percha plastificada, com a presença de bolhas, houve 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 ressectadas, provocou menor ação no tecido cementário, com áreas de ressolidificação desuniforme.

ANALYSIS OF THE DENTIN AND CEMENT SURFACES AFTER APICETOMY WITH EITHER ZEKRYA BUR OR ER:YAG LASER FOLLOWED BY DIRECT AND INDIRECT IRRADIATION WITH ND:YAG LASER

ABILIO ALBUQUERQUE MARANHÃO DE MOURA

ABSTRACT

The success of the endodontic treatment is dependent on a properly developed sequence of clinical procedures in the root canal. These procedures aim the healing of periapical pathologies originated mainly from dental pulp contamination. However, sometimes this treatment can fail and these unsuccesses would be related to either microbiological factors or other intrinsic or extrinsic factors of non-microbiological origin. In these cases a surgical periapical intervention is indicated, where the apical roots end is removed. The aim of this study is to analyze the apical surface obtained by resetting the root end 2mm from the tooth anatomical apex using either a Zekrya bur or the Er:YAG laser irradiation followed by a direct and indirect irradiation of the apical surface with the Nd:YAG laser. The parameters for the Nd:YAG laser were: power of 1.8W, energy of 450mJ, pulse of 4Hz and energy density of 113J/cm²; the focal distance was variable from 12 to 15mm and the beam diameter was 0.63mm. For the Er:YAG laser, the parameters were: power 2.0W, energy of 100mJ, pulse of 20Hz, width of time of 150µs, energy density of 124.34J/cm² and the fiber diameter 0.32mm. We used 12 uniradicular teeth divided in 4 groups. The specimens were prepared for analysis through

scanning electron microscopy. We observed that the group treated with Zekrya bur presented an irregular surface showing grooves on the resected dentin and, a minimum shift and plasticization of the gutta-percha. The group treated with Er:YAG laser showed morphological alterations in the dentin surface. Additionally, the gutta-percha was plasticized presenting a irregular adaptation in the root canal walls. Independently of the resecting method used (e.g. Zekrya bur or Er:YAG laser) the direct irradiation with the Nd:YAG laser lead to resolidification of the cement, which presented a vitrified aspect. The indirect irradiation with Nd:YAG laser obtained by sapphire mirror produced lesser effects on the cement showing only areas of irregular resolidification.

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A Endodontia nos dias atuais, assim como a Odontologia em um todo, tem avançado muito do ponto de vista técnico e científico, onde os índices de sucesso alcançados para o tratamento endodôntico são bastante satisfatórios.

A sanificação, modelagem e posterior obturação do sistema de canais radiculares é fator fundamental para que o tratamento endodôntico seja concluído com tranquilidade e o elemento dental reintegrado ao sistema estomatognático para que possa cumprir as suas funções mastigatórias e estéticas.

A manutenção da condição asséptica alcançada é de suma importância para que venha a ocorrer, de fato, a reparação e cura de forma definitiva. A recontaminação dos canais radiculares e/ou da região periapical significaria o fracasso da intervenção e muito provavelmente a necessidade do retratamento endodôntico, pois indiscutivelmente, os microrganismos e seus produtos exercem um papel importante na etiopatogenia da polpa e periápice.

Todavia, mesmo que se tenha tido cuidados na fase de sanificação, modelagem, obturação e correta restauração do dente e ainda esgotados todos os meios para que se obtenha a reparação, o fracasso pode ocorrer em 5 a 10% dos casos. Nestas situações, as bactérias localizadas em lacunas de reabsorções cementárias, no próprio cimento, em canais laterais e deltas, em túbulos dentinários e na lesão perirradicular, podem vir a ser as responsáveis por uma periodontite apical resistente à terapia.

Sendo assim, as principais causas do insucesso endodôntico, somado ao acima aludido, podem ser, o aparecimento de lesão periapical devido à presença de um corpo estranho, ou mesmo a presença de cisto verdadeiro, especialmente aqueles com grande acúmulo de cristais de colesterol (Nair *et al.*, 1999).

Desde que se tenha então esgotado todos recursos clínicos e terapêuticos disponíveis para a obtenção do sucesso, a apicectomia, apresenta-se como única forma para que se consiga tal desiderato.

Assim, esta modalidade de cirurgia parodontodôntica pode ser considerada como um dos segmentos do tratamento contemporâneo, que tem como objetivo reduzir o contingente microbiano desta região através de ressecção apical e vedamento da porção remanescente.

Tal conduta visa impedir a ocorrência de bactérias, troca de fluídos e de substâncias químicas entre a região periapical e o sistema de canais radiculares. Portanto, seu emprego hoje não mais se limita às intervenções para correção de iatrogenias, e sim, como um coadjuvante da terapia endodôntica.

A técnica tradicional da apicectomia consiste em remover a porção apical do dente com o auxílio de instrumentos rotatórios, utilizando-se brocas diamantadas ou carbide, confecção de bisel na superfície remanescente e preparo de uma retrocavidade para retenção de material obturador.

Esta técnica, segundo Negrão (2001), em razão do uso de brocas, promove ranhuras na dentina e formação de camada residual de magma na porção apical do corte, ficando este irregular e, na dependência da sua

inclinação, um maior número de túbulos dentinários ficariam abertos com possibilidade de nova contaminação desta região.

Com a intenção de minimizar tais problemas, o uso do laser de Er:YAG tem-se mostrado uma excelente ferramenta coadjuvante ao tratamento endodôntico não só como auxiliar no procedimento operatório, reduzindo para níveis bem próximos a zero o número de bactérias do canal radicular, bem como um excelente instrumento de corte e desinfecção do coto apical para as intervenções invasivas, como a apicectomia (Negrão, 2001).

Após a ressecção da porção apical da raiz, especial atenção deve ser dada ao vedamento dos túbulos dentinários desta região e da adaptação do material obturador à parede do canal radicular, no intuito de não se permitir solução de continuidade.

Nesta óptica, especial importância tem sido dada à confecção de uma cavidade retrógrada após a apicectomia, seguida de uma retroobturação, prevenindo a exposição dos tecidos periapicais e do ligamento periodontal à ação de toxinas que permaneçam no canal radicular.

Por este fato, deve-se promover um selamento em longo prazo, visto que a dinâmica envolvida neste processo conta com a possibilidade de reabsorções fisiológicas de dentina e cimento, bem como mudanças no mecanismo de defesa dos pacientes ao longo do tempo. Estas mudanças podem alterar a capacidade de resposta frente às infecções bacterianas e portanto, o sucesso da cirurgia endodôntica está na dependência de que estes imperativos biológicos sejam satisfeitos (Gutmann e Harrison, 1991; Carr, 1994; Arens, 1998; Sayago, 2001).

Com o intuito de se promover um vedamento melhor da superfície dentinária remanescente após a apicectomia, tem sido proposto o uso do laser de Nd:YAG, já que esta irradiação reduz significativamente a permeabilidade marginal entre o material obturador/parede dentinária, além de alterar a morfologia do ápice radicular através de fusão e ressolidificação da área apical irradiada (Stabholz *et al.*, 1992b; Lage-Marques *et al.*, 1995a).

A divulgação de experimentos, apresentando fusão e ressolidificação da matriz do esmalte, da dentina e do cimento, quando exposto à irradiação laser, é atualmente um fato reconhecido por criar uma nova estrutura cristalina, obliterando os túbulos dentinários (Lage-Marques, 1997).

A irradiação laser tem caráter dual e características de uma onda onde os fenômenos de reflexão, refração, interferência, difração e polarização podem ser explicados pela teoria ondulatória e os de emissão e absorção pela teoria corpuscular.

Assim, todas as ondas, como a irradiação laser, sofrem reflexão ao encontrar um obstáculo, com um ângulo igual ao de incidência, sendo que em superfícies não metálicas como vidro, água, safira, estas a refletem em torno de 5%, sendo que na camada de prata contida em um espelho, a reflexão é superior a 90%.

Clinicamente, a irradiação é passível de ser realizada nas superfícies vestibulares e proximais da raiz, ficando desfavorecida na face palatina, pois a fibra não a atinge por completo. Na tentativa de minimizar tal situação, utilizou-se nesta superfície um espelho cirúrgico de safira colocado em contato com a face palatina, na tentativa de aumentar a área irradiada.

Sendo assim, este estudo tem como propósito avaliar qualitativamente através da microscopia eletrônica de varredura, com o emprego de novo procedimento cirúrgico, a adaptação do material obturador à parede dentinária apical, bem como o selamento dos túbulos dentinários remanescentes após a ressecção apical.

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Amparados no exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar *in vitro*, como contribuição para o estudo, qualitativamente através da microscopia eletrônica de varredura, o selamento marginal apical, bem como também da superfície dentinária e cementária remanescente de raízes apicectomizadas com broca Zekrya e com o laser de Er:YAG, e tratamento final com irradiação direta e indireta do laser de Nd:YAG.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3. REVISÃO DA LITERATURA

A cirurgia parendodôntica tem seu registro histórico datado de mais de 1500 anos, onde pela primeira vez Aetius, um médico-dentista grego, incisou um abscesso apical agudo (Guerini, 1909 *apud* Cummings *et al.*, 1989), que até atingir o estágio atual, foram realizados muitos procedimentos que hoje poderiam ser considerados como pitorescos e bárbaros (Ring, 1993).

Partsch, um cirurgião alemão, em 1989 *apud* Gutmann e Harrison (1991), descreveu uma série de técnicas cirúrgicas indolores, usando clorofórmio como anestésico para tratamento de abscessos agudos, crônicos, fistulas persistentes e pequenos cistos radiculares. Para tal, relata duas modalidades cirúrgicas, onde a primeira consistia em uma incisão semilunar em mucosa sobre o dente a ser tratado e o tamponamento da área com iodofórmio e posterior sutura – tapizamento. Na segunda modalidade, propunha a remoção total da lesão seguida do reposicionamento do retalho e posterior sutura.

Em 1918 Kells, *apud* Gutmann e Harrison (1991), ressaltou a importância do tratamento e preenchimento do canal previamente à cirurgia parendodôntica, condenando a apicectomia em dentes vitais ou não, antes do tratamento endodôntico, prática habitual na época.

Já o intervalo entre 1900 e 1940, caracterizou-se por períodos de maior e menor evolução da cirurgia parendodôntica. Enquanto profissionais da área odontológica aperfeiçoavam técnicas para diferentes situações clínicas, na área médica deflagrava o conceito de infecção focal, onde um foco infeccioso primário podia causar uma manifestação sistêmica à distância e, por

este motivo, todo elemento dental que apresentava uma patologia periapical, ou mesmo, apenas uma mortificação pulpar, deveria ser extraído.

Nas décadas de 40 e 50, com o avanço dos conhecimentos, alguns critérios na cirurgia parentodôntica foram redefinidos e, em função da crescente qualidade do tratamento endodôntico, das técnicas cirúrgicas, do controle microbiológico e do conhecimento da etiologia da doença pulpar e periapical, as exodontias indiscriminadas, fundamentadas no conceito de infecção focal, tornaram-se cientificamente inadequadas (Gutmann e Harrison, 1991).

Sommer *et al.* em 1946, *apud* Sommer *et al.* (1975), ressaltaram a preocupação com a possível infiltração proveniente do interior do canal da raiz seccionada e não com a exposição de túbulos dentinários infectados pela apicectomia, sugerindo então, a técnica de instrumentação retrógrada com limas, seguida da obturação com cones de prata.

Harrison e Todd (1980) avaliaram os efeitos da secção apical em dentes extraídos que foram obturados com cones de prata ou de guta-percha e cimento. Após a apicectomia com brocas em alta rotação, observaram que a ressecção não mostrou efeito adverso nas obturações de guta-percha e cimento, havendo, porém, comprometimento do selamento apical nas obturações com cones de prata e cimento.

Segundo Frank *et al.* (1983) a cirurgia parentodôntica não era sempre necessária para se conseguir um maior sucesso do tratamento, fazendo, porém, parte integrante da terapia endodôntica. Afirmavam ainda os autores que o termo "endodontia conservadora", em oposição à cirurgia parentodôntica, deveria ser criteriosamente observado, pois em algumas

situações, apenas o procedimento cirúrgico era capaz de manter o elemento dental, tornando-se, portanto, um tratamento conservador.

Nas últimas décadas, muitos conceitos importantes foram estabelecidos e um grande destaque foi dado ao refinamento da técnica cirúrgica e aos instrumentos utilizados, como espelhos, condensadores e curetas especiais, sendo Carr (1992) um dos seus principais idealizadores.

Já Pecora e Andreana (1993) foram os grandes responsáveis pela utilização da regeneração tecidual guiada na cirurgia pararendodôntica através do uso de sulfato de cálcio como material de preenchimento, barreira, como também, para hemostasia mecânica, bem como, pela utilização do microscópio clínico durante o ato cirúrgico. Os autores avaliaram os resultados pós-operatórios de cirurgias realizadas com o auxílio do microscópio óptico em raízes retroobturadas ou não após a apicectomia, comparando-as com casos onde este recurso não foi utilizado. Concluíram que as cirurgias realizadas sob microscopia óptica apresentavam um maior índice de sucesso.

A cirurgia não se destinava à substituição de um tratamento endodôntico deficiente nem era uma alternativa do retratamento, porém deveria ser considerada como uma excelente escolha para a resolução de problemas não solucionados pelos tratamentos convencionais dos canais radiculares (Leal e Bampa, 1998).

Suas indicações estariam direcionadas para os casos de patologias perirradiculares persistentes após o tratamento e/ou retratamento endodôntico, obstruções que impedissem o acesso endodôntico como pinos intraradiculares, instrumentos fraturados, obturações com cones de prata, fraturas transversais do terço apical da raiz com ou sem patologias periapicais,

reabsorções externas, interna comunicante e calcificações radiculares, impossibilidade de tratamento endodôntico adequado devido a grandes dilacerações radiculares, desvios e perfurações do canal radicular, manutenção da sintomatologia dolorosa e presença de exsudato persistente (Moura e Cipelli, 1992; Moura *et al.*, 1995; Sayago *et al.*, 1999).

Já em 1990, Tronstad *et al.* examinando pela microscopia eletrônica de varredura as superfícies apicais de raízes extraídas durante cirurgias parendodônticas, de dentes refratários ao tratamento endodôntico, puderam observar placa bacteriana nas irregularidades da superfície radicular.

Molven *et al.* (1991) analisando pela microscopia eletrônica de varredura, 6 dentes permanentes extraídos com polpas necrosadas e lesões periapicais discerníveis radiograficamente, puderam observar a presença de microrganismos, nos 2mm apicais do canal radicular, em 83,3% dos casos, como também, depósitos de placa bacteriana foram observados em dois canais radiculares.

Abou-Rass e Bogen (1998) descreveram a localização e o tipo de microrganismos presentes nas lesões perirradiculares fechadas, isto é, aquelas que se apresentavam clinicamente isoladas do meio bucal, associadas aos casos refratários à terapia endodôntica e nas calcificações pulpares. Para tal, foram avaliados 70 pacientes indicados para cirurgia parendodôntica, sendo que os métodos de cultura foram realizados na loja cirúrgica, no corpo da lesão e no ápice radicular. Os resultados mostraram que dentes que apresentavam canais calcificados e lesões refratárias ao tratamento endodôntico, continham bactérias, e que, frente à impossibilidade de erradicar os microrganismos

durante o tratamento endodôntico, poderia propiciar a colonização bacteriana no terço apical da raiz e nos tecidos perirradiculares.

Siqueira Jr e Lopes (1999) sugeriram que a presença do biofilme perirradicular seria uma das causas de insucesso do tratamento endodôntico, pois os procedimentos de desinfecção e preparo dos canais radiculares eram ineficientes para a sua eliminação. Observaram também que a medicação intracanal a base de hidróxido de cálcio, quando extravasada, apresentava reduzida concentração de íons OH^- em função do efeito tampão dos fluidos teciduais – sistemas fosfato e bicarbonato, proteínas e CO_2 , tomando-se assim, ineficaz sobre o biofilme. Relataram também que, agentes antimicrobianos utilizados por via sistêmica, podem não surtir efeito esperado, visto que, a concentração da droga no organismo não é suficiente para atuar sobre as bactérias presentes no biofilme, e mais, já para seu uso tópico, haveria a necessidade da presença de um veículo que permitisse a difusão do antibiótico através da sua trama polissacarídea. Frente a estes fatos, concluíram que o único tratamento disponível para a eliminação do biofilme, seria a apicectomia.

Siqueira Jr em 2001 discutiu as prováveis razões que podem levar à falência dos tratamentos endodônticos, particularmente aqueles executados com rigor de técnica. Entre os fatores responsáveis pelo insucesso do tratamento endodôntico, destacam-se as infecções intra-radulares e/ou extra-radulares, além de fatores intrínsecos ou extrínsecos de origem não microbiana. Entre estes, apenas as infecções intra-radulares eram passíveis de resolução através do retratamento endodôntico, sendo que os demais somente poderiam ser solucionados cirurgicamente.

A ressecção de porção radicular apical ou apicectomia, proposta em 1843 por Desirabode *apud* Sommer *et al.* (1975), é um procedimento da cirurgia parodontológica que deve ser executado em todas as modalidades cirúrgicas apicais.

Claude Martin em 1881 *apud* Gutmann e Harrison (1991), descreveu o uso da apicectomia no tratamento de dentes que apresentavam trajeto fistuloso, sendo considerado por muitos, o precursor desta modalidade cirúrgica.

Farrar em 1884 *apud* Nicholls (1977), embasado por nove anos de experiência clínica, recomendou a amputação total ou parcial de raízes comprometidas nos dentes multirradiculares.

Naquela época, segundo Blum, 1930 *apud* Diniz e Gregori (1974), a ressecção apical estava indicada nos casos de pericementites crônicas, cistos radiculares, perfurações e fraturas apicais e ainda, quando não se conseguia uma adequada obturação do canal radicular, sendo sua execução condicionada à possibilidade de um perfeito acesso à região apical do dente.

Weaver (1947) contra-indicou a apicectomia por acreditar que a manutenção da porção apical da raiz propiciava a neoformação cementária e a reinserção do ligamento periodontal apical. Propôs uma abertura cirúrgica que permitisse acesso apenas para a curetagem da raiz envolvida no processo patológico, alegando que a ressecção radicular comprometia o suporte do dente, induzia a reabsorção radicular e mantinha uma irritação contínua no periápice em função de túbulos dentinários abertos e infectados.

Bevilacqua (1962) considera como indicação da apicectomia, a presença de instrumentos endodônticos fraturados, principalmente no terço

apical, dilacerações apicais, perfurações radiculares, forames acessórios, reabsorções crateriformes cementárias e dentinárias na porção apical, lesões em capuz e cistos radiculares.

Em 1965, Nicholls salientou que a apicectomia permitia avaliar a qualidade do selamento apical, bem como evidenciava ramificações apicais quando a ressecção apical era realizada entre 2 a 3mm do ápice.

No que concerne às ramificações apicais, verifica-se que 70% dos dentes portadores de lesões periapicais cujos ápices foram analisados através da técnica de diafanização com microscópio estereoscópico, apresentam modificações anatômicas apicais, com nítido delta apical (Moura e Alvares, 1980; Moura *et al.*, 1989; Moura e Laguna, 1992).

Já Lecanda em 1968 contra-indicava este procedimento cirúrgico na presença de processos sépticos agudos e de patologias periodontais acentuadas.

Quando do seu advento, as apicectomias eram realizadas indiscriminadamente, pois os profissionais não relacionavam ou mesmo não davam a devida importância ao papel da patologia pulpar no desenvolvimento da doença periapical.

Tal fato foi observado por Grossman (1973) que descreveu a apicectomia como um procedimento de rotina, pois acreditava que ao remover de 2 a 3mm da raiz e proceder à curetagem da região, haveria reparação e cura dos tecidos adjacentes ao ápice radicular. Salienta ainda, que este procedimento poderia ser instituído nas reabsorções radiculares externas, fraturas apicais, presença de instrumentos endodônticos fraturados no interior do canal e obturações deficientes, contra-indicando nos casos de proximidade

do ápice dental com o seio maxilar, do canal mandibular e, nos casos em que o nível de inserção óssea atingisse menos da metade da porção radicular.

Craig e Harrison (1993) avaliaram os efeitos da desmineralização da superfície apical ressectada em relação ao tempo e qualidade da reparação dos tecidos periapicais. Para tal, utilizaram dentes pré-molares de cachorros, os quais, após o tratamento endodôntico, foram apicectomizados com brocas esféricas nº. 8 em alta rotação sob irrigação, aplicando-se na superfície radicular ressectada, num grupo, ácido cítrico a 50% por 1 a 2 minutos, e no outro nenhum tratamento foi instituído. Avaliações histológicas realizadas em 8, 12, 16, 30 e 45 dias, demonstraram que as superfícies desmineralizadas apresentaram uma cicatrização mais rápida e completa quando comparadas as que não foram condicionadas pelo ácido.

Gutmann e Pitt Ford (1993) constataram que a presença da camada residual de magma, por conter debris e microorganismos sobre a superfície ressectada, poderia servir como irritante para os tecidos periapicais, retardando a reparação apical.

Holland *et al.* (1993), realizando estudo em cães, avaliaram histologicamente a neoformação cementária após apicectomia e obturação retrógrada. Os espécimes foram divididos em 3 grupos. Os dentes do Grupo 1 apresentavam cavidade apical, sem retroobturação, os do Grupo 2, retroobturações com IRM, 2mm aquém da superfície ressectada e, nos do Grupo 3, retroobturações também com IRM, porém na altura da superfície ressectada. Puderam concluir que apenas os dentes que receberam o IRM a 2mm da superfície ressectada exibiam neoformação cementária cobrindo a

dentina desnuda pela apicectomia, bem como nas paredes do canal com uma espessura que variava de 10 a 40 μ m.

Num estudo retrospectivo realizado em 1996, El-Swiah e Walker avaliaram fatores clínicos e técnicos que levaram à realização da apicectomia em 570 dentes de 392 pacientes durante o período de 2 anos. Entre os fatores biológicos mais comumente encontrados que indicaram o procedimento de tal modalidade cirúrgica, foram a persistência de sintomas e presença de patologias periapicais. Em relação aos fatores de ordem técnica, a presença de retentores intra-radulares, como também de dentes que apresentavam coroas totais, foram os mais significativos.

Harrison e Johnson (1997) avaliaram em dentes de cães a cicatrização das feridas excisionais nas cirurgias endodônticas em função da resposta dos tecidos periapicais frente a três tipos de obturações retrógradas, com IRM, amálgama e guta-percha. No tempo de avaliação entre 10 e 45 dias, todos materiais promoveram reparação óssea, não mostrando entre eles, diferenças estatisticamente significantes.

O objetivo da apicectomia, segundo Leal e Bampa (1998), é a remoção da porção apical não tratada, perfurada ou reabsorvida, além de permitir a observação do término da obturação do canal radicular, bem como da superfície da porção ressectada.

Wada *et al.* (1998) analisaram a morfologia do ápice radicular em espécimes obtidos na apicectomia em casos de periodontite apical refratária ao tratamento endodôntico. Observaram ramificações apicais presentes em 70% dos ápices examinados, sugerindo uma estreita relação entre a complexidade anatômica desta região com a ocorrência dessas lesões.

Já nos casos onde fosse detectada a presença de istmos, principalmente em dentes molares, estes deveriam após a apicectomia ser preparados, propiciando assim um maior índice de sucesso clínico (Rubinstein e Kim, 1999).

Nos procedimentos cirúrgicos que indicam a apicectomia, um dos fatores a ser considerado é a extensão da secção radicular apical a ser removida, sendo sugerida por diversos autores que esta deveria abranger pelo menos 3mm da porção apical (Nicholls, 1965; Taylor *et al.*, 1984; Hsu *et al.*, 1997).

A ressecção da porção apical deve ser tal que permita atingir os objetivos que levaram a este procedimento, sendo que o operador deve decidir para cada situação, baseado na avaliação do caso clínico, o quanto de estrutura radicular poderá ser removido com segurança, com o devido selamento do remanescente, sem que haja o comprometimento do dente em questão (Gutmann, 1987).

Em 1991, Gutmann e Harrison definiram que a extensão da secção da porção radicular deveria ser norteadas quanto ao tamanho, em função de alguns fatores, tais como, a posição anatômica da raiz em relação ao osso alveolar, raízes com maior probabilidade de conterem canais laterais e acessórios, a anatomia da superfície amputada quanto ao número e forma dos canais, a necessidade de retroobturação em superfície radicular sadia, a presença e localização de iatrogenias, presença de trincas, além da ocorrência de defeitos e reabsorções ósseas que podem comprometer a sustentação do elemento dental.

Weller *et al.* (1995) avaliaram a incidência de istmos em raízes méso-vestibulares de primeiros molares superiores, variando a extensão do corte radicular apical, milímetro a milímetro, por uma extensão de 6mm. Observaram que a maior incidência de istmos ocorreu nas secções entre 3 e 5mm, sendo que a 4mm do ápice a identificação total ou parcial ocorreu em 100% das raízes que apresentavam dois canais radiculares.

Por sua vez, Hsu *et al.* em 1997 avaliaram a incidência de istmos nas raízes mesiais de primeiros molares superiores e raízes mesiais de molares inferiores em função da altura da ressecção radicular. Concluíram que quando o corte era executado entre 3 e 5mm, a identificação desses istmos era de 60%, chegando a 100% quando efetuado a 4mm, nas raízes méso-vestibulares dos molares superiores e de 80% nas raízes mesiais dos molares inferiores. Portanto, sua identificação e limpeza contribuíam significativamente para o aumento do índice de sucesso cirúrgico nos dentes posteriores.

Avaliando o número, diâmetro e porcentagem da área ocupada pelos túbulos dentinários nos 6mm finais da porção radicular, Quevedo *et al.* (1997) verificaram que a densidade média dos túbulos dentinários era de 22.690 túbulos/mm² para secções de 1mm, 33.020 túbulos/mm² para as de 3mm e 48.560 túbulos/mm² para as de 6mm. Em relação ao diâmetro, as medidas observadas para as secções de 1, 3 e 6mm, foram respectivamente 1,36µm, 1,80µm e 1,82µm. Quanto a porcentagem da área ocupada as medidas obtidas foram de 3,34%, 8,40% e 12,60% para secções de 1mm, 3mm e 6mm, respectivamente. Frente aos achados, puderam concluir que o diâmetro, a densidade e a porcentagem da ocorrência dos túbulos dentinários à

1mm do ápice radicular é significativamente menor à medida que aumentamos o nível da ressecção apical até o comprimento de 6mm.

Outro aspecto a ser considerado durante a apicectomia é a necessidade em se obter um melhor acesso e visualização da porção apical remanescente, situação esta que varia em função da angulação da secção do corte.

Tal secção deve ser executada em angulações que devem variar entre 30° e 45°, com inclinação para vestibular, ou mesmo a zero, sempre determinadas em função da curvatura da raiz, do ângulo do seu eixo de inserção, número de canais, espessura óssea e posição do canal em relação à loja cirúrgica (Lucks, 1956; Gutmann e Harrison, 1985).

Tidmarsh e Arrowsmith (1989) avaliaram a disposição e o número de túbulos dentinários na porção apical, observando que em função do ângulo de corte, existia um grande número de túbulos dentinários expostos na superfície ressectada. Em angulações que variavam entre 45° e 60°, foram observados aproximadamente 28.000 túbulos/mm² na metade da espessura entre o canal radicular e a junção cimento dentina, sendo que nesta, a presença de túbulos expostos era de 13.000 por milímetro quadrado.

Comparando o índice de infiltração apical em raízes apicectomizadas a 45°, após o tratamento endodôntico, em pacientes de diferentes faixas etárias, menos de 21 anos, entre 21 e 41 anos e acima de 41 anos, Ichesco *et al.* (1991) verificaram que houve significativamente maior infiltração nos dentes apicectomizados de pacientes jovens.

Segundo Carr (1994), a inclinação radicular no sentido vestibulo lingual, podia confundir o operador, tomando o ângulo de 45°, programado para

a ressecção, mais acentuado. Tal fato poderia levar a não identificação de canais palatinos e istmos, além da exposição de uma maior quantidade de túbulos dentinários. Salienta ademais, que a diferença de profundidade das paredes, devido à inclinação do corte, podia comprometer o selamento apical.

Ainda em 1994, Gilheany *et al.* avaliaram a infiltração apical em dentes humanos apicectomizados em angulações que variavam de 0° , 30° a 45° . Concluíram que quanto maior a angulação do corte, maior quantidade de túbulos dentinários eram expostos, sendo necessário conseqüentemente, um aprofundamento maior da cavidade confeccionada para a retroobturação.

Sumi *et al.* em 1996 avaliaram 157 casos cirúrgicos onde as ressecções foram feitas praticamente perpendicular ao longo eixo da raiz. Os resultados pós-operatórios, entre 3 meses a 3 anos, mostraram um índice de sucesso cirúrgico de 92,4%, fato este, atribuído ao menor ângulo de corte.

Gagliani *et al.* (1998) avaliaram a influência do ângulo de corte, realizados a 45° e a 90° , na infiltração apical de dentes apicectomizados, não constatando diferenças significantes em relação ao ângulo da ressecção.

Para a realização da ressecção apical, vários tipos de técnicas tem sido preconizadas no afã de se obter uma superfície mais lisa e com menor quantidade de resíduos e diversos tipos de brocas, como a de fissura picotada n.º 701 para baixa rotação, visando à obtenção de uma superfície mais lisa e com menor quantidade de resíduos (Lecanda, 1968; Grossman, 1973; Arens *et al.*, 1981; Taylor *et al.*, 1984).

Em 1988, Nedderman *et al.* compararam ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), superfícies radiculares ressectadas com brocas n.º 57 em alta e baixa rotação, n.º 557 em alta rotação, n.º 702 em baixa rotação e

esférica nº. 6 em alta e baixa rotação. Puderam observar que as brocas esféricas produziram superfícies escavadas com muitas angulações, sendo as superfícies mais regulares obtidas com a broca nº. 57 de fissura, para baixa rotação.

Com o intuito de evitar a formação de estrias e sulcos causados pela broca de fissura, Cummings *et al.* (1989) se valeram de brocas esféricas nº. 6 ou nº. 8 para o desgaste, ao invés do corte, da superfície apical.

Gutmann e Harrison (1991) verificaram que brocas diamantadas, de fissura e esféricas, propiciavam ranhuras e ruptura da guta-percha na superfície apicectomizada, criando uma solução de continuidade entre a parede do canal e o material obturador. Observaram ainda, que o menor deslocamento do material obturador foi conseguido com o uso de broca diamantada ultrafina nº. 862UF ou nº. 012, acompanhada por irrigação abundante.

Carr (1994) recomendou o uso de broca Lindeman para ostectomia e apicectomia, associada à broca carbide multilaminada para polimento de resina quando houvesse a necessidade de se executar acabamento após a obturação retrógrada.

Morgan e Marshall (1998) compararam superfícies radiculares seccionadas com brocas cirúrgicas nº. 57 de fissura, broca de Lindeman e broca Multiuso. Para tal, após o corte, foram confeccionadas réplicas em resina da superfície seccionada e, a seguir, os corpos de prova foram divididos em dois grupos. O primeiro recebeu acabamento com brocas nº. 9ETUF carbide multilaminadas e o outro, com brocas nº. 862UF diamantadas de granulação fina. Novas réplicas foram confeccionadas e todos espécimes foram

examinados em microscópio óptico com aumento de 20x. Os achados demonstraram que a broca Multiuso proporcionou uma superfície mais lisa e regular, sendo a broca carbide multilaminada, a de melhor escolha para um eventual acabamento de superfície.

Weston *et al.* (1999) avaliaram 12 tipos de brocas para a ressecção apical, em alta e baixa rotação, variando a direção da secção em relação à superfície de corte. Puderam observar que a superfície de corte mostrou a mesma característica da broca empregada, e que, independentemente do tipo da broca utilizada, a distorção da guta-percha e a produção de resíduos e fragmentos somente ocorreu quando a peça de mão foi movimentada na direção reversa em relação à direção de rotação da broca.

Bramante e Berbert (2000) observaram que o corte da porção apical com brocas tronco-cônicas n°. 699, n°. 700, n°. 701 e n°. 702, em baixa rotação, permitiu visualizar melhor a sua posição, bem como melhor uma orientação da sua execução, e que o diâmetro da broca a ser utilizada deveria estar na dependência do volume da raiz do dente a ser apicectomizado. Sugeriram também, que a broca de Batt (tronco-cônica de 29mm, com ponta inativa), deveria ser a de escolha quando houvesse o risco de se lesar outras raízes durante o corte.

Morais e Bernardineli (2001) avaliaram *in vitro*, por meio da MEV a ação de diferentes instrumentos sobre a superfície radicular para a apicectomia e acabamento da superfície. Para tal, as raízes foram cortadas em ângulo de 90° em relação ao longo eixo da raiz, sob irrigação manual com soro fisiológico. Foram avaliadas as brocas n°. 700 para baixa rotação, a ponta diamantada n°. 2082 para alta rotação, a broca Zekrya para alta rotação, a broca n°. 700 para

baixa rotação seguida da utilização de ponta Shofu para alta rotação, a broca nº. 700 para baixa rotação seguida da utilização de lima apical modificada e a broca nº. 700 para baixa rotação seguida da utilização de broca de 12 lâminas para alta rotação. Os resultados mostraram que a broca Zekrya foi a que proporcionou superfícies mais regulares e lisas.

Nesta altura, há de se considerar, a presença da camada residual de magma na superfície apical ressectada, situação esta, desfavorável para a obtenção de um melhor prognóstico do ato cirúrgico e conseqüentemente, uma melhor reparação.

Já em 1981, Pashley *et al.* ressaltaram que a remoção da camada residual de magma resultante da ressecção da porção apical radicular e do retropreparo é imperiosa, já que está associada à matéria orgânica, se tornando, portanto, um agente irritante quando presente.

Dentro desta óptica, Bernabé *et al.* (1998) descreveram clinicamente a aplicação do EDTA sobre a superfície apicectomizada para a remoção da camada residual de magma dentinário. Para tal, utilizaram uma microescova umedecida em EDTA trissódico, com a qual foram realizados movimentos circulares envolvendo toda superfície radicular seccionada, durante 3 minutos, respeitando, sempre que possível, a região periodontal limítrofe. Concluíram que a técnica de desmineralização da superfície dentinária mostrou boa aplicabilidade do ponto de vista biológico, sendo que, a remoção da camada residual de magma poderia permitir uma deposição precoce de tecido cementário e melhor reparação óssea.

Após a ressecção de parte da porção radicular apical e limpeza do mesmo, os autores ressaltam a necessidade de um retropreparo apical seguido

de obturação da cavidade, com o objetivo de se promover um melhor selamento apical devido à presença de solução de continuidade entre a porção final da obturação do canal radicular e a parede dentinária, bem como, uma presença maior de túbulos dentinários abertos, devido à altura do corte efetuado.

Quanto ao aspecto da limpeza da porção intra-radicular após a apicectomia, Storm, já em 1978, se valeu da instrumentação retrógrada com limas tipo Hedström, número 20, pré-curvadas em 90° e presas em uma porta agulhas, seguida da retroobturação, no intuito de evitar que substâncias tóxicas, presentes no interior do canal radicular, atingissem a região apical.

Após um levantamento bibliográfico exaustivo, Sayago (2001) concluiu que os retropreparos apicais ultra-sônicos apresentaram-se significativamente melhores do que os preparos efetuados com brocas. Salientou também que as pontas ultra-sônicas de retropreparo com maior angulação apresentam maior poder de corte, sendo que as pontas lisas produzem cavidades mais conservadoras, com menor quantidade de camada residual de magma, demandando, porém, maior tempo para sua execução.

Mais recentemente, em cirurgias parendodônticas, paralelamente ao uso de brocas, tem sido utilizada a irradiação laser para a ressecção radicular apical, bem como também para o tratamento da porção remanescente.

LASER é um acrônimo na língua inglesa de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, processo pelo qual uma forma de energia é convertida em energia luminosa.

O laser, sendo luz, é uma forma de energia eletromagnética que caminha em ondas com velocidade constante. Sua unidade básica é conhecida

como fóton ou partícula de luz. A onda de fótons apresenta duas propriedades básicas, a amplitude e o seu comprimento, que representa a distância entre dois picos. O efeito da irradiação laser sobre o tecido depende basicamente das características de absorção do tecido frente a um determinado comprimento de onda.

Quando átomos ou moléculas são excitados por uma fonte de energia, estes ocupam estados excitados. Esses elétrons emitem então a energia armazenada em forma de fótons, dada a existência de inversão de população, que por sua vez estimulam outros átomos excitados a liberar novos fótons. Obtém-se assim a amplificação da luz, produzindo a luz intensa, direcionada e monocromática do feixe laser.

As características da irradiação laser são, monocromaticidade por emitirem em um mesmo comprimento de onda; coerência, onde as ondas de luz mantêm uma relação fixa de fase no espaço e no tempo, isto é, os raios vibram em fase e se propagam na mesma direção; pouca divergência, ou seja, a luz laser pode ser emitida através de grandes distâncias e ainda manter-se num feixe concentrado; além de apresentarem variabilidade de potência.

Os equipamentos de laser são classificados em função do meio físico em que operam, sólido, gasoso, líquido e semicondutores, podendo operar em modo contínuo ou pulsado e apresentando sempre os mesmos três componentes básicos, óptico, mecânico e elétrico. Os componentes ópticos estão relacionados com a criação de fótons e incluem a fonte de energia, cavidade óptica, meio do laser ativo, refletores de fótons, lentes e filtros, sendo o meio ativo do laser o elemento que é estimulado a emitir os fótons. Nos componentes mecânicos incluem-se o console, painel de controle, os sistemas

transmissores (fibras ópticas) e os mecanismos de refrigeração, sendo que os componentes elétricos consistem das fontes de potência e mecanismo ativador.

O uso do laser em cirurgias periapicais iniciou-se na década de 80, quando Miserendino e ILL (1988) se valeram do laser de CO₂ na realização de uma apicectomia de um dente incisivo central superior direito. Depois de decorridas 24 horas do ato cirúrgico o paciente não apresentou sintomatologia dolorosa, sendo que uma semana após, havia reparação parcial dos tecidos moles.

Ainda na década de 80, Hibst e Keller (1989); Keller e Hibst (1989) realizaram os primeiros estudos com o laser de érbio em tecidos duros dentais, se mostrando este, um laser promissor, desde que usado com parâmetros adequados de potência, densidade de energia e frequência. Demonstraram também que o laser de Er:YAG, de 2,94µm, é altamente absorvido pelo esmalte e dentina, podendo em condições adequadas, promover o processo de ablação, removendo tecido dental duro sem causar danos térmicos aos tecidos adjacentes.

Friedman *et al.* (1991) analisaram a eficiência de vários materiais de retroobturação associados à irradiação do laser contínuo de CO₂ na retrocavidade, na superfície dentinária de ressecção e no tecido ósseo adjacente de dentes de cães com lesão periapical induzida. Puderam concluir que a utilização ou não do laser não apresentou diferença no sucesso do tratamento, ressaltando que a irradiação do laser na loja óssea não prejudicou a reparação do tecido periapical.

Avaliando sob MEV o efeito da irradiação do laser de Nd:YAG em dois estágios, sendo no primeiro utilizado o parâmetro de 4,5W, 30Hz e 150mJ, até promover carbonização, e no segundo com 1,9W, 20Hz e 95mJ, tendo como média de 2340 pulsos, com fibra de diâmetro de 320µm, em contacto com a superfície dentinária de raízes apicectomizadas perpendicularmente ao longo eixo de dentes humanos extraídos, Stabholz *et al.* (1992a) verificaram áreas descontínuas de fusão e ressolidificação com aspecto glazeado em forma de gotas.

Ainda Stabholz *et al.* (1992b), analisando o efeito da irradiação do laser de Nd:YAG, com os mesmos parâmetros do experimento anterior, sobre a permeabilidade da superfície dentinária de raízes apicectomizadas de dentes humanos extraídos, utilizando o corante azul de metileno como indicador, verificaram menores áreas de infiltração do corante, não promovendo contudo, completa impermeabilização marginal apical e dentinária.

Arens *et al.* (1993) compararam a permeabilidade dentinária após apicectomias realizadas com laser de Nd:YAG transmitido através de fibra óptica de sílica com 400µm, em constante contato com a estrutura radicular em pulsos de 800µs, a 18W de potência, taxa de repetição de 50Hz e técnica convencional com o uso de brocas. Demonstraram uma significativa redução da permeabilidade dos túbulos dentinários quando os ápices foram cortados pelo laser de Nd:YAG.

Paghdiwala (1993) realizou a apicectomia em raízes obturadas de dentes humanos extraídos com o laser pulsado de Er:YAG com comprimento de onda de 2,94µm, largura de pulso de 250µm, utilizando 50 a 90mJ de energia e 6Hz de frequência. Ao MEV, a superfície dentinária de corte

apresentou-se limpa, sem camada residual de magma, sendo os melhores resultados observados com energia de 70mJ. Observou também a presença de bolhas na guta-percha e solução de continuidade na interface desta com as paredes do canal, provavelmente devido ao efeito térmico da irradiação.

Comparando o selamento apical obtido usando-se amálgama ou o laser de Nd:YAG, Wong *et al.* (1994) verificaram que não houve diferenças estatisticamente significantes em relação à infiltração bacteriana entre os grupos analisados.

Lage-Marques *et al.* (1995b) observaram os efeitos da irradiação do laser de Nd:YAG sobre a permeabilidade marginal apical após o corte de sobreobturações endodônticas, quando comparado com o método tradicional que utiliza brocas Zekrya de alta rotação. Resultados da penetração do corante observados à luz da microscopia óptica e MEV indicaram que os espécimes tratados com laser de Nd:YAG apresentaram índices de penetração do corante significativamente menores. Análises da MEV demonstraram que a irradiação alterou a morfologia do ápice radicular e da guta-percha, indicando fusão e ressolidificação da área irradiada.

Gouw-Soares *et al.* (1996) avaliaram em dentes tratados endodonticamente, a permeabilidade e a alteração morfológica da superfície dentinária de raízes apicectomizadas a 3mm da porção apical. Para tal, os cortes foram realizados, num grupo, com o laser pulsado de Er:YAG, utilizando parâmetros de 250mJ, 6Hz e densidade de energia de 35,31J/cm², em outro, com o mesmo laser, porém com parâmetros de 400mJ, 6Hz e 56,50J/cm² de densidade de energia, e por último, como grupo controle, as amostras foram seccionadas com ponta montada cilíndrica em alta rotação. O exame das

amostras irradiadas mostrou ao MEV superfícies irregulares, homogêneas, sem camada residual de magma, não apresentando trincas e nem fusão da estrutura dentinária, com exposição dos túbulos dentinários.

Liu *et al.*, em 1997, verificaram que a profundidade do selamento dos túbulos dentinários obtidos através da irradiação do laser de Nd:YAG em dentes humanos era de aproximadamente 4µm no centro e 3 µm nas margens. Observaram ainda, através da MEV, modificações na superfície dentinária, apresentando fusão da dentina e fechamento dos túbulos sem formação de fendas.

Analisando os efeitos da irradiação dos lasers de Nd:YAG, CO₂ e Argônio sobre a permeabilidade dentinária e marginal da superfície apical de dentes apicectomizados e retroobturados, Lage-Marques em 1997 observou que a irradiação aplicada na superfície dentinária após a apicectomia e retroobturação produziu uma alteração morfológica capaz de diminuir a média de infiltração do corante na maioria dos grupos experimentais testados.

Komori *et al.* (1997a) analisaram as alterações morfológicas produzidas na superfície dentinária, após apicectomia de dentes extraídos, com os lasers pulsados de Er:YAG com 2,94µm de comprimento de onda, 350mJ de energia e 8Hz de frequência, e do Ho:YAG com 2,10 µm de comprimento de onda, com 1,0J e 10Hz de frequência, ambos irradiando com refrigeração à água, quando comparados com as alterações produzidas pela alta rotação e com a irradiação com o laser contínuo de CO₂. À análise ao microscópio óptico e MEV revelaram que o laser de Er:YAG produziu superfícies lisas, limpas, sem sinais de danos térmicos, tais como carbonização ou fraturas. O laser de Ho:YAG produziu superfícies irregulares, sem carbonização, mas com sinais de

alterações cromáticas e fraturas na superfície intercaladas com áreas de fusão de dentina. O laser de CO₂ produziu alterações cromáticas profundas na dentina mostrando a superfície completamente carbonizada, provocando a ocorrência de interfaces entre a guta-percha e as paredes do canal radicular. Já a ação mecânica da ponta montada, em alta rotação, produziu superfície dentinária ligeiramente irregular, sem carbonização ou fraturas, presença de camada residual de magma, sem, contudo, deslocar a guta-percha.

No mesmo ano(b), Komori *et al.* avaliaram a utilização clínica do laser de Er:YAG, pulsado, com sistema de entrega de feixe em guia oco, 2,94µm de comprimento de onda, com parâmetros de 250mJ e 8Hz, em apicectomias, com ou sem retroobturação. Como vantagens, relataram a ausência de desconforto durante a ressecção, menor potencial de contaminação do campo operatório e menor risco de trauma aos tecidos adjacentes.

Krapchev *et al.* (1997) relataram que o laser de Er:YAG, 2,94µm, promove o processo de ablação com eficiência, sendo neste comprimento de onda, altamente absorvido pela água dos tecidos duros dentais, apresentando mínimo dano térmico aos tecidos adjacentes, desde que utilizadas taxas de repetições baixas e durações de pulso de 250µs.

Camargo *et al.* (1998) avaliaram apicectomias e retrocavidades preparadas com alta rotação e laser de Er:YAG, utilizando 6Hz e 400mJ de energia. Puderam verificar quando do uso do laser de Er:YAG, uma superfície dentinária limpa mostrando os túbulos dentinários abertos. No grupo de dentes cujos ápices foram ressectados com alta rotação, puderam notar a superfície dentinária totalmente coberta pela camada residual de magma e presença de sulcos.

Aun *et al.* (1998) avaliaram morfológicamente a influência da irradiação do laser de CO₂ na superfície dentinária e na junção de diferentes materiais retroobturadores/cavidade apical de raízes apicectomizadas. A análise em MEV demonstrou que as superfícies dentinárias irradiadas apresentaram áreas fusionadas sem a evidência dos túbulos dentinários, sendo que todas amostras apresentaram aumento entre o material retroobturador e as paredes da cavidade.

Analisando *in vitro* a influência da modificação da estrutura dentinária sobre a permeabilidade da superfície, frente ao corante azul de metileno, de apicectomias realizadas com laser de Er:YAG e posterior tratamento da superfície dentinária ressectada, com laser de Nd:YAG, Gouw-Soares *et al.* em 1999 mostraram na análise da infiltração marginal e da superfície dentinária, uma maior infiltração nas amostras que foram apenas cortadas com o laser Er:YAG, sendo que as tratadas com o laser de Nd:YAG, após apicectomia, apresentavam significativamente menor infiltração. A análise das micrografias eletrônicas de varredura das superfícies amputadas com o laser de Er:YAG evidenciaram-se limpas, sem lama dentinária, com exposição dos túbulos dentinários, apresentando-se mais permeáveis em comparação às que foram tratadas com o laser de Nd:YAG, que mostraram áreas de fusão e ressolidificação da dentina com aspecto mais liso e polido.

Camargo *et al.* (1999a) avaliaram sobre microscopia eletrônica de varredura, a superfície apical, após a apicectomia de 36 dentes unirradiculares humanos extraídos, valendo-se para tal do laser de Er:YAG com 400mJ de energia e frequência de 6Hz, modo focado, sob refrigeração constante e com brocas. Puderam constatar quando da comparação das duas técnicas que o

grupo apicectomizado com o laser apresentou superfície mais lisa, sem ranhuras, rugosidade ou camada residual de magma.

Ainda no mesmo ano(b), Camargo *et al.* avaliaram a permeabilidade dentinária na superfície apical de corte preparada com Er:YAG laser e tratada com o laser de Nd:YAG, comparando com a técnica convencional, isto é, com o uso de brocas diamantadas. Puderam notar que com o uso do laser de Nd:YAG na superfície apicectomizada houve uma redução da permeabilidade frente ao azul de metileno e que com o uso do laser de Er:YAG para a apicectomia uma maior porcentagem de penetração do corante foi notada.

Observando a efetividade do laser de Nd:YAG na superfície do cimento dental, L'Astorina *et al.* (1999) analisaram 45 dentes humanos recém-extraídos, íntegros, divididos em três grupos. O grupo A recebeu a irradiação com 0,8W; 13,4mJ; 15Hz; 60s; 167mJ/cm², o grupo B com 1W; 16,7mJ; 15Hz; 60s; 208mJ/cm², o grupo C com 1,2W; 20mJ, 15Hz, 60s; 250mJ/cm², isto é, foi variada a potência média, a energia e a densidade de energia, mantendo-se constante a frequência e o tempo de aplicação. Puderam verificar que para todos grupos, a superfície cementária irradiada apresentou cavitação e a análise da microscopia eletrônica de varredura revelou a presença de estrutura fungiforme, cratera vulcânica, aspecto de fusonamento e obliteração de canalículos dentinários.

Lan *et al.* (2000) analisando as alterações morfológicas das superfícies dentinárias, com ou sem camada residual de magma, irradiadas com os lasers de Nd:YAG e CO₂, mostraram que quando da aplicação do laser de Nd:YAG, houve a formação de crateras e fusão da superfície dentinária, principalmente nas amostras não tratadas com EDTA a 14% durante 2 minutos,

sendo que o laser de CO₂ produziu extensas linhas de fraturas principalmente sobre as superfícies com camada residual de magma, enquanto que a formação de crateras e erosão foram encontradas nas amostras tratadas com o EDTA.

Gouw-Soares *et al.* (2001) relataram a utilização clínica de uma associação de três lasers de comprimentos de onda diferentes em cirurgia periapical, como alternativa de tratamento, visando o aumento do índice de sucesso. O laser de Er:YAG, comprimento de onda de 2,94µm, pulsado, por ser altamente absorvido pelos tecidos duros do dente, promove ablação de esmalte, dentina e cimento, realiza a ostectomia com energia de 350mJ, 4Hz de taxa de repetição e potência média de 1,4W e pode ser utilizado para apicectomias com 450mJ, 4Hz e potência média de 1,8W. O laser de Nd:YAG, pulsado, em não contato, emitindo em 1.064nm, promove a redução microbiana da loja óssea, com parâmetros de 100mJ, 15Hz e 1,5W, durante 20 segundos. Ainda com o mesmo laser, utilizando-se os mesmos parâmetros de energia e potência, irradiando o feixe através de uma fibra óptica em contato com a superfície dentinária de corte, promove a fusão e ressolidificação da estrutura dentinária. A seguir, preconizava a utilização do laser de baixa intensidade de Ga-Al-As, de baixa intensidade, 790nm de comprimento de onda, irradiando a mucosa na região da lesão periapical e sobre as suturas. Este laser promove analgesia, ação antiinflamatória e de biomodulação, estimulando a atividade celular, e otimizando o processo de reparação tecidual.

Os autores supracitados realizaram acompanhamento clínico e radiográfico por 3 anos, que mostrou sucesso do tratamento, com regeneração óssea da região periapical, ressaltando que a utilização desses lasers

conjuntamente, pode ser considerada como alternativa para a obtenção de melhores índices de sucesso nos procedimentos cirúrgicos da apicectomia, principalmente às expensas do efeito bactericida causado.

Ainda Gouw-Soares em 2001 avaliou a permeabilidade superficial e marginal da dentina radicular após a apicectomia e retroobturação com IRM, seguido de tratamento do remanescente apical com os lasers de CO₂, 9,6µm, ou Er:YAG, 2,94µm. O experimento foi realizado em ápices seccionados com brocas para alta rotação, em ápices apicectomizados da maneira anterior, porém com a superfície tratada com o laser de CO₂, e com a superfície tratada com o laser de Er:YAG, apicectomizados e tratados com laser de CO₂, e por último apicectomizados e tratados com laser de Er:YAG. A análise qualitativa da infiltração do corante azul de metileno através da superfície dentinária e da retroobturação demonstrou que as amostras dos grupos que foram irradiadas com os lasers apresentaram  ndice de infiltração significativamente menor que as não tratadas. As amostras apicectomizadas e tratadas com o laser de CO₂, ao MEV apresentaram superfícies lisas, com fusão e recristalização de dentina, distribuídas de maneira homog nea em toda área irradiada, vedando os túbulos dentinários. Da mesma maneira, as apicectomizadas e tratadas com o laser de Er:YAG têm se apresentavam limpas, sem camada residual de magma, no entanto, ligeiramente rugosas, compatíveis com aspecto de dentina ablacionada e com a evidenciação de túbulos dentinários.

Rocha (2001) utilizou o laser de Er:YAG, com os parâmetros de 60mJ de energia, taxa de repetição de 2 Hz, durante 20 segundos, desfocado   6mm da área de irradiação. Demonstrou, frente a MEV, redução do diâmetro dos túbulos dentinários, com parcial ou total obstrução. Tal fato, leva a ila o que

tais parâmetros possam ser utilizados no selamento da superfície dentinária da superfície apicectomizada.

Negrão (2001) observou em raízes apicectomizadas, a estrutura da dentina, mais especificamente, dos túbulos dentinários, especialmente na área do terço apical da raiz, quando submetidos a irradiação do laser de Er:YAG, com comprimento de onda de 2,94 μ m, 350 mJ de energia e 4Hz de frequência, entre as amostras colhidas de dentes humanos *in vitro* e *in vivo*. Pode observar que não houve alterações morfológicas das estruturas analisadas e, constatou a presença de raros túbulos dentinários, superfície sem carbonização, além de áreas isentas da camada residual de magma.

Avaliando a permeabilidade superficial e marginal da dentina ressectada após a apicectomia e tratamento com os lasers de Er:YAG e Nd:YAG através de fibras ópticas e retroobturados com IRM, Oliveira (2001) demonstrou que as amostras irradiadas apresentaram índices de infiltração menores, sendo que as do grupo onde a apicectomia foi realizada com o laser de Er:YAG e o tratamento da superfície feito com o laser de Nd:YAG, as que menos infiltração apresentaram frente aos demais, apresentando superfícies limpas sem camada residual de magma, lisas, com fusão e ressolidificação da dentina, com vedamento dos túbulos dentinários. Verificou também, que as amostras apicectomizadas com o laser Er:YAG apresentaram superfícies limpas e irregulares com a presença de algumas crateras, sem camada residual de magma e com exposição de túbulos dentinários.

Na dependência da potência e da energia empregada, a reparação óssea pode ser retardada ou mesmo impedida, se as células ósseas forem severamente injuriadas pelo calor gerado durante o ato cirúrgico, sendo

entretanto, pequeno o conhecimento sobre a temperatura crítica que causa uma reversibilidade ou irreversibilidade óssea (Eriksson e Albrektsson, 1983).

Por outro lado, o laser de Er:YAG, pelo processo de ablação mecânica por microexplosões, promove remoção de dentina e esmalte sem efeitos térmicos significantes (Hibst e Keller, 1989; Keller e Hibst, 1989; Armengol *et al.*, 2000).

Já o laser de Nd:YAG, segundo Lan em 1999, irradiado no canal radicular, com 100mJ de energia, a elevação da temperatura na superfície radicular, não excede a 10°C.

Segundo Lage-Marques (1997), fica evidente que vários experimentos clínicos, avaliam a ação cumulativa da realização de técnicas e procedimentos na busca de melhores resultados. A execução de metodologia objetiva poderá comparar de alguma forma os resultados de tratamentos que utilizam vários tipos de procedimentos com metas comuns.

Salienta ainda, que fica patente o avanço de estudos em todas as áreas da Odontologia, de onde, sobretudo, emerge o fato de que o emprego do laser, que se encontra em franco desenvolvimento, certamente busca aprimorar cada vez mais o sucesso dos tratamentos.

Tendo em vista que o conhecimento da Endodontia tem sido cientificamente avaliado, durante as últimas décadas, permitindo a criação de filosofias e procedimentos com altos índices de sucesso, a utilização do laser como coadjuvante, em alguns tratamentos, merece ainda o mesmo tipo de análise experimental com vistas à identificação dos níveis de êxito dessa nova modalidade de terapêutica associada.

Sendo assim, revista à literatura pertinente, este estudo tem como objetivo avaliar, através da microscopia eletrônica de varredura, o uso da broca Zekrya e do laser de Er:YAG, para a ressecção apical, a adaptação do material obturador à parede dentinária apical, bem como a superfície ressectada da porção radicular, com especial atenção ao selamento dos túbulos dentinários remanescentes apicais e da superfície cementária, através da irradiação pelo laser de Nd:YAG, aplicados por contacto direto nas superfícies vestibular e proximal da raiz e indiretamente na superfície palatina, através de reflexão da luz laser, com o uso de espelho de safira.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 12 dentes incisivos centrais superiores humanos permanentes, completamente formados, do Banco de Dentes do Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, extraídos por razões desconhecidas, e armazenados por tempo indeterminado sem qualquer cuidado especial.

Os referidos dentes foram previamente radiografados, nos sentidos méσιο-distal e vestibulo-lingual, acusando canal único e ausência de quaisquer anormalidades no interior da câmara pulpar e/ou canal radicular, tais como, curvaturas acentuadas, calcificações ou mesmo evidências de intervenções endodônticas anteriores.

Após quarenta e oito horas de submersão em formol a 10%¹, os espécimes foram cuidadosamente lavados em hipoclorito de sódio a 1%² e escovados sob água corrente e acondicionados em frascos rotulados de um a doze, contendo no seu interior, solução fisiológica, mantidos em estufa a 36°C, por um período mínimo de 72 horas.

A abertura e preparo da câmara pulpar foram realizados com o auxílio de brocas esféricas carbide sendo o acabamento final da cavidade realizada com brocas tronco-cônicas diamantadas, cuja ponta foi anteriormente embotada, acopladas à caneta de alta rotação.

Realizado o acesso e preparo das câmaras pulpares e dos orifícios de entrada dos canais radiculares, os mesmos foram esvaziados com auxílio de

¹ Laboratório Fórmula & Ação – São Paulo

² Laboratório Fórmula & Ação – São Paulo

um instrumento tipo K³, número 15, com farta irrigação de hipoclorito de sódio a 1%².

O preparo químico cirúrgico dos canais radiculares foi realizado acorde técnica de Paiva e Antoniazzi (1993), com o uso de Endo PTC⁴ associado ao hipoclorito de sódio a 1%², estabelecendo-se como comprimento de trabalho o vértice anatômico da raiz, com o uso de pelo menos quatro instrumentos além do primeiro, sendo o seu término padronizado com a lima K³ de número 40.

Cumprе salientar que durante todo o preparo do canal radicular, as raízes permaneceram envoltas em gaze umedecida com soro fisiológico.

Após o preparo químico-cirúrgico, o conteúdo dos canais foi aspirado e seco com cones de papel absorvente, sendo todos os espécimes obturados seguindo os princípios básicos do emprego de cones de guta-percha⁵, cimento obturador⁶, cones de guta-percha secundários⁷ e técnica da condensação vertical, tomando-se o cuidado de, para todos espécimes, se poder visualizar aproximadamente 2mm do cone principal de guta-percha ultrapassando o ápice anatômico da raiz, sendo a câmara pulpar selada com cimento provisório⁸. Em seguida, novas tomadas radiográficas foram realizadas para se verificar a qualidade das obturações.

Após a obturação dos canais radiculares os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de três espécimes cada.

² Laboratório Fórmula & Ação – São Paulo

³ Moyco - Union Broach - USA

⁴ Laboratório Fórmula & Ação – São Paulo

⁵ Moyco - Union Broach - USA

⁶ N-Rickert. Laboratório Fórmula & Ação – São Paulo

⁷ Tanari – São Paulo

⁸ Cimpat – São Paulo

Nos dentes do primeiro grupo, denominado G1, as raízes foram apicectomizadas a 2mm do vértice anatômico com broca para alta rotação, tipo Zekrya⁹, perpendicularmente ao longo eixo do dente, não recebendo o remanescente radicular qualquer cuidado especial.

Nos dentes do segundo grupo, denominado G2, as raízes foram apicectomizadas a 2mm do vértice anatômico com broca Zekrya⁹, perpendicularmente ao longo eixo do dente, sendo a superfície ressectada e os 3mm apicais do coto, nas suas faces vestibular e proximal, irradiadas diretamente com laser de Nd:YAG¹⁰, e a face palatina irradiada indiretamente pela reflexão do feixe, através de espelho cirúrgico de safira¹¹.

Nos dentes do terceiro grupo, denominado G3, as raízes foram apicectomizadas a 2mm do vértice anatômico com o laser de Er:YAG¹², sobre refrigeração constante, perpendicularmente ao longo eixo do dente, não recebendo o remanescente radicular qualquer cuidado especial.

Nos dentes do quarto grupo, denominado G4, as raízes foram apicectomizadas a 2mm do vértice anatômico com o laser de Er:YAG¹², sobre refrigeração constante, perpendicularmente ao longo eixo do dente, sendo a superfície ressectada e os 3mm apicais do coto, nas suas faces vestibular e proximal, irradiadas diretamente com laser de Nd:YAG¹⁰, e a face palatina irradiada indiretamente pela reflexão do feixe, através de espelho cirúrgico de safira¹¹.

⁹ Maillefer – Ballaigues - Switzerland

¹⁰ Pulse Master 1000 – American Dental Technologies – USA

¹¹ Sapphire Plus - Global Surgical Corp. - USA

¹² KavoKey – Kavo Co. Beberach - Germany

	APICECTOMIA	TRATAMENTO
G1	ZEKRYA	
G2	ZEKRYA	Nd:YAG
G3	Er:YAG	
G4	Er:YAG	Nd:YAG

Quadro 1. Distribuição dos grupos analisados.

Após as apicectomias, as superfícies ressectadas e os 3mm apicais do coto de todos os espécimes foram cuidadosamente tratadas com uma solução de EDTA na concentração de 17%¹³.

O laser de ErYAG modelo KavoKey, emite comprimento de onda de 2940nm, energia de pulso variável entre 60 e 500mJ, taxa de repetição variando de 1 a 15 Hz, duração de pulso variável de 250 a 500µs, diâmetro de feixe na região focalizada de 0,63mm sendo considerado o diâmetro, na posição correspondente a 86% da energia transmitida.

Apresenta sistema de entrega do feixe de fibra óptica, ao qual está acoplado uma peça de mão (nº. 2051) semelhante a uma caneta de alta rotação. O feixe de luz é conduzido através da fibra em um espelho na peça de mão propiciando emissão lateral.

Este laser trabalha na forma de não contacto, sendo o foco ideal estabelecido entre as distâncias de 12 a 15mm da lente de saída do feixe até o tecido irradiado, sendo o diâmetro da região de focalização aproximadamente constante.

Possui um sistema de refrigeração através de um spray de água, o

¹³ Laboratório Fórmula & Ação – São Paulo

qual atua durante todo processo de ablação. Devido ao comprimento de onda deste laser não estar localizado na região visível do espectro eletromagnético, e sim na do infravermelho, um laser de diodo com comprimento de onda de 635nm, vermelho, atua como feixe guia para nortear sua irradiação. São altamente absorvidos pela água e apresentam grande afinidade pela hidroxiapatita.

Os parâmetros utilizados para a apicectomia com o laser de Er:YAG KavoKey Laser foram:

- potência média: 1,8W
- energia: 450mJ
- frequência: 4Hz
- DE=113J/cm²
- diâmetro do feixe no ponto de trabalho (foco): 0,70mm
- distância focal da lente à área de trabalho variável: 12 a 15mm

O laser de Nd:YAG Pulse Master 1000, é um laser de estado sólido, constitui um sistema de quatro níveis de energia e opera de forma contínua ou pulsada. Seu comprimento de onda é de 1064nm, bem absorvido pela melanina e hemoglobina, não está situada na faixa visível do espectro, sendo necessária à utilização de um laser guia. Apresenta taxa de repetição de 10 a 100Hz, energia de até 320mJ, largura de pulso de 100µs e potência de até 10W, podendo ser transmitido através de fibra óptica de quartzo.

Os parâmetros utilizados para a irradiação com o laser de Nd:YAG, Pulse Master 1000, foram:

- potência média: 2,0W
- energia: 100mJ

- frequência: 20Hz
- largura temporal: 150 μ s
- DE=124,34J/cm²
- diâmetro da fibra óptica: 0,32mm

	POTÊNCIA MÉDIA	ENERGIA	FREQÜÊNCIA	DE
Er:YAG	1,8W	450mJ	4Hz	113J/cm ²
Nd:YAG	2,0W	100mJ	20Hz	124J/cm ²

Quadro 2. Parâmetros utilizados.

A irradiação pelo Nd:YAG ocorreu sempre a 0,5cm de distância da superfície do corte apical e das superfícies vestibulares e proximais, seguindo a direção dos eixos imaginários, horizontal, vertical e diagonal, dependendo para esse procedimento o total de 10 segundos para cada superfície, segundo Lage-Marques, 1997; sendo a superfície palatina irradiada indiretamente pela reflexão do feixe através de espelho cirúrgico.

Cumprе salientar que durante a execução da metodologia, as amostras permaneceram em recipiente numerado, à temperatura de 36^oC no interior de câmara úmida.

Após a apicectomia e tratamento da superfície dentinária ressectada e do cimento apical, as amostras de cada grupo foram desidratadas em série de álcoois crescentes, do 70 ao absoluto, com secagem final em estufa a 37^oC, por 48 horas, estabelecendo-se assim os pontos críticos, sendo depois fixadas individualmente em stub de alumínio com uma cola condutora à base de prata

e teve toda sua superfície recoberta com ouro para análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), Philips (modelo XL 30) do Centro de Ciências e Tecnologia de Materiais – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, no intuito de se verificar as alterações morfológicas da superfície decorrentes da irradiação e corte da porção radicular.

As eletronicografias assim obtidas se valeram para a análise qualitativa das amostras utilizadas neste experimento.

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

Frente a análise das eletronicografias pode-se verificar as alterações morfológicas ocorridas nas superfícies dentinárias apicectomizadas com o uso de brocas e com o laser de Er:YAG, como também das superfícies dentinárias apicais, cementárias mesiais, distais, vestibulares e palatinas irradiadas ou não com o laser de Nd:YAG.

As Figuras 5.1a, 5.1b, 5.1c, 5.1d e 5.1e, com aumentos de 50X, 100X, 500X, 1000X e 2000X respectivamente, mostram a porção apical de um dente apicectomizado com a broca Zekrya (Grupo 1).

Mesmo tendo sido o corte efetuado no sentido da rotação da broca, pudemos constatar um ligeiro deslocamento, plastificação e brunimento da guta-percha por ação mecânica. Constata-se também irregularidades na superfície da guta-percha e na superfície dentinária radicular, mostrando ranhuras decorrentes da ação da broca e presença de camada residual de magma.

As Figuras 5.2a, 5.2b, 5.2c e 5.2d, com 50X, 500X, 1000X e 2000X, de aumento, respectivamente, mostram deslocamento e plastificação da guta-percha pela ação da broca Zekrya e nítida ação do efeito da irradiação do laser de Nd:YAG (Grupo 2) na superfície apical dentinária com formação de bolhas na guta-percha, mostrando também ranhuras decorrentes da ação da broca e áreas com a presença de camada residual de magma.

As Figuras 5.2e, 5.2f, 5.2g e 5.2h, respectivamente com aumentos de 75X, 500X, 1000X e 2000X, mostram a ação da irradiação do laser de Nd:YAG

na superfície cementária da face vestibular, apresentando-se limpa, com aspecto vitrificado, com áreas de fusão e ressolidificação.

As Figuras 5.2i, 5.2j, 5.2k e 5.2l, respectivamente com 75X, 500X, 1000X e 2000X de aumento, mostram a ação da irradiação do laser de Nd:YAG na superfície cementária da face palatina, mostrando-se também limpa, com aspecto vitrificado, com áreas de fusão e ressolidificação, sendo que, em aumentos menores, figura 5.2i (75X), nota-se áreas não irradiadas, desuniformes, consequência da irradiação indireta por reflexão do espelho de safira.

As Figuras 5.3a, 5.3b, 5.3c, 5.3d e 5.3e, com aumentos de 50X, 100X, 500X, 1000X e 2000X, respectivamente, apresentam a superfície dentinária seccionada com o laser de Er:YAG (Grupo 3) com características morfológicas nítidas da ação do laser de Er:YAG, com plastificação da guta-percha, sendo sua adaptação irregular nas paredes do canal, mostrando bolhas resultantes do efeito da temperatura. Apresenta superfícies rugosas, túbulos dentinários abertos, presença de crateras, compatíveis com o aspecto de dentina ablacionada.

As Figuras 5.4a, 5.4b, 5.4c e 5.4d, com aumentos de 50X, 500X, 1000X e 2000X, mostram superfície dentinária irregular com deslocamento e derretimento da guta-percha pela ação da irradiação do laser de Er:YAG e a superfície ressectada vitrificada e ressolidificada pela ação da irradiação do laser de Nd:YAG (Grupo 4).

As Figuras 5.4e, 5.4f, 5.4g e 5.4h, respectivamente com aumentos de 75X, 500X, 1000X e 2000X, mostram a ação da irradiação pelo laser de

Nd:YAG, na superfície cementária da face vestibular mostrando-se limpa, com aspecto vitrificado, com áreas de fusão e ressolidificação.

As Figuras 5.4i, 5.4j, 5.4k e 5.4l, com aumentos de 77X, 500X, 1000X e 2000X, respectivamente, mostram a ação da irradiação pelo laser de Nd:YAG, aplicado indiretamente pela reflexão do espelho de safira na face palatina da raiz. Seu aspecto é de uma superfície limpa, com aspecto vitrificado, com áreas de fusão e ressolidificação, mostrando também áreas que se assemelham à vela derretida e áreas não irradiadas, desuniformes, provavelmente conseqüente da irradiação indireta pela reflexão do espelho de safira.

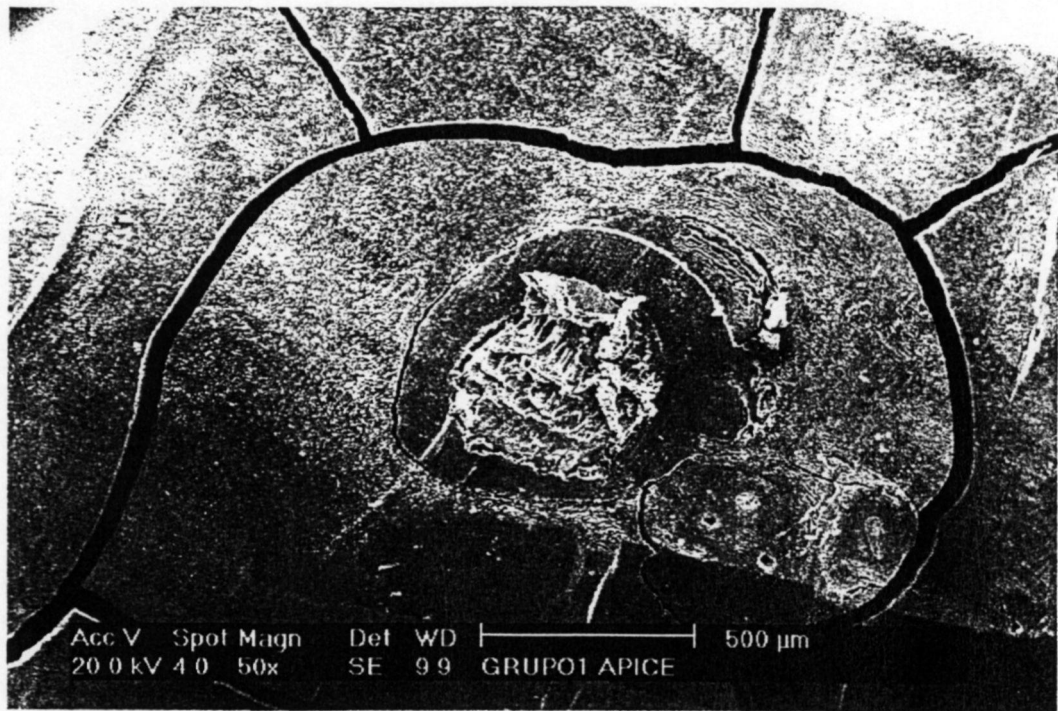


FIGURA 5.1a Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superficie Apical

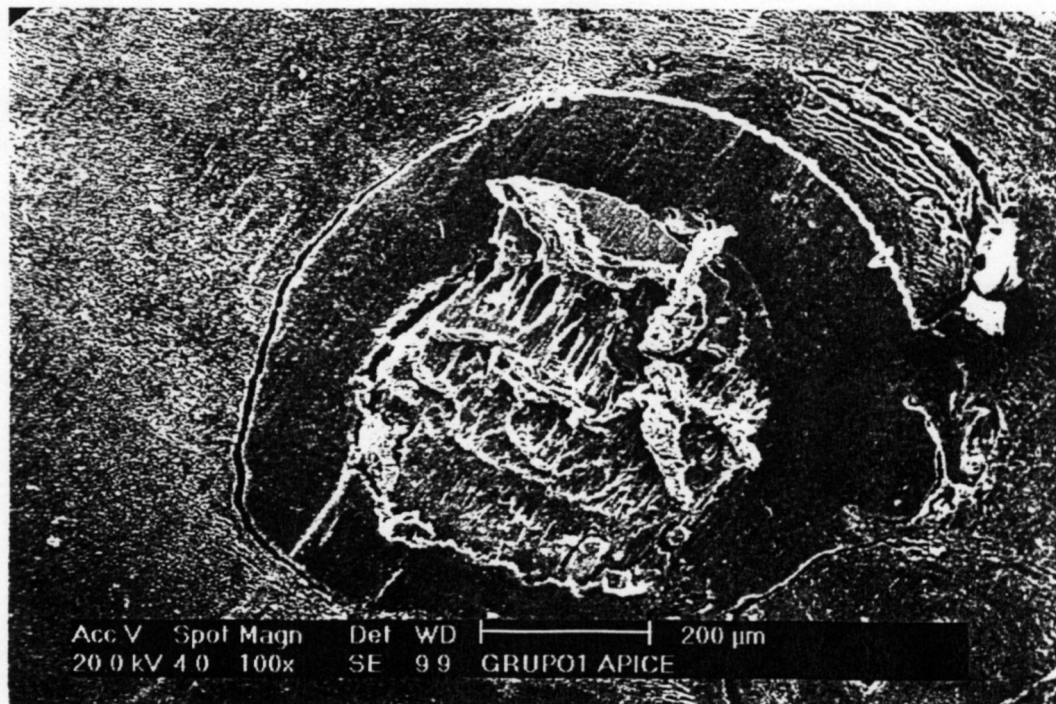


FIGURA 5.1b Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superficie Apical

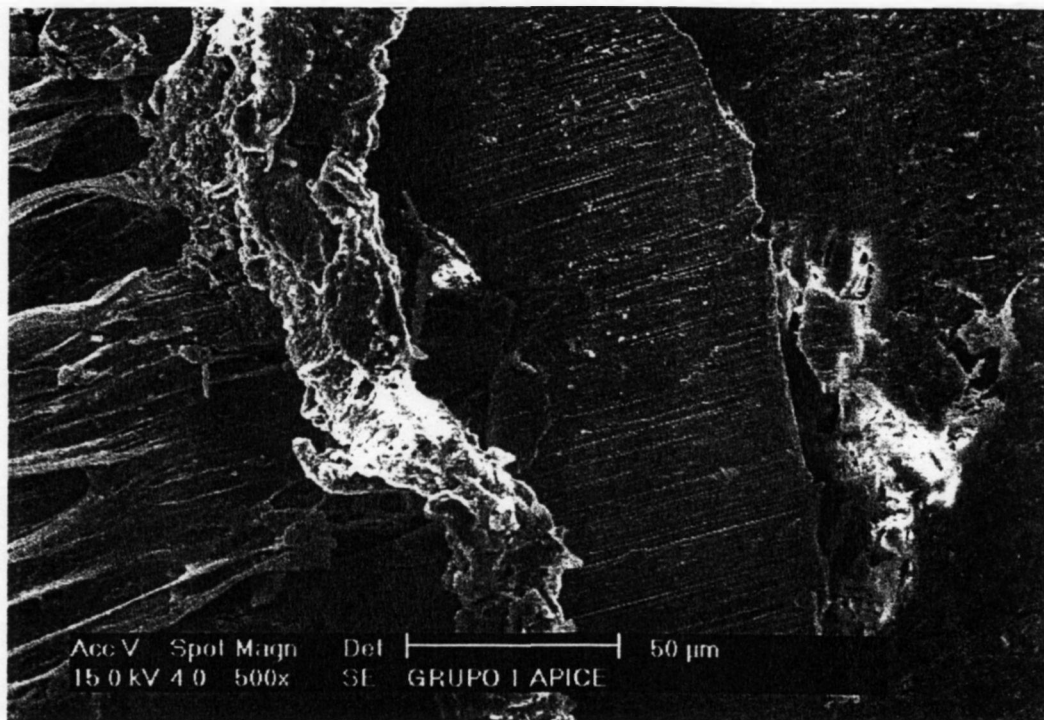


FIGURA 5.1c Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superficie Apical

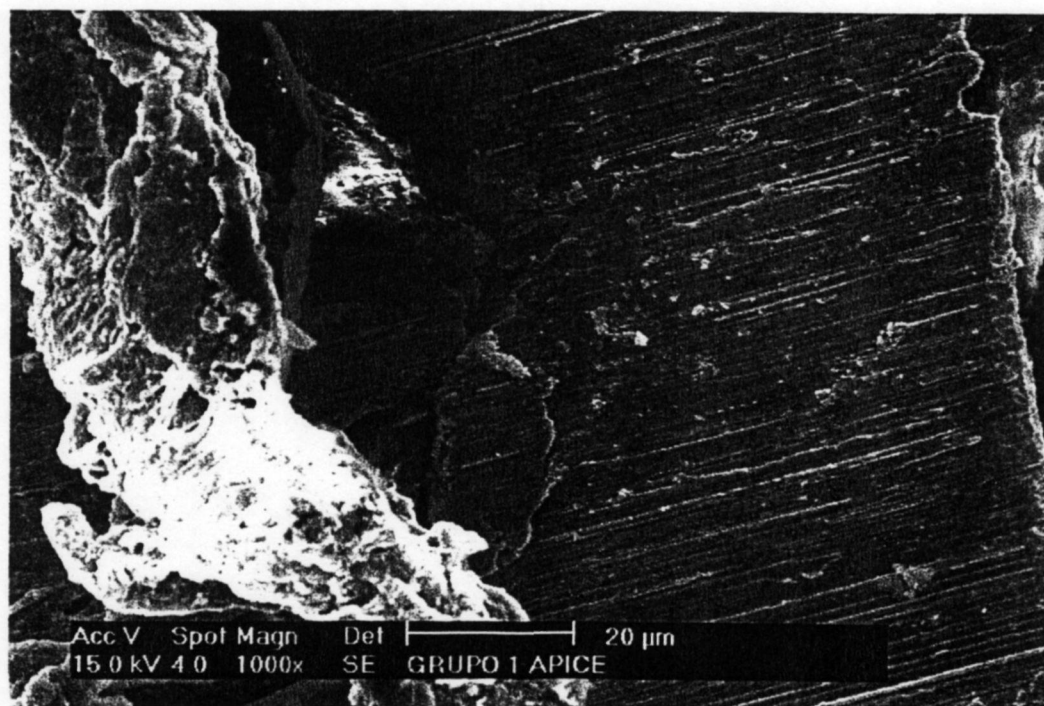


FIGURA 5.1d Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superficie Apical

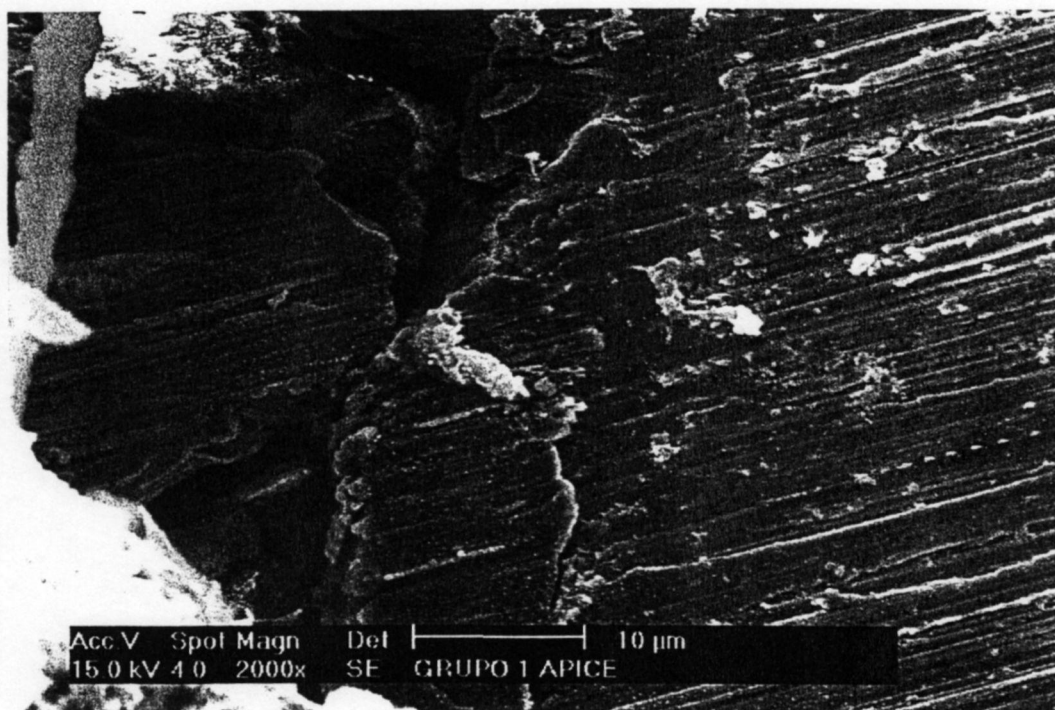


FIGURA 5.1e Eletronmicrografia do Grupo 1 (Zekrya)
Superficie Apical

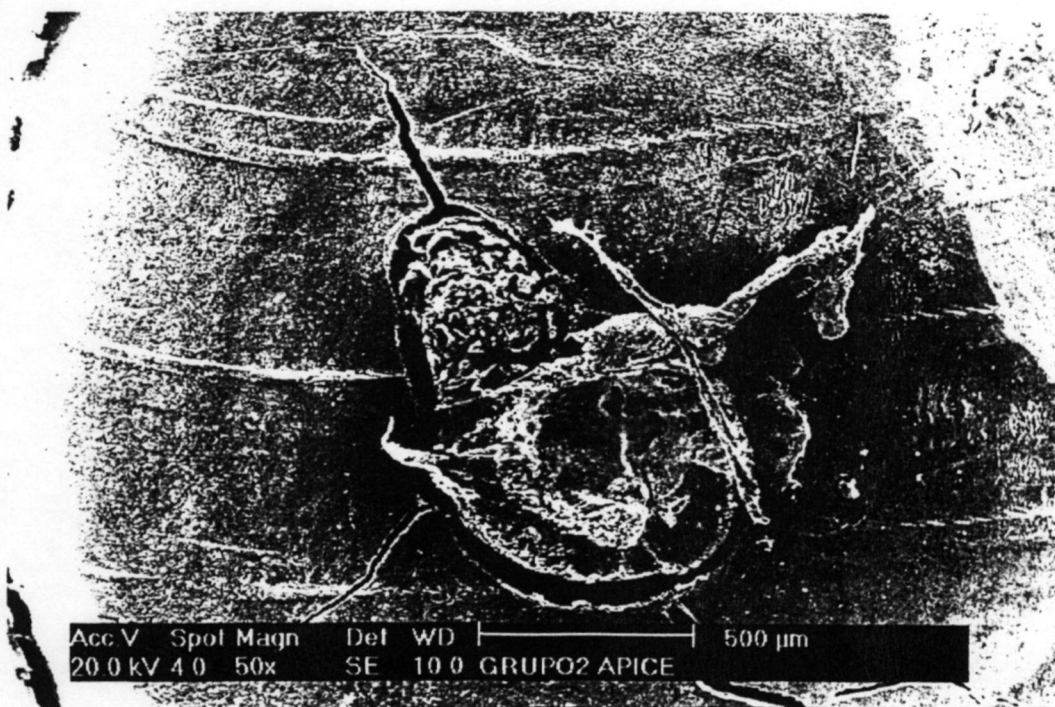


FIGURA 5.2a Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superficie Apical



FIGURA 5.2b Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superficie Apical

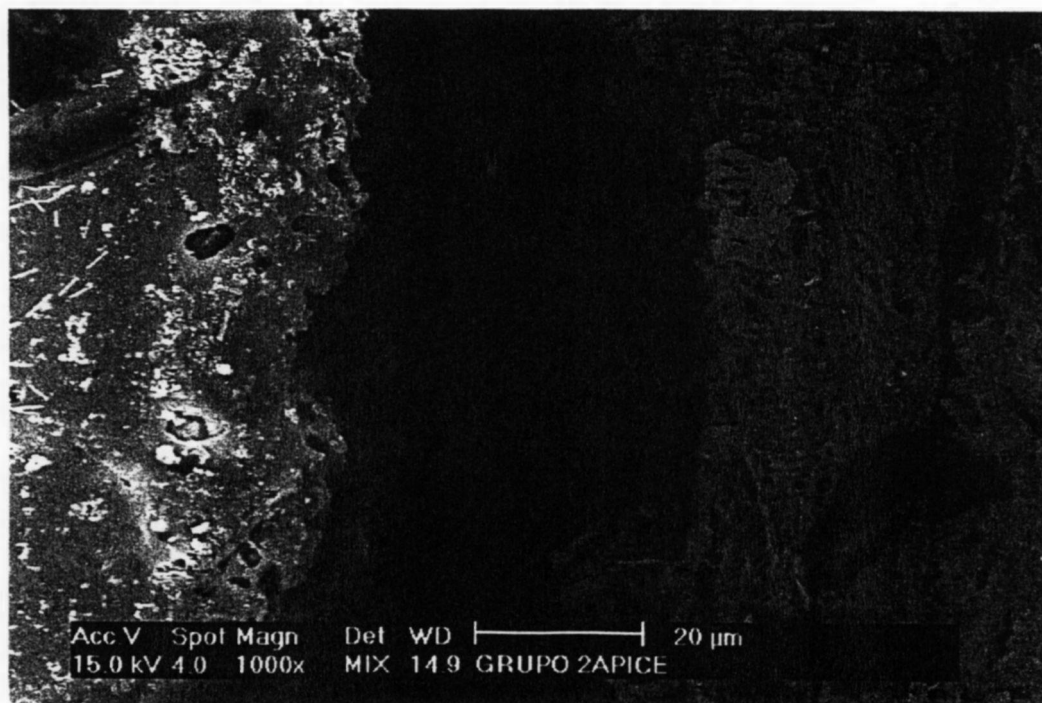


FIGURA 5.2c Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superficie Apical

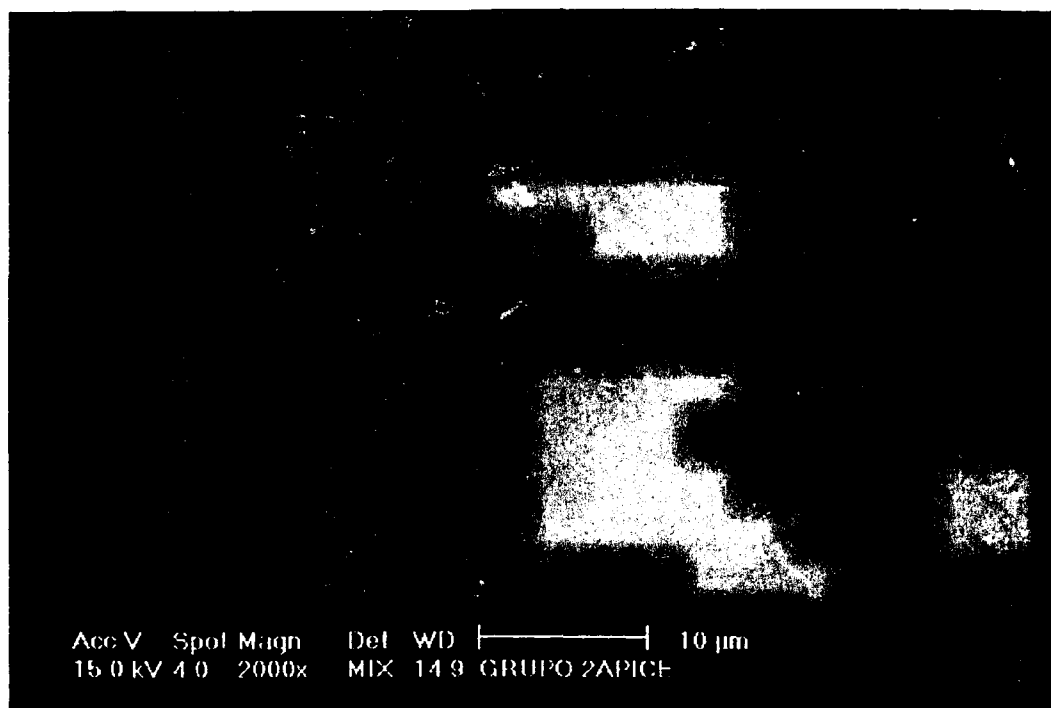


FIGURA 5.2d Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superficie Apical



FIGURA 5.2e Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superficie Vestibular

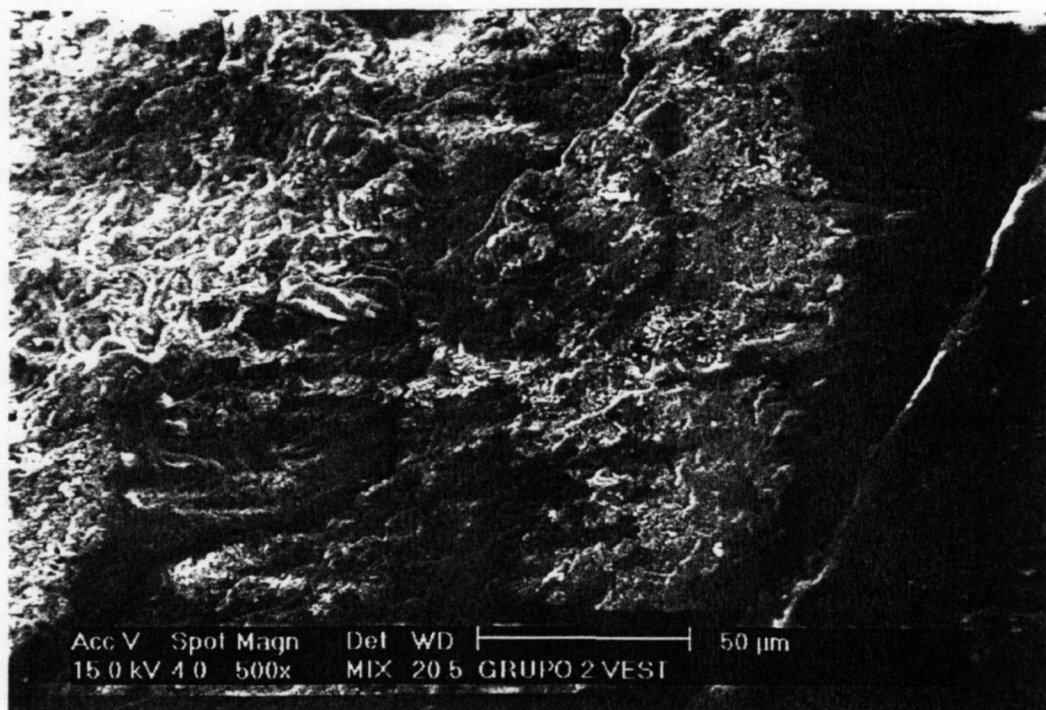


FIGURA 5.2f Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superficie Vestibular

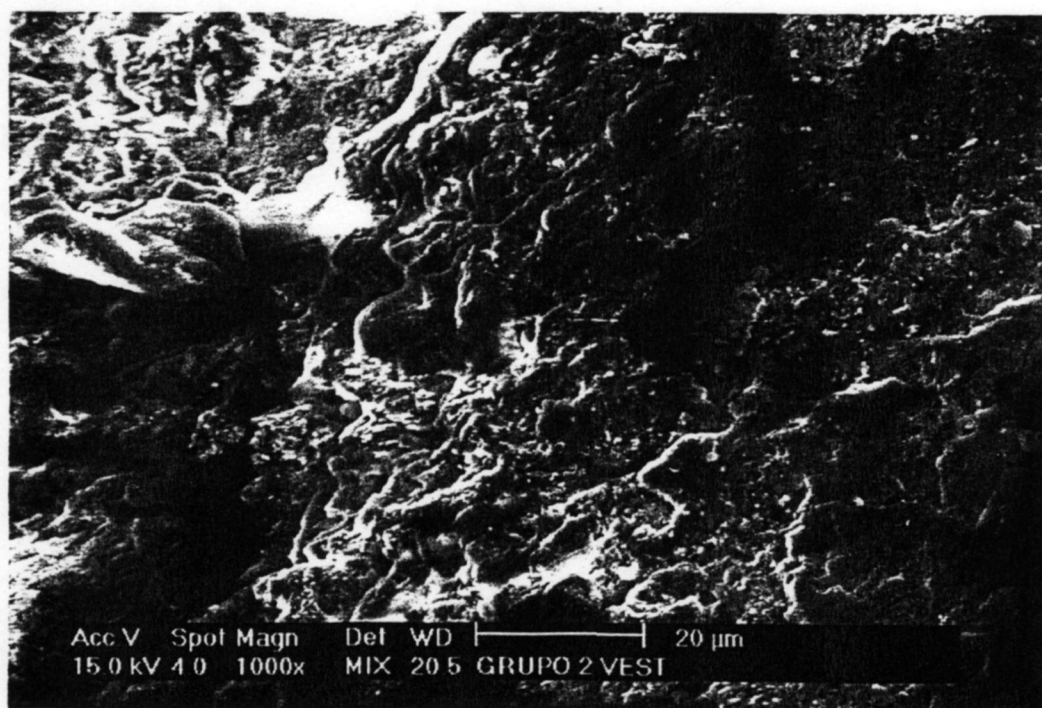


FIGURA 5.2g Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superficie Vestibular

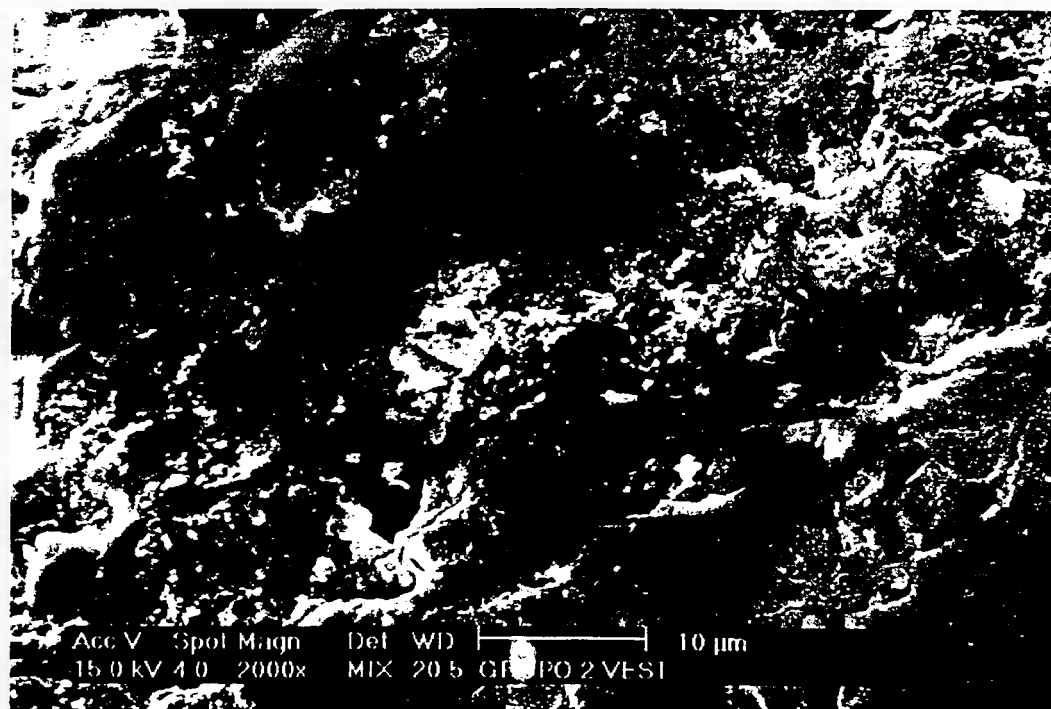


FIGURA 5.2h Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Vestibular

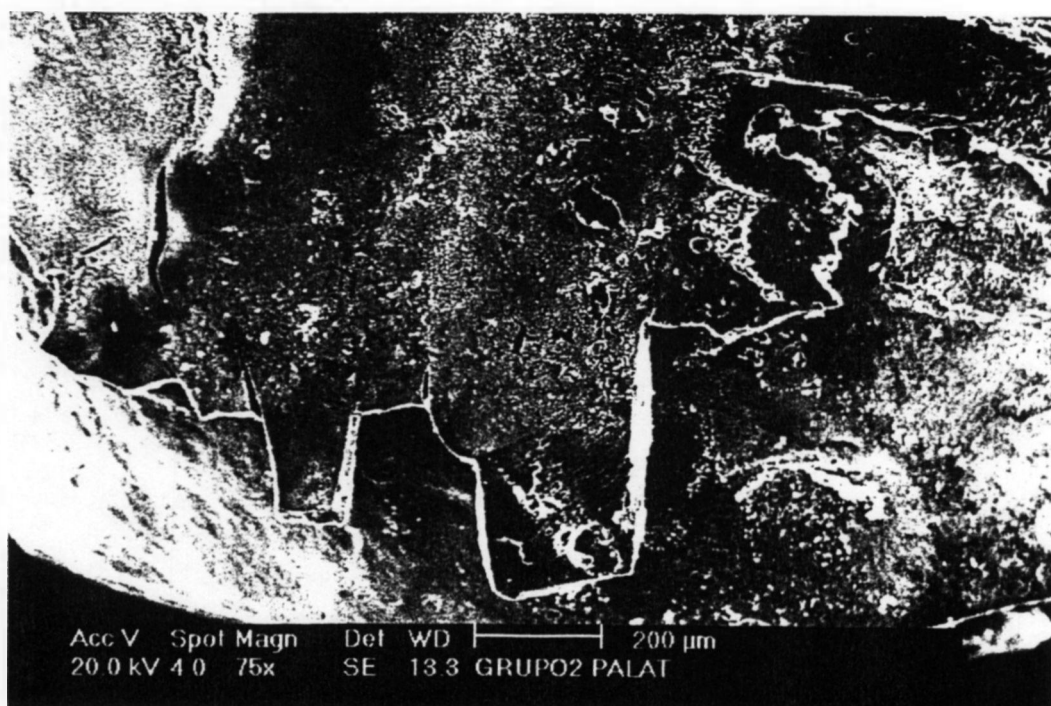


FIGURA 5.2i Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Palatina

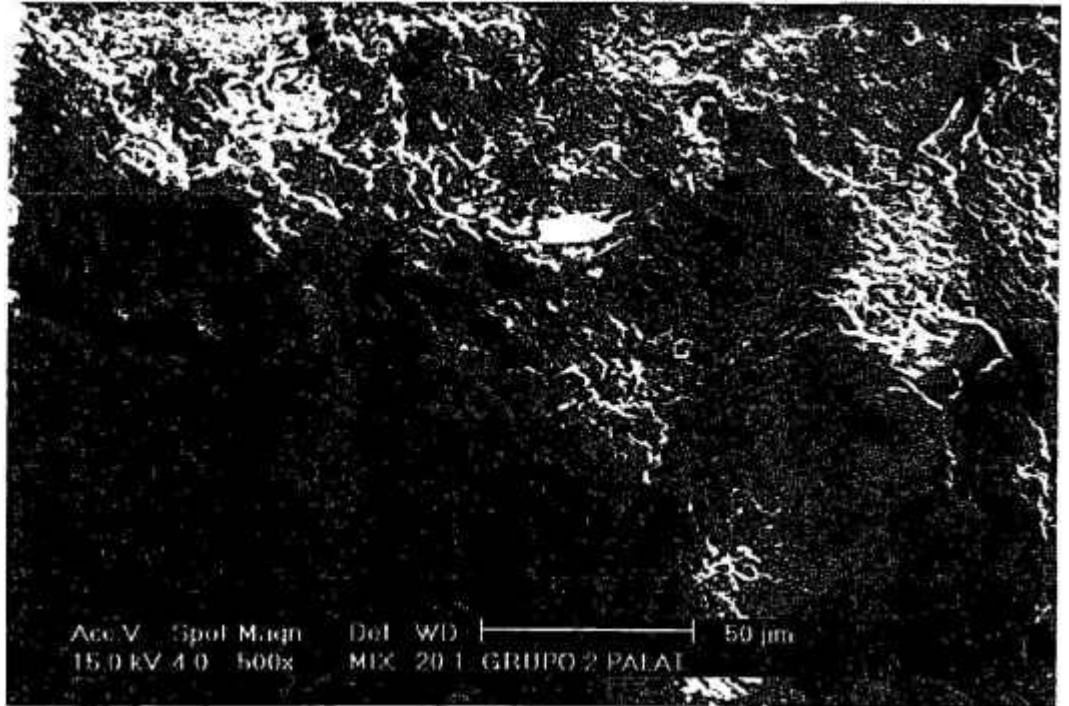


FIGURA 5.2j Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superficie Palatina

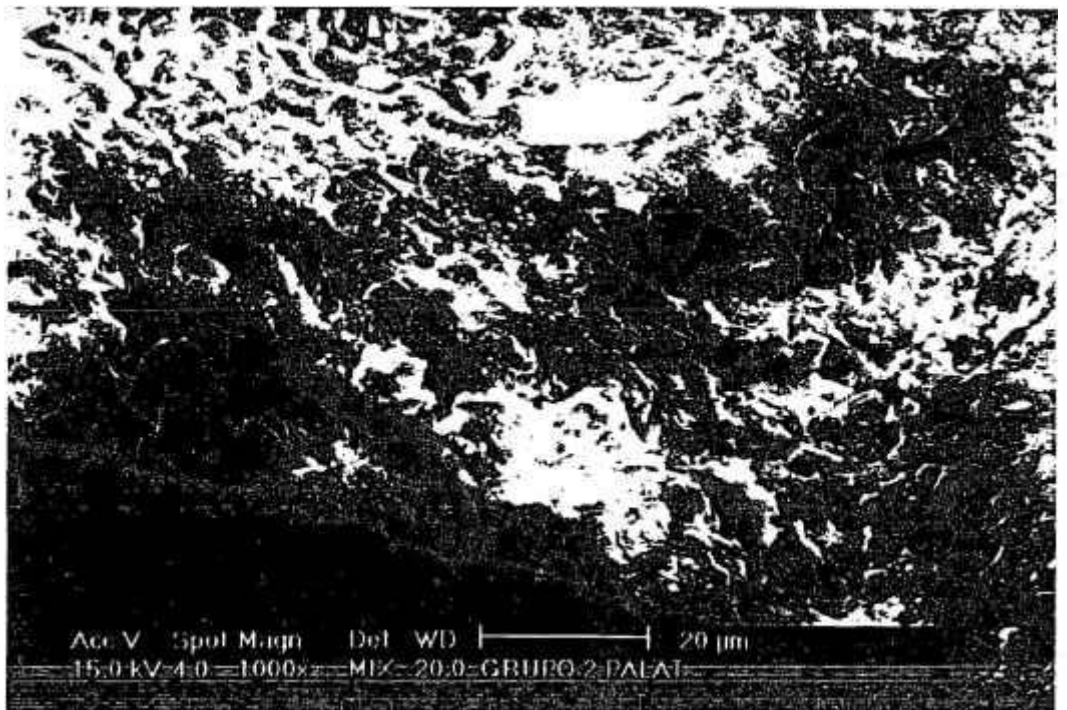


FIGURA 5.2k Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superficie Palatina

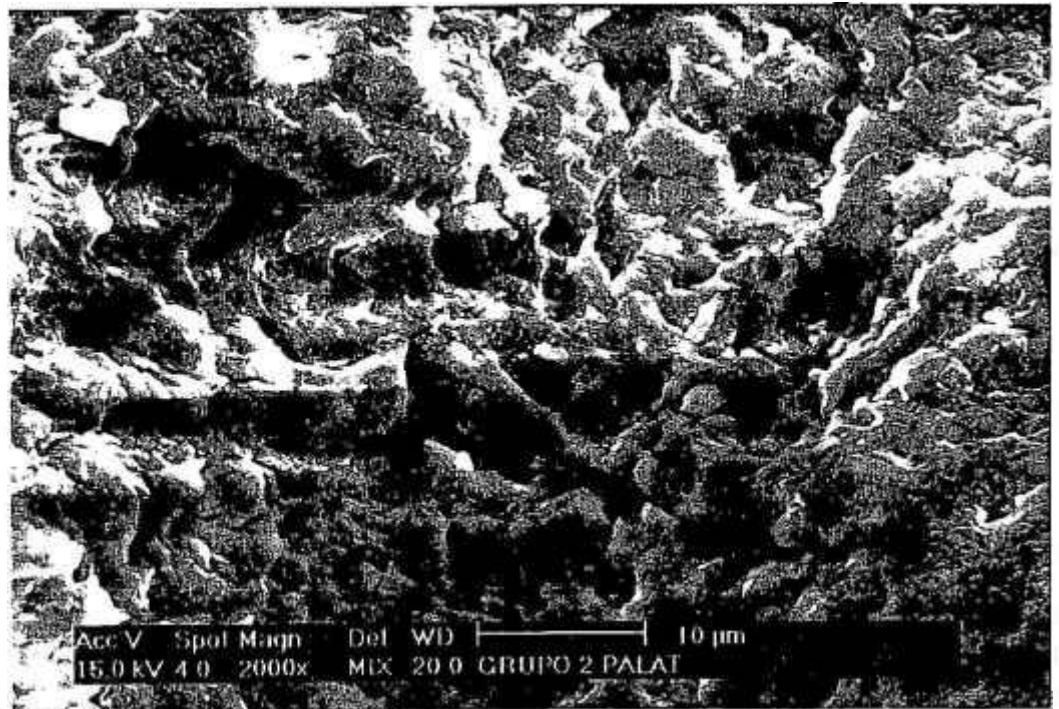


FIGURA 5.2I Eletronmicrografia do Grupo 2 (Zekrya+Nd:YAG)
Superfície Palatina

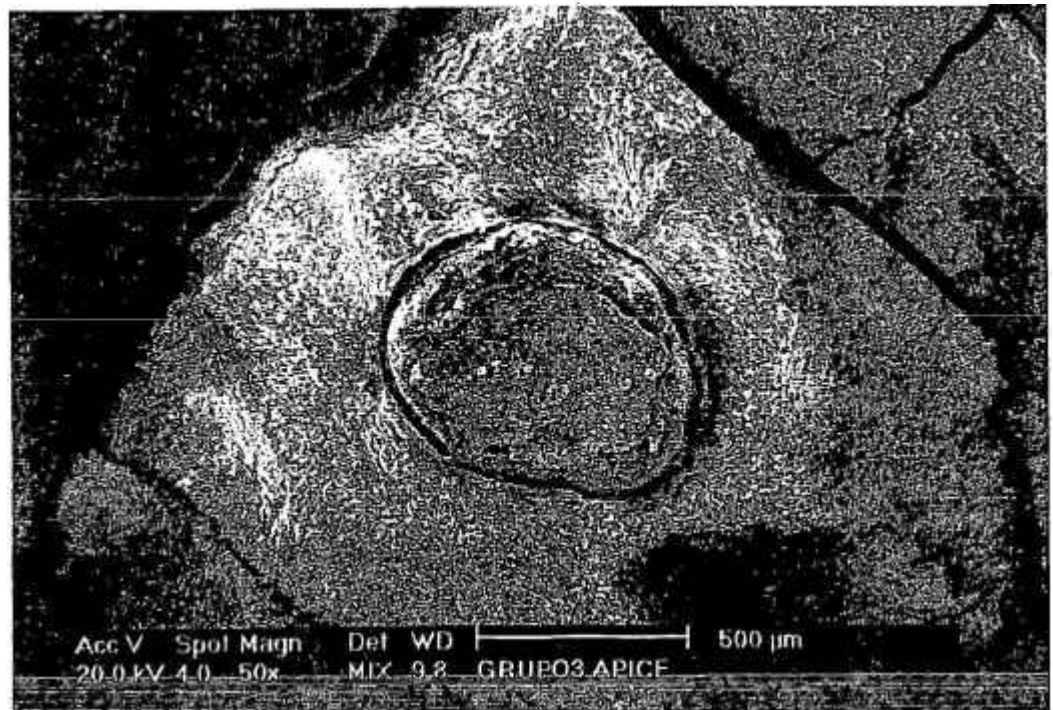


FIGURA 5.3a Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG)
Superfície Apical



FIGURA 5.3b Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG) Superficie Apical

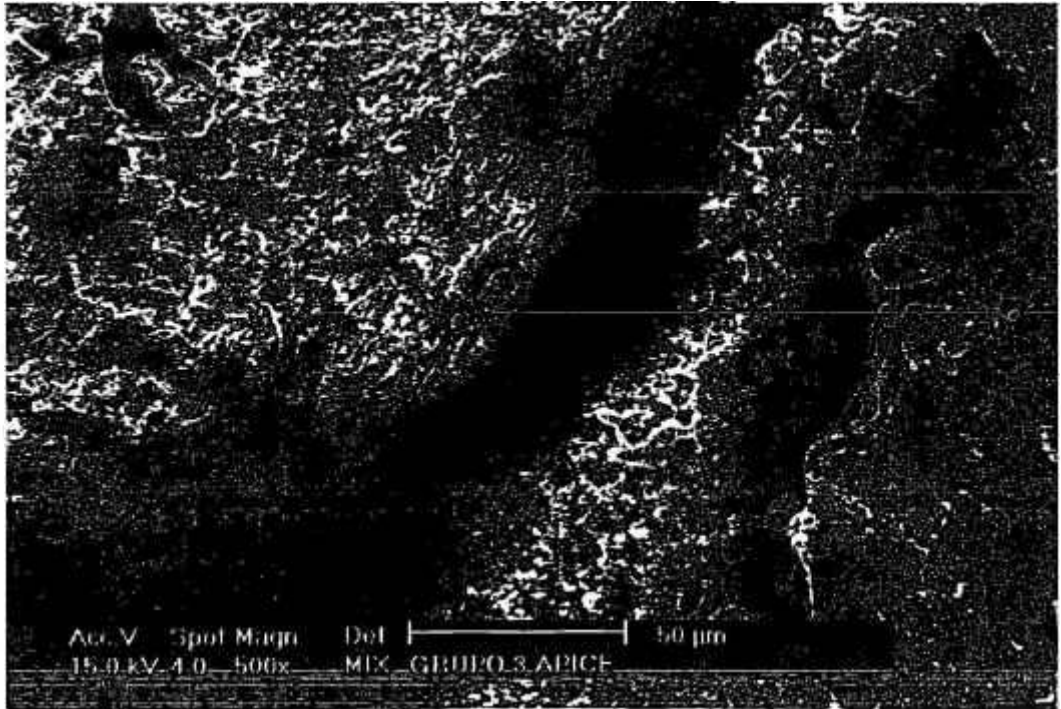


FIGURA 5.3c Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG) Superficie Apical

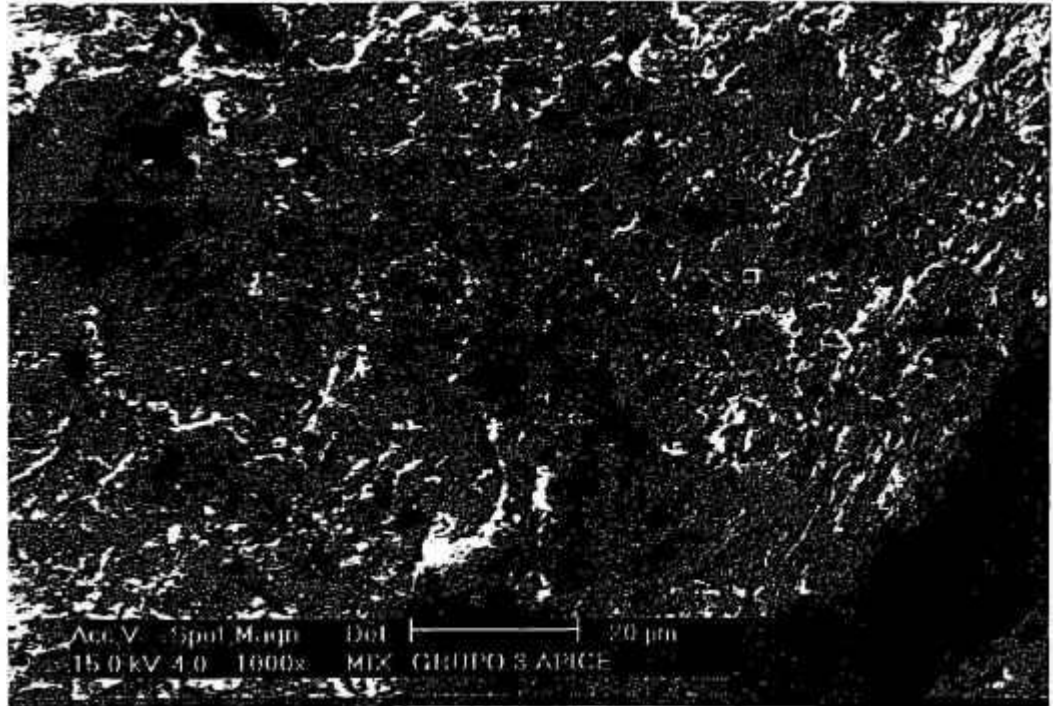


FIGURA 5.3d Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG)
Superfície Apical

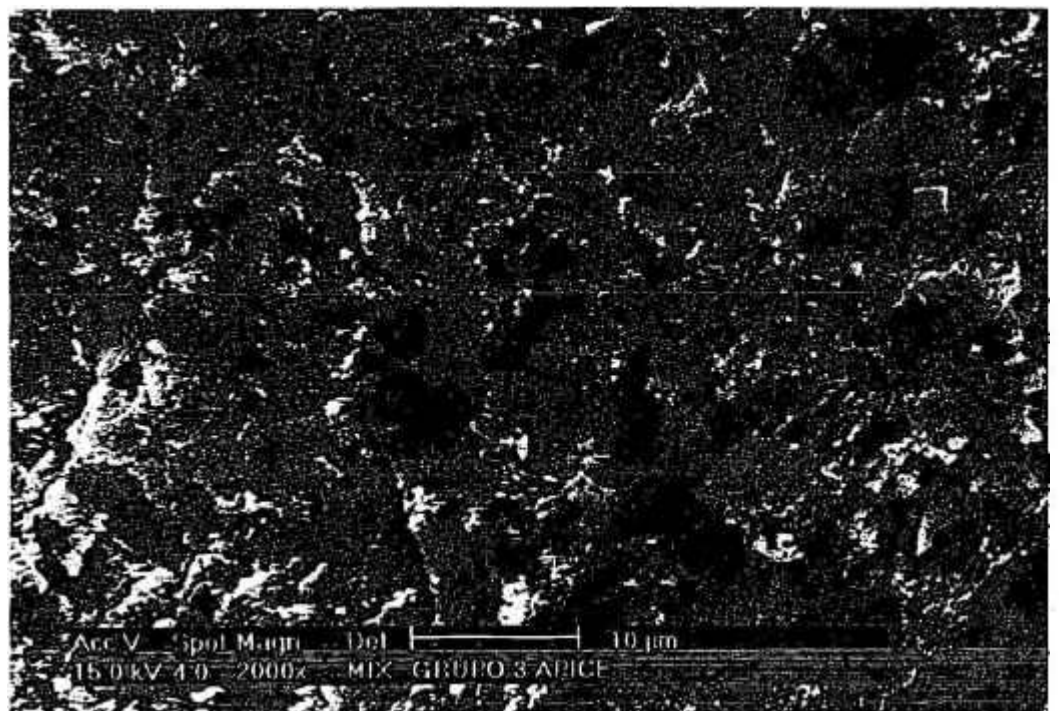


FIGURA 5.3e Eletronmicrografia do Grupo 3 (Er:YAG)
Superfície Apical

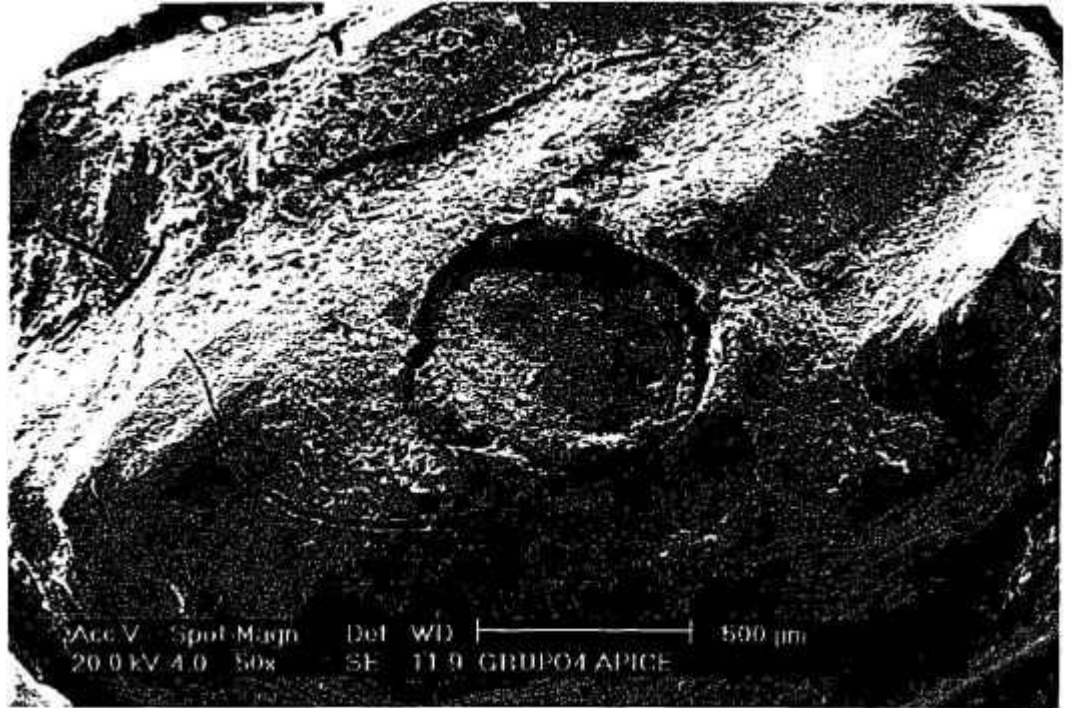


FIGURA 5.4a Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superficie Apical

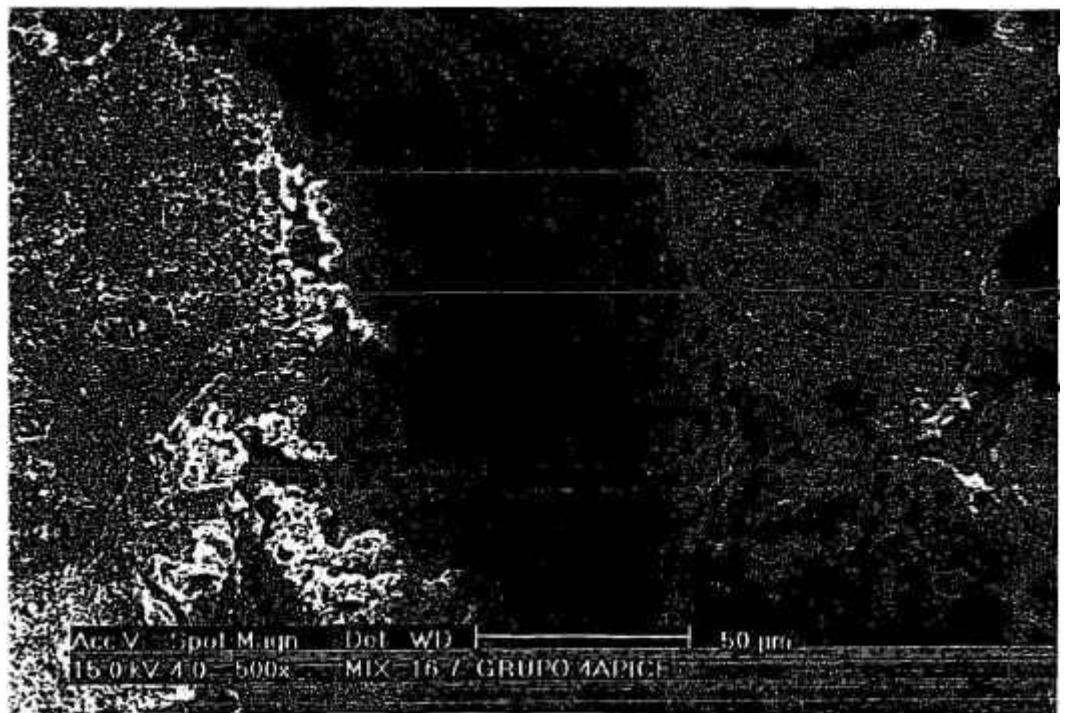


FIGURA 5.4b Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superficie Apical

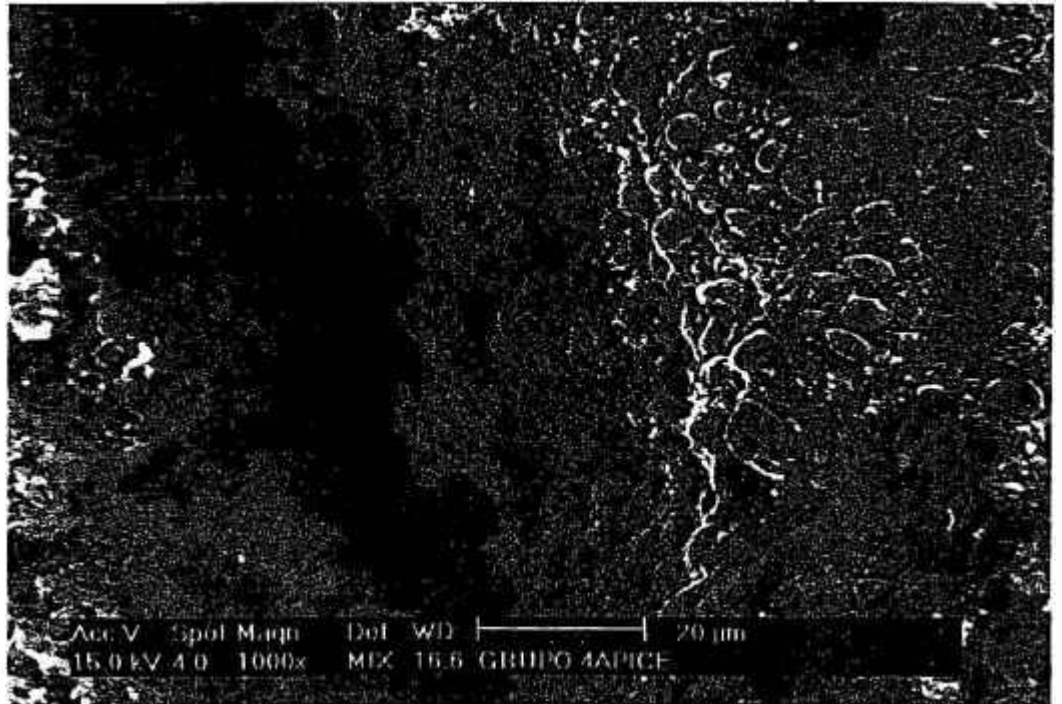


FIGURA 5.4c Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superficie Apical

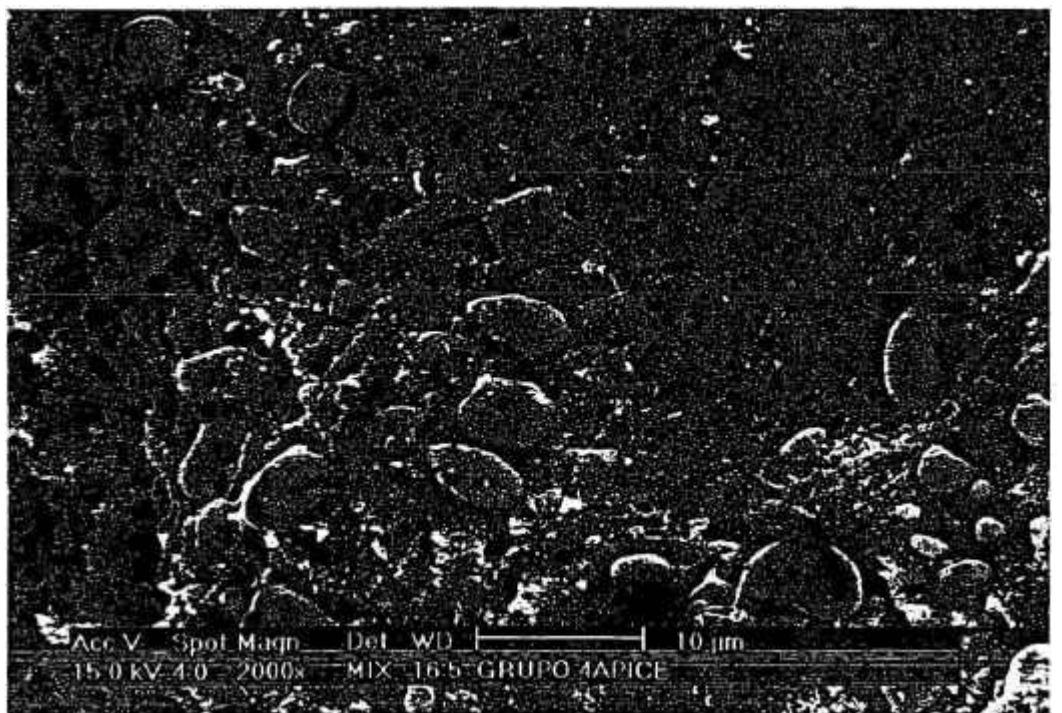


FIGURA 5.4d Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superficie Apical



FIGURA 5.4e Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superficie Vestibular

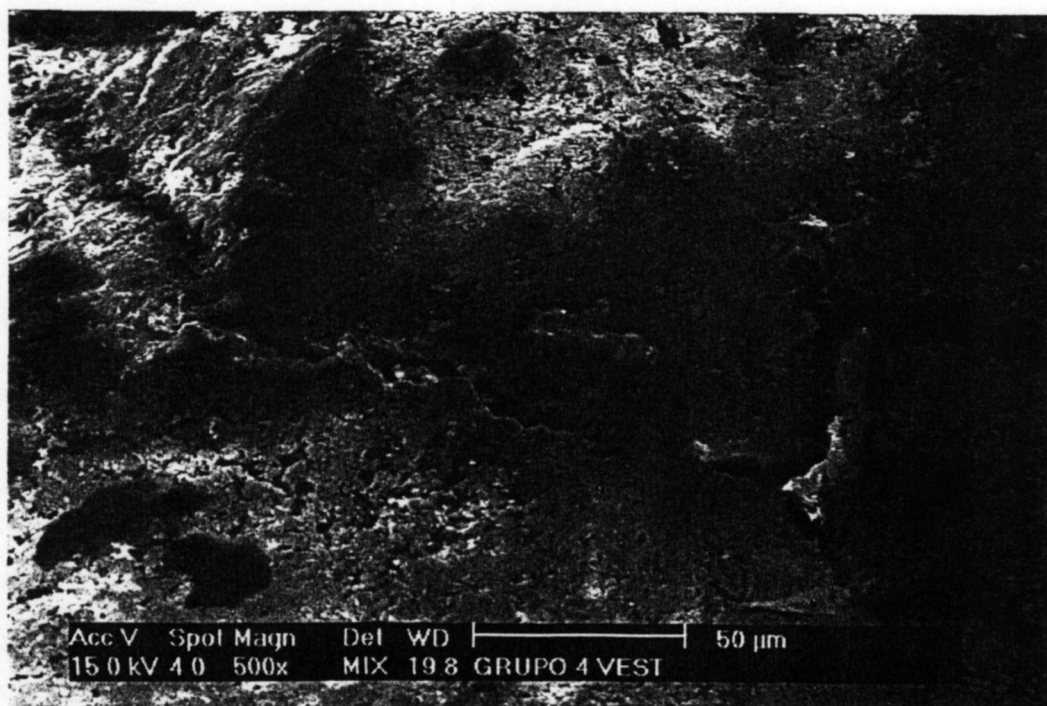


FIGURA 5.4f Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superficie Vestibular



FIGURA 5.4g Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Vestibular

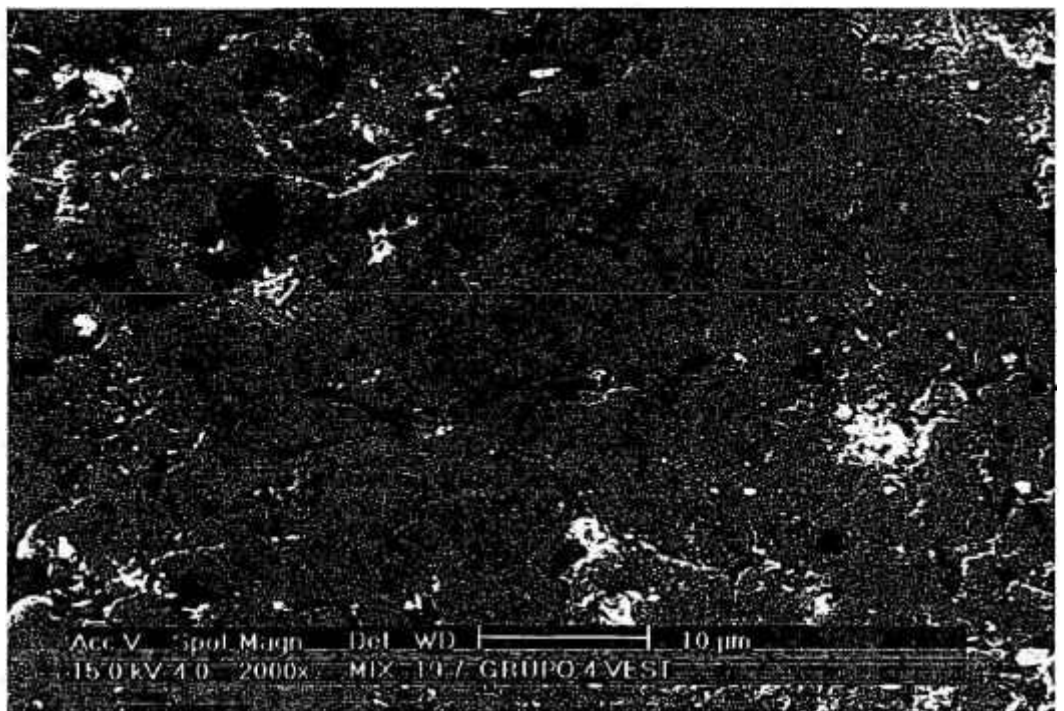


FIGURA 5.4h Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Vestibular

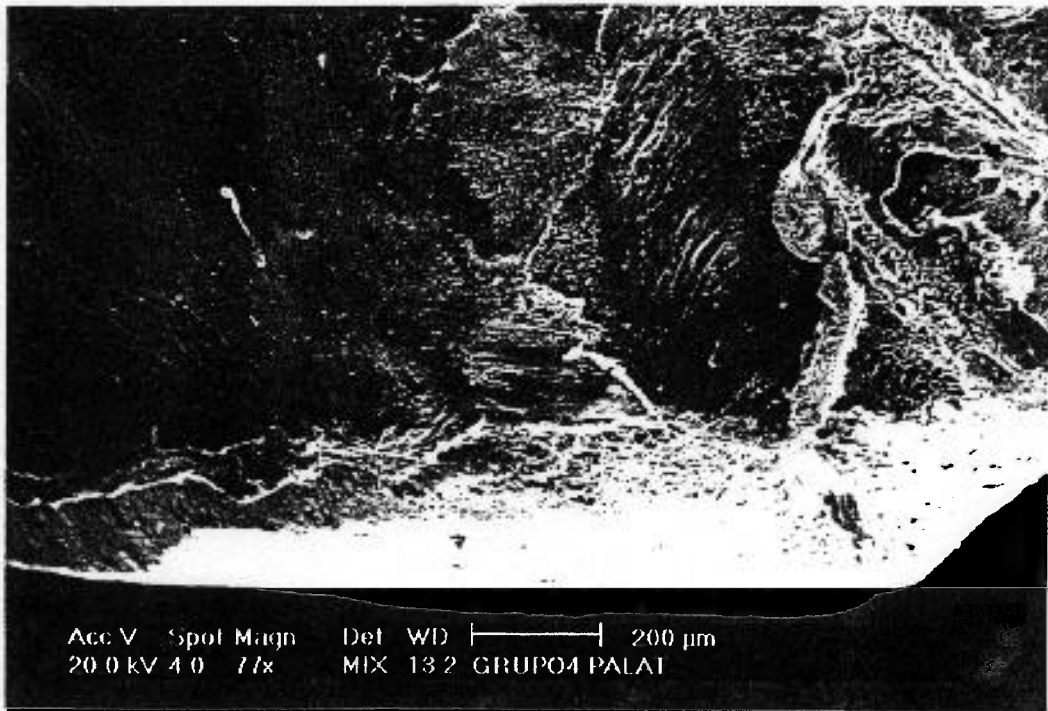


FIGURA 5.4i Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Palatina

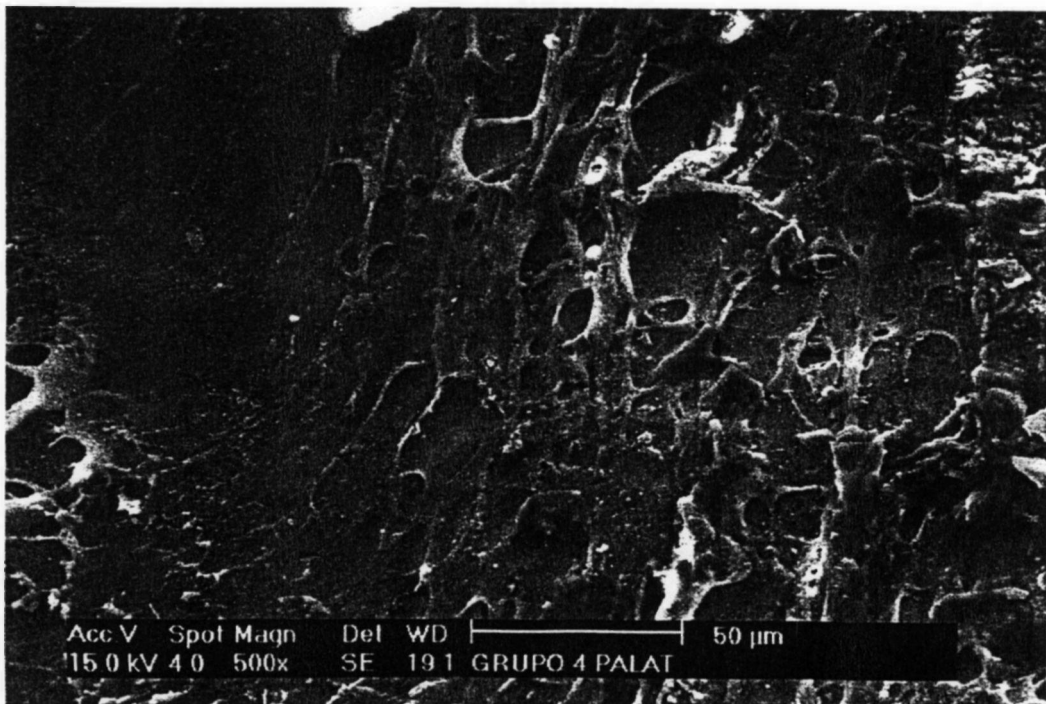


FIGURA 5.4j Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superfície Palatina

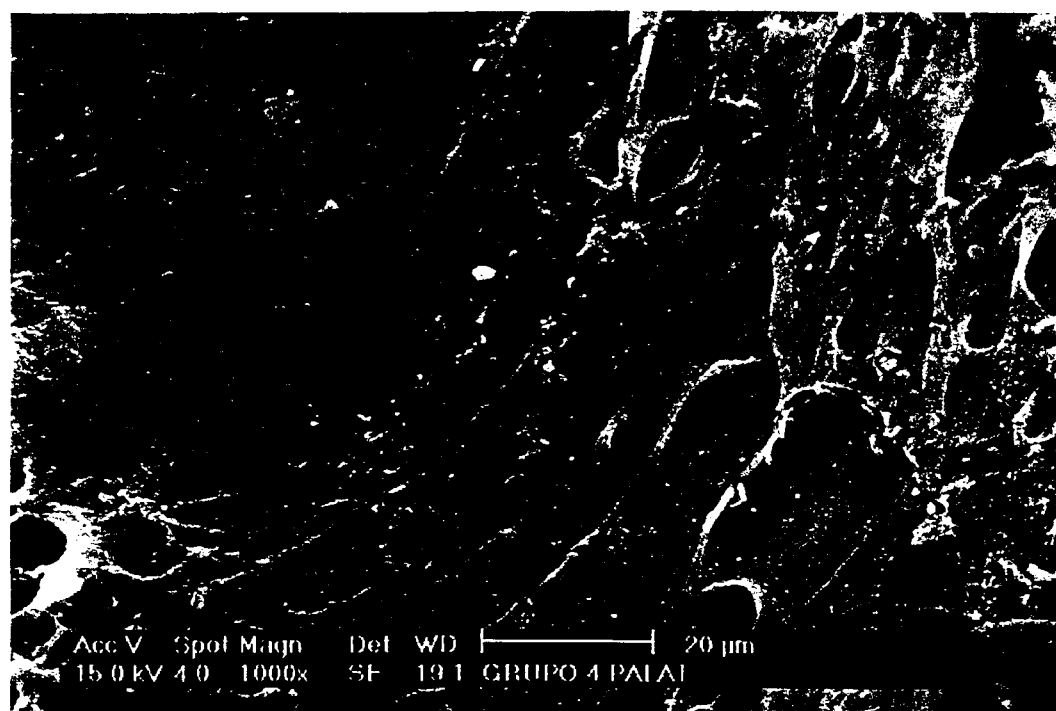


FIGURA 5.4k Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superficie Palatina

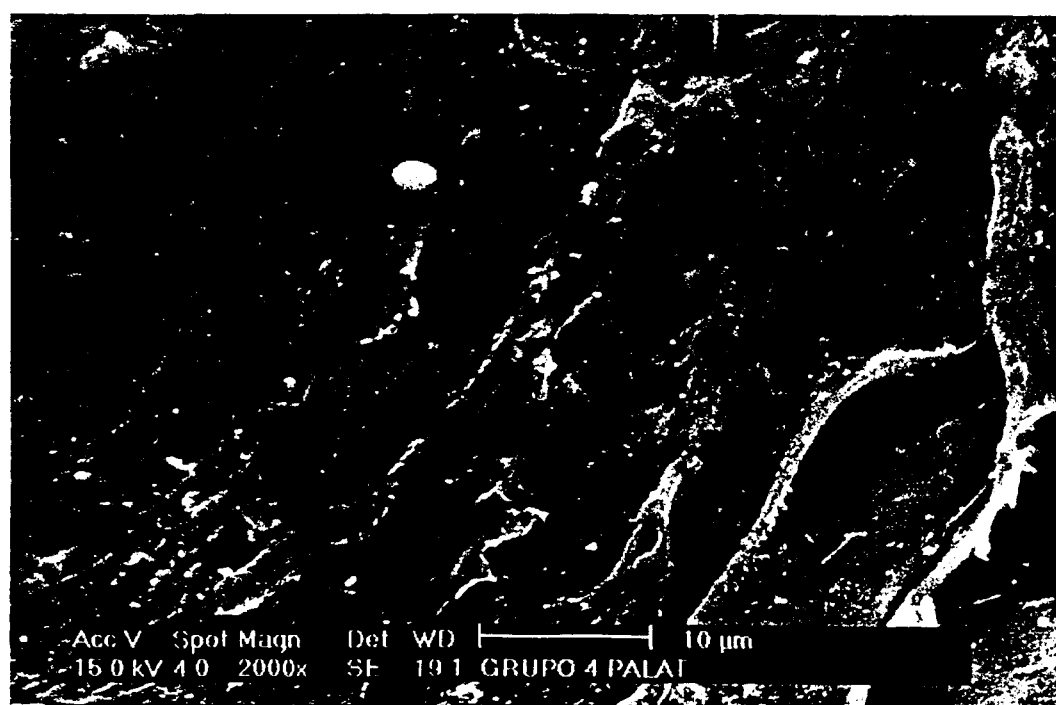


FIGURA 5.4l Eletronmicrografia do Grupo 4 (Er:YAG+Nd:YAG)
Superficie Palatina

6. DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

A evolução técnica e científica do tratamento endodôntico têm propiciado elevados índices de sucesso e conseqüentemente, reduzido a necessidade de complementação cirúrgica.

O bom êxito desta terapia está intimamente vinculado à execução criteriosa de todos os passos clínicos do preparo do canal radicular, que visa solucionar os processos patológicos periapicais, motivados entre outros fatores, pela contaminação da polpa dental (Kakehashi *et al.*, 1965)

No entanto, evidências clínicas têm demonstrado que mesmo os tratamentos endodônticos bem executados são passíveis de insucessos, e estariam diretamente relacionados a fatores de ordem microbiana intra ou extra-radicular e a fatores intrínsecos ou extrínsecos de origem não microbiana (Molven *et al.*, 1991).

Sem dúvida nenhuma, os casos mais comuns de falência do tratamento estão relacionados à manutenção da flora microbiana intraradicular, onde bactérias presentes nas áreas de istmos, ramificações, deltas apicais, irregularidades e túbulos dentinários, podem não sofrer a ação dos procedimentos de desinfecção durante o preparo do canal radicular, sendo necessário, portanto, a instituição de um novo tratamento endodôntico.

Porém, cumpre ressaltar as situações onde o retratamento não foi suficiente para que o sucesso clínico fosse atingido, persistindo as lesões periapicais refratárias aos tratamentos endodônticos convencionais, sendo necessário então, intervenção cirúrgica periapical (Tronstad *et al.*, 1987; Nair *et al.*, 1990; Tronstad *et al.*, 1990; Puriccelli, 1992).

Da mesma forma, somente através de procedimentos cirúrgicos poderiam ser eliminados os fatores não microbianos que atuam propiciando uma reação de corpo estranho de origem intrínseca ou extrínseca, como a grande quantidade de cristais de colesterol nas lesões císticas ou materiais de origem vegetal que porventura venham a atingir a região periapical (Siqueira Jr, 2001).

Ao analisarmos os fatores acima citados, podemos inferir, que apenas a curetagem apical, que já chegou a ser considerada como uma modalidade cirúrgica, na atualidade, é aceita apenas como um recurso que permeia os demais, não devendo ser instituída isoladamente quando a patologia estiver relacionada com o canal radicular (Sayago *et al.*, 1999), pode muitas vezes não ser suficiente para solucionar de forma definitiva uma alteração periapical. A execução, portanto, da apicectomia propiciaria um melhor prognóstico, pois deltas apicais e istmos contaminados, uma vez aí mantidos, poderiam promover a recidiva da lesão (Wada *et al.*, 1998; Bernabé *et al.*, 1998).

Além disto, o biofilme perirradicular, caracterizado por uma população microbiana aderida ao cimento e/ou a dentina na porção apical da raiz, externamente ao canal radicular, somente é passível de ser eliminado pela apicectomia (Siqueira Jr e Lopes, 1999).

Esta evolução, calcada no conhecimento microbiológico da etiopatogenia da doença pulpar e periapical, pode ser observada na literatura, onde Farrar *apud* Nicholls (1977), já citava razões pelas quais a apicectomia deveria ser instituída.

Weaver em 1947 acreditava que ao ser realizada a apicectomia, a cicatrização do cimento e ligamento periodontal não ocorreria sobre os túbulos

dentinários expostos, e Lecanda em 1968 e Grossman em 1973, afirmavam que sua realização poderia comprometer a estabilidade radicular além de deixar os túbulos dentinários expostos, os quais se transformariam em porta de entrada para bactérias, sendo que ao longo dos anos diversas situações foram descritas embasando este procedimento (Sommer *et al.*, 1975; Gutmann e Harrison, 1985; Leal e Bampa, 1998; Wada *et al.*, 1998).

Neste estudo, realizou-se o preparo químico cirúrgico seguido da obturação do canal radicular previamente a apicectomia, fato que retrata a situação clínica na qual se julga correto indicar primeiramente, toda forma de terapia conservadora previamente ao tratamento cirúrgico.

Na tentativa de mais se aproximar à realidade clínica, optou-se em ultrapassar o cone mestre da obturação pelo forame apical, obtendo-se assim uma melhor adaptação deste às paredes do canal radicular, conduta esta, já adotada por Lage-Marques em 1997.

Visando envolver deltas apicais e evidenciar istmos durante a apicectomia, Weller *et al.* (1995) e Hsu *et al.* (1997) demonstraram que o seccionamento de 3 a 4mm da porção apical, poderiam atingir estes objetivos.

Por outro lado, Quevedo *et al.* (1997) constataram que secções a 3mm do ápice expõe uma grande quantidade de túbulos dentinários com diâmetro maior do que as executadas a 1mm, apresentando, porém, menor densidade de túbulos expostos do que as realizadas a 6mm.

Outro aspecto que deve ser avaliado clinicamente, diz respeito à redução do número e diâmetro dos túbulos dentinários em função da idade do paciente, bem como a esclerose dos mesmos, portanto pacientes idosos

apresentam menor índice de infiltração do que pacientes jovens (Ichesco *et al.*, 1991).

Com relação a esta problemática, Gutmann já em 1987, ressaltou com muita propriedade, que a extensão da apicectomia deveria ser tal que permitisse atingir os objetivos que levaram à sua instituição, e a quantidade de estrutura dentinária a ser removida para eliminar a causa da doença, não deveria comprometer o dente em questão.

Em nosso experimento optamos pela ressecção a 2mm do ápice anatômico da raiz por acharmos que esta medida viabilizaria um melhor corte desta estrutura além de estamos expondo uma menor quantidade de túbulos dentinários, somado ao fato de que ao irradiarmos esta região com o laser de Nd:YAG, segundo Lage-Marques, 1997, há uma significativa redução da permeabilidade marginal entre o material obturador/parede dentinária, além de alterar a morfologia do ápice radicular através de sua fusão e ressolidificação (Figuras 5.2a, 5.2b, 5.2c, 5.2d e 5.4a, 5.4b, 5.4c, 5.4d).

Além disto, nas proximidades da junção cimento-dentinária encontramos uma quantidade bastante reduzida de túbulos dentinários além dos mesmos apresentarem pequeno diâmetro (Tidmarsh e Arrowsmith, 1989; Moura e Laguna, 1992).

A inclinação do corte também representa fator de grande influência na infiltração apical, pois quanto mais acentuado este ângulo, maior a exposição de túbulos, principalmente na face vestibular o que poderia ser minimizado pela maior profundidade da obturação retrógrada. Assim, quanto menor for o ângulo de corte, menor será a infiltração superficial, limitando o meio de comunicação entre o sistema de canais e a região periapical (Carrigan *et al.*, 1984; Beatty,

1986; Vertucci e Beatty, 1986; Tidmarsh e Arrowsmith, 1989; Gilheany *et al.*, 1994).

Somado a este fato, grandes inclinações podem comprometer a identificação da anatomia diversificada do sistema de canais radiculares e conseqüentemente impedir que estes sejam preparados e obturados (Carr, 1994).

Neste particular, somos concordes com os estudos de Gilheany *et al.*, 1994, no qual realizamos a ressecção apical a 2mm num plano perpendicular ao longo eixo do dente, minimizando a problemática supra citada.

É importante, a esta altura, ressaltar que a superfície dentinária ressectada deve-se apresentar o quanto possível liso e sem irregularidades, favorecendo destarte a reparação. Assim, Gilheany *et al.*, 1994; Bernabé *et al.*, 1998; Weston *et al.*, 1999 sugeriram que novas técnicas bem como pontas montadas especiais deveriam ser utilizadas, proporcionando superfícies limpas, com menor quantidade de camada residual de magma, polidas, lisas, regulares e sem depressões, vedando os túbulos dentinários, favorecendo sobremaneira a deposição de cimento apical.

Neste particular, avaliando 12 tipos de brocas para a ressecção apical, em alta e baixa rotação, Weston *et al.* em 1999 puderam observar que a superfície de corte mostrava a mesma característica da broca empregada, e que independentemente do tipo de broca utilizada, a distorção da guta-percha e a produção de resíduos e fragmentos somente ocorreu quando a peça de mão foi movimentada na direção reversa em relação à rotação da broca.

Já Morais e Bernardineli em 2001, verificaram por meio da MEV em raízes apicectomizadas com diferentes tipos de brocas, também

perpendicularmente ao longo eixo da raiz, que a broca Zekrya foi a que proporcionou superfícies mais regulares e lisas frente às demais.

Amparados no exposto, quando do uso de brocas, Grupos G1 e G2, optou-se neste experimento pelo uso da Zekrya para a apicectomia, sempre com a peça de mão movimentada em relação à direção da rotação da broca.

Mesmo com esse cuidado, pode-se verificar nas eletronicografias um ligeiro deslocamento da guta-percha, fazendo com que houvesse, pela ação mecânica da broca nesta superfície, um brunimento desta contra as paredes do canal, além de se verificar a presença de sulcos na superfície dentinária ressectada (Figuras 5.1a, 5.1b, 5.1c, 5.1d e 5.1e).

Os resultados de inúmeras pesquisas vêm demonstrando a capacidade dos lasers, com comprimentos de onda específicos, interagirem com os tecidos duros por meio do processo de ablação (Oliveira, 2001).

Este é o comportamento do Er:YAG laser, que é altamente absorvido pelos componentes do esmalte e dentina. A partir da absorção do laser pela água desses tecidos, têm-se altas pressões geradas pelo seu rápido aquecimento, resultando em microexplosões que possibilitam a remoção do tecido mineralizado (Hibst e Keller, 1989; Seka *et al.*, 1996).

Em nosso experimento, para a apicectomia com o laser de Er:YAG, os parâmetros utilizados foram 1,8W de potência média, 450mJ de energia à uma frequência de 4Hz, sobre refrigeração constante.

As Figuras 5.3a, 5.3b, 5.3c, 5.3d e 5.3e mostram a ressecção apical realizada com o laser de Er:YAG cuja superfície dentinária apresenta alterações morfológicas dentinárias, mostrando superfície rugosa, com crateras, compatíveis com o aspecto de dentina ablacionada, além da presença

de bolhas na guta-percha com adaptação irregular deste material obturador, mostrando solução de continuidade na interface deste com as paredes do canal, provavelmente devido ao efeito térmico da irradiação, achados estes semelhantes aos de Paghdíwala em 1993.

Neste ponto cumpre-se ressaltar a importância da apicectomia em situações onde o tratamento endodôntico não pode apresentar resultados de uma nítida reparação, mesmo tendo sido esgotados todos recursos da moderna endodontia.

Após a ressecção de parte da porção radicular apical e limpeza da mesma, a grande maioria dos autores resalta a necessidade de um retropreparo apical seguido de obturação da cavidade, com o objetivo de se promover um melhor selamento apical devido à presença de solução de continuidade entre a porção final da obturação do canal radicular e a parede dentinária, bem como, uma presença maior de túbulos dentinários abertos, devido à altura do corte efetuado (Lucks, 1956; Sommer *et al.*, 1975; Storms, 1978, Arens *et al.*, 1981; Flath e Hicks, 1987; Cummings *et al.*, 1989; Gutmann e Harrison, 1991; Goldberg *et al.*, 1991; Sultan e Pitt Ford, 1995).

Por outro lado, o possível deslocamento da guta-percha, em função da apicectomia, poderia criar espaços na interface parede do canal/material obturador, propiciando condições para que bactérias ainda presentes no canal recebessem substrato da região periapical, mantendo assim a patologia periapical (Cummings *et al.*, 1989; Gutmann e Harrison, 1991; Carr, 1994). Porém Harrison e Todd, já em 1980, observaram que obturações endodônticas bem condensadas com guta-percha e cimento, não apresentavam infiltrações após a apicectomia.

Visando o aprimoramento do retropreparo, Carr em 1992 idealizou pontas ultra-sônicas para sua execução em substituição as brocas até então utilizadas para esta finalidade.

Para tal, após um levantamento bibliográfico exaustivo, Sayago (2001) concluiu que os retropreparos apicais ultra-sônicos apresentam-se significativamente melhores do que os preparos efetuados com brocas. Saliou também que as pontas ultra-sônicas de retropreparo com maior angulação apresentam maior poder de corte, sendo que as pontas lisas produzem cavidades mais conservadoras, com menor quantidade de camada residual de magma, demandando, porém, maior tempo para sua execução.

Devido aos fatos supracitados e controvérsias sobre a realização ou não do retropreparo após a apicectomia, em função da grande angulação de corte associada a pouca profundidade conseguida pelos preparos com brocas além da fonte de irritação presente no canal radicular, optamos neste estudo, após a apicectomia realizada a 2mm do vértice anatômico do dente, a irradiação da porção apical e dos 3mm apicais do remanescente ressectado, com o laser de Nd:YAG com potência média de 2,0W, energia de 100mJ e frequência de 20Hz que produziu a fusão e ressolidificação da superfície dentinária, característica esta que acarreta significativamente o decréscimo da permeabilidade dentinária (Komori *et al.*, 1997a; Stabholz *et al.*, 1992a; Stabholz *et al.*, 1992b; Lage-Marques *et al.*, 1995(a); Lage-Marques *et al.*, 1995(b); Miserendino *et al.*, 1995; Lage-Marques, 1997; L'Astorina *et al.*, 1999; Oliveira, 2001).

De fato, as Figuras 5.2e, 5.2f, 5.2g, 5.2h e 5.4e, 5.4f, 5.4g, 5.4h, mostram o efeito da irradiação do laser de Nd:YAG nas superfícies vestibulares

e as Figuras 5.2i, 5.2j, 5.2k, 5.2l e 5.4i, 5.4j, 5.4k, 5.4l nas superfícies palatinas, podendo-se visualizar áreas de maior ou menor fusão e ressolidificação do tecido cementário, além de apresentarem aspecto vitrificado.

A irradiação laser tem caráter dual e características de uma onda onde os fenômenos de reflexão, refração, interferência, difração e polarização podem ser explicados pela teoria ondulatória e os de emissão e absorção pela teoria corpuscular.

Assim, todas as ondas, como o laser, sofrem reflexão ao encontrar um obstáculo, com um ângulo igual ao de incidência, sendo que em superfícies não metálicas como vidro, água, safira, estas a refletem em torno de 5%, sendo que na camada de prata contida em um espelho, a reflexão é superior a 90%.

Sobre este aspecto, nota-se que o efeito da irradiação do laser de Nd:YAG, quando aplicado indiretamente na superfície palatina da raiz, através do emprego de espelho de safira, mostrou-se menos eficiente de quando aplicado diretamente por contato nas outras superfícies radiculares (Figura 5.2i, 5.2j, 5.2k, 5.2l e 5.4i, 5.4j, 5.4k, 5.4l), fato este que não descarta o seu procedimento, já que clinicamente, a irradiação direta da superfície palatina, é praticamente impossível.

Qualitativamente, através da análise das eletronicografias, pode-se verificar que quando a ressecção apical era realizada com o laser de Er:YAG, havia maior solução de continuidade entre a obturação e a parede do canal, quando comparado com o uso da broca Zekrya, havendo ainda uma maior alteração morfológica da guta-percha (Figuras 5.1b e 5.3b).

Tal fato se deve provavelmente a ação mecânica que, ao cortar a dentina no mesmo sentido de rotação da broca, faz com que haja uma ligeira

plastificação da guta-percha, com um certo brunimento desta contra as paredes do canal.

Nesta altura, convém salientar que não se ignora o fato de que observações *in vitro* não traduzem fielmente a prática clínica. Contudo quando se estuda a alteração morfológica do canal radicular, ou mesmo da superfície dentinária e cementária em dentes humanos, Moura *et al.* (1978) verificaram que os métodos de estudo *in vivo* e *in vitro* se equivaleriam.

Isto posto, fica aberto para especulações posteriores o estudo da irradiação pelo laser de Nd:YAG, na face palatina de raízes apicectomizadas, para que se obtenha os mesmos resultados quando da aplicação direta dessa irradiação.

7. CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

Pela análise das eletronicografias dos diferentes grupos dentais, é lícito concluir que:

1. O corte da porção apical com a broca Zekrya mostrou uma superfície irregular, com a presença de ranhuras na dentina ressectada, com pequeno deslocamento e plastificação da guta-percha e seu brunimento contra as paredes do canal.
2. A apicectomia realizada com o laser de Er:YAG provocou alterações morfológicas na superfície dentinária, mostrando-se rugosas, com a presença de crateras, compatíveis com o aspecto de dentina ablacionada e, apesar de mostrar a guta-percha plastificada, com a presença de bolhas, houve uma adaptação irregular nas paredes do canal radicular.
3. A irradiação direta, do laser de Nd:YAG, das superfícies vestibulares, das raízes ressectadas, provocou áreas de ressolidificação e fusão do tecido cementário, com aspecto vitrificado.
4. A irradiação indireta, pela reflexão do feixe do laser de Nd:YAG, através do emprego de espelho de safira, nas superfícies palatinas, das raízes ressectadas, provocou menor ação no tecido cementário, com áreas de ressolidificação e fusão desuniforme.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ABOU-RASS, M.; BOGEN, G. Microorganisms in closed periapical lesions. *Int Endod J*, v.31, p.39-47, 1998.

ARENS, D.E.; ADANS, W.R.; DeCASTRO, R.A. *Endodontic surgery*. Philadelphia: Harper & Row, p.109-141, 1981. 238p.

ARENS, D.E.; LEVY, G.C.; RIZOIU, I.M. A comparison of dentin permeability after bur and laser apicoectomies. *Compend Contin Educ Dent*, v. 14, n. 10, p. 1290-1298, oct. 1993.

ARENS, D.E. *Practical lessons in endodontic surgery*. Chicago: Quintessence, 1998. 224p.

ARMENGOL, V.; JEAN, A.; MARION, D. Temperature rise during Er:YAG and Nd:YAP laser ablation of dentin. *J Endod*, v.26, n.3, p.138-141, March 2000.

AUN, C.E.; LAGE-MARQUES, J.L.; GAVINI, G.; CLASEN, N.F.; MATSUMOTO, K. Morphological analysis of the retrofilled apical dentin surfaces irradiated with CO₂ laser. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOMEDICAL OPTICS – LASERS IN DENTISTRY, III*, San Jose, SPIE, v. 3248, p. 223-229, 1998.

BERNABÉ, P.F.E.; HOLLAND, R.; KRÖLING, A.E.; ZARDO, M.; DEZAN Jr., E.; SOUZA, V.; NERY, M.J.; OTOBONI FILHO, J.A. Influência do smear layer sobre a superfície dentinária exposta após a realização da apicectomia: removê-lo ou não? *RBO*, v.56, n.3, p.120-125, maio/junho 1998.

BEATTY, R. The effect of reverse filling preparation design on apical leakage. *J Dent Res*, v.65, s.i., p.259, 1986.

*De acordo com NBR-6023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1989. Abreviaturas de periódicos segundo *Index Dental Literature*.

BEVILACQUA, S. Tratamento das periapicopatias. In: FIGUEIRAS, J.; BEVILACQUA, S.; MELLO, C.F. **Endodontia clínica**. Rio de Janeiro: Científica, 1962. p.321-327.

BRAMANTE, C.M.; BERBERT, A. **Cirurgia paraendodôntica**. São Paulo. Santos, 2000. p.61-68, 131p.

CAMARGO, S.C.C.; GAVINI, G.; EDUARDO, C.P.; AUN, C.E.; COIL, J.M. In vitro evaluation of Er:YAG laser irradiation in apicoectomy and retrofilling cavity preparation compared to two different techniques. **Coil Spie proceedings series**, v. 3248, p. 196-205, jan. 1998.

CAMARGO, S.C.C.; GAVINI, G.; EDUARDO, C.P.; AUN, C.E.; COIL, J.M. Avaliação por microscopia eletrônica de varredura da irradiação do laser de Er:YAG em apicectomias. **Rev odontol UNICID**, v.11, n. 1, p. 7-13, jan./jun. 1999(a).

CAMARGO, S.C.C.; GAVINI, G.; EDUARDO, C.P.; AUN, C.E.; RIBEIRO, L.W.; COIL, J.M. Association of Er:YAG and Nd:YAG irradiation for apicoectomy and retrofilling cavity preparation compared to conventional technique: a permeability study. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOMEDICAL OPTICS – LASERS IN DENTISTRY, V**, San Jose, v. 3593, p. 2-6, jan. 1999(b).

CARR, G.B. Microscopes in endodontics. **Cal Dent Assoc J**, v.20, n.11, p.55-61, nov. 1992.

CARR, G.B. Cirurgia em endodontia. In: COHEN, S.; BURNS, R.C. **Caminhos da Polpa**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1994. p.533-569.

CARRIGAN, P.J.; MORSE, D.R.; FURST, M.L.; SINAI, I.H. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. **J Endod**, v.10, n.8, p.359-363, Aug. 1984.

CRAIG, K.R.; HARRISON, J.W. Wound healing following demineralization of

resected root ends in periradicular surgery. *J Endod*, v.19, n.7, p.339-347, Jul. 1993.

CUMMINGS, R.R.; INGLE, J.I.; FRANK, A.L.; GLIDE, D.H.; ANTRIM, D.D. Cirurgia Endodôntica. In: INGLE, J.I.; TAINTOR, J.F. *Endodontia*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, p.523-598, 1989. 737p.

DINIZ, J.G.; GREGORI, C. Indicações e contra-indicações das cirurgias periapicais: estudo crítico. *Rev Assoc Paul Cirug Dent*, v.28, n.2, p.88-94, mar./abr. 1974.

EL-SWIAH, J.M.; WALKER, R.T. Reasons for apicectomies. A retrospective study. *Endod Dent Traumatol*, v.12, p.185-191, 1996.

ERIKSSON, A R.; ALBREKTSSON, T. Temperature threshold levels for heat induced bone tissue injury: a vital study in the rabbit. *Journal Prosthet dent*, v. 50, pp. 101-7, 1983.

FLATH, R.K.; HICKS, M.L. Retrograde instrumentation and obturation with new devices. *J Endod*, v.13, n.11, p.546-549, Nov. 1987.

FRANK, A.L.; SIMON, J.H.S.; ABOU-RASS, M.; GLICK, D.H. *Clinical and Surgical Endodontics: Concepts in Practice*. Philadelphia: Lippincott, p.85-125, 1983. 229p.

FRIEDMAN, S.; ROTSTEIN, I.; MAHAMID, A. *In vivo* efficacy of various retrofills and of CO₂ laser in apical surgery. *Endod Dent Traumatol*, v. 7, n. 1, p. 19-25, feb. 1991.

GAGLIANI, M.; TASCHIERI, S.; MOLINARI, R. Ultrasonic root-end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. *J Endod*, v.24, n.11, p.726-730, Nov. 1998.

GILHEANY, P.A.; FIGDOR, D.; TYAS, M.J. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *J Endod*, v.20, n.1, p.22-26, Jan. 1994.

GOLDBERG, F.; TORRES, M.D.; BOTTERO, C.; ALVAREZ, A.F. Uso de la gutapercha termoplastizada como material para la obturación retrograda. *Rev Asoc Odontol Argent*, v.79, n.3, p.142-146, Julio/Septiembre 1991.

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*. 2001. Tese (Doutorado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOUW-SOARES, S.C.; LAGE-MARQUES, J.L.; EDUARDO, C.P. Apicoectomy by Er:YAG laser: permeability and morphological study of dentine cut surface. *In: INTERNATIONAL LASER CONGRESS "LASERS AT DAWN OF THE THIRD MILLENNIUM"* Athens, Greece, p. 365-370, Sept. 1996.

GOUW-SOARES, S.C.; TANJI, E.; MATSON, E.; LAGE-MARQUES, J.L.; EDUARDO, C.P. Apicoectomy with Er:YAG and Nd:YAG lasers. SEM and permeability study of dentine cut surface. *In: INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR DENTAL RESEARCH – Division [B#-116], J Dent Res*, v. 78, n. 5, p. 1008, 1999.

GOUW-SOARES, S.C.; TANJI, E.; HAYPEK, P.; CARDOSO, W.; EDUARDO, C.P. The use of Er:YAG, Nd:YAG and Ga-Al-As lasers in periapical surgery: A 3-Year clinical study. *J Clin Laser Med Surg*, v.19, n.4, p. 193-198, 2001.

GROSSMAN, I.L. *Práctica Endodóntica*. 7.ed. Buenos Aires: Mundi, p.318-345, 1973. 407p.

GUTMANN, J.L. Princípios da cirurgia endodôntica para o clínico geral. In: TAYLOR, G.N. **Endodontia: Clínicas Odontológicas da América do Norte**. São Paulo: Roca, p.273-286, 1987. 360p.

GUTMANN, J.L.; HARRISON, J.W. Posterior endodontic surgery: anatomical considerations and clinical techniques. **Int Endod J**, v.18, n.1, p.8-34, 1985.

GUTMANN, J.L.; HARRISON, J.W. **Surgical Endodontics**. Cambridge: Blackwell, p.203-277, 1991. 468p.

GUTMANN, J.L.; PITT FORD, T.R. Management of the resected root end: a clinical review. **Int Endod J**, v.26, n.5, p.273-283, 1993.

HARRISON, J.W.; TODD, M.J. The effect of root resection on the sealing property of canal obturations. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.50, n.3, p.264-272, Sept. 1980.

HARRISON, J.W.; JOHNSON, S.A. Excisional wound healing following the use of IRM as a root-end filling material. **J Endod**, v.23, n.1, p.19-27, Jan. 1997.

HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Light microscopic and SEM investigations. **Lasers Surg Med**, New York, v. 9, n. 4, p. 338-344, 1989.

HOLLAND, R.; OTOBONI FILHO, J.A.; BERNABÉ, P.F.E.; SOUZA, V.; NERY, M.J. Healing process of dogs' pulpless teeth after apicoectomy and root canal filling at different levels. **Endod Dent Traumatol**, v.9, p.8-12, 1993.

HSU, Y.Y.; KIM, S.; PHIL, M. The resected root surface: the issue of canal isthmuses. **Dent Clin North Am**, v.41, n.3, p.529-540, Jul. 1997.

ICHESCO, W.R.; ELLISON, R.L.; CORCORAN, J.F.; KRAUSE, D.C. A spectrophotometric analysis of dentinal leakage in the resected root. **J Endod**, v.17, n.10, p.503-507, Oct. 1991.

KAKEHASHI, S.; STANLEY, H.R.; FITZGERALD, R.J. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v.20, n.3, p.340-349, Sept. 1965.

KELLER, U.; HIBST, R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers Surg Med*, v. 9, n. 4, p. 345-351, 1989.

KOMORI, T.; YOKOYAMA, K.; MATSUMOTO, Y.; MATSUMOTO, K. Erbium:YAG and Holmium:YAG laser root resection of extracted human teeth. *J Clin Laser Med Surg*, v.15, n.1, p.9-13, Feb. 1997a.

KOMORI, T.; YOKOYAMA, K.; TAKATO, T.; MATSUMOTO, K. Clinical application of the Erbium:YAG laser for apicoectomy. *J Endod*, v. 23, n. 12, p. 748-750, Dec. 1997b.

KRAPCHEV, V.B.; RABII, C.D.; HARRINGTON, J.A. Novel CO₂ laser system for hard tissue ablation. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOMEDICAL OPTICS – LASERS IN DENTISTRY, III.*, 1997, San Jose, SPIE, v. 2128, p. 341-348.

L'ASTORINA, C.; MELLO, J.B.; ARAÚJO, M.A.M. Estudo *in vitro* do efeito do laser de Nd:YAG sobre o cimento dental humano: análise por microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. *Rev Odontol UNESP*, v.28, n. 1, p. 187-203, jan./jun. 1999.

LAGE-MARQUES, J.L.; EDUARDO, C.P.; MATSUMOTO, K. A study on morphological changes of the root canal walls lased by pulsed Nd:YAG laser. *J Japan Endodon Assoc*, v. 16, n. 1, 64-69, Jun. 1995(a).

LAGE-MARQUES, J.L.; EDUARDO, C.P.; MATSUMOTO, K. Surgical treatment of endodontic over filling. High speed versus laser. *Dental Outlook*, spec. Issue, p. 174-182, 1995(b).

LAGE-MARQUES, J.L. *Avaliação dos efeitos da irradiação laser, utilizando Nd:YAG, CO₂ e Argônio no selamento dentinário e marginal de obturações retrógradas*. 122f. São Paulo, 1997. Tese (Livre Docência em Endodontia) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

LAN, W.H. Temperature elevation on the root surface during Nd:YAG laser irradiation in the root canal. *J Endod*, v.25, n.3, p.155-156, March 1999.

LAN, W.H.; CHEN, K.W., JENG, J.H.; LIN, C.P.; LIN, S.K. A comparison of the morphological changes after Nd:YAG and CO₂ laser irradiation of dentin surfaces. *J Endod*, v. 26, n. 8, p. 450-459, Aug. 2000.

LEAL, J.M.; BAMPA, J.U. Cirurgias pararendodônticas: indicações, contra-indicações, modalidades cirúrgicas. In: LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M. *Endodontia: Tratamento dos Canais Radiculares*. 3ed. São Paulo. Panamericana, p.737-801, 1998. 920p.

LECANDA, M.C. Apicectomia. *Divulg Cult Odont*, v.120, p.23-28, 1968.

LIU, H.C.; LIN, C.P.; LAN, W.H. Sealing depth of Nd:YAG laser on human dentinal tubules. *J Endod*, v. 23, n. 11, p. 691-693, Nov. 1997.

LUCKS, S. Root end amalgam technique in the practice of endodontics. *J Am Dent Assoc*, v.53, p.424-428, Oct. 1956.

MISERENDINO, L.J.; ILL, W. 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.

MISERENDINO, L.J.; LEVY, G.; MISERENDINO, C.A. Laser interaction with biologic tissues. In: MISERENDINO, L.J.; PICK, R.M. *Lasers in dentistry*. Illinois. Quintessence. p. 39-55, 1995.

MOLVEN, O.; OLSEN, I.; KEREEKES, K. Scanning electron microscopy of bacteria in the apical part of root canals in permanent teeth with periapical lesions. *Endod Dent Traumatol*, v.7, n.4, p. 226-229, Oct. 1991

MORAIS, C.A.H.; BERNARDINELLI, N. Avaliação da superfície radicular apical após ressecção e acabamento com diferentes tipos de instrumentos. *J Bras Endo/Perio*, v.1, n.4, p.76-80, jan./mar. 2001.

MORGAN, L.A.; MARSHALL, J.G. The topography of root ends resected with fissure burs and refined with two types of finishing burs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.85, n.5, p.585-591, May 1998.

MOURA, A.A.M.; ROBAZZA, C.R.C.; PAIVA, J.G. A relação entre a permeabilidade dentinária e o uso do Endo PTC no preparo do canal. Estudo *in vitro* e *in vivo*. *Rev Ass Paul Cirurg Dent*, v.32, n.1, p.37-46, Jan./Fev. 1978.

MOURA, A.A.M.; ALVARES, S. Alterações anatômicas da região apical dos dentes despolpados com vistas ao tratamento endodôntico. *Rev assoc paul Cirurg Dent*, v.34, n.1, p.58, Jan./Fev. 1980.

MOURA, A.A.M.; PAIVA, J.G.; LAGUNA, S.; GUTMAN, M. Alterações anatômicas da região apical em dentes portadores de polpa mortificada com e sem lesão periapical. In: Congresso Nacional de Odontologia, *Rev paul Odont*, p. 91, Jan. 1989.

MOURA, A.A.M.; CIPELLI, S.R. Contaminação bacteriana extraradicular. *Anais do XV Congresso Paulista de Odontologia*. p. 75, Jan. 1992.

MOURA, A.A.M.; LAGUNA, S. Apical anatomics alterations in non-vital teeth. *Rev Franç Endodont*, v.11, n.2, p.68, juin. 1992.

MOURA, A.A.M.; FERNANDES, A.L.; STREFEZZA, F. Cirurgias Paraendodônticas: indicações, contra-indicações e técnicas operatórias. *Rev Inst Ciênc Saúde*, v. 13, n. 1, p. 29-38, Jan./Jun. 1995.

NAIR, P.N.R.; SJÖGREN, U.; KREY, G.; KAHNBERG, K.E.; SUNDQVIST, G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod*, v.16, n.12, p.580-588, Dec. 1990.

NAIR, P.N.R.; SJÖGREN, U.; FIGDOR, D.; SUNDQVIST, G. Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars. *Oral surg Oral Méd Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.87, n.5, p.617-27, May 1999.

NEDDERMAN, T.A.; HARTWELL, G.R.; PORTELL, F.R. A comparison of root surfaces following apical root resection with various burs: scanning electron microscopic evaluation. *J Endod*, v.14, n.9, p.423-427, Sep. 1988.

NEGRÃO, J.A.S. *Efeitos do Er:YAG laser na cirurgia periapical. Estudo em microscopia eletrônica de varredura*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante Lasers em Odontologia) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

NICHOLLS, E. The role of surgery in endodontics. *Br Dent J*, v.118, n.2, p.59-67, Jan. 1965.

NICHOLLS, E. *Endodontics*. 2. ed. Bristol: Wright & Sons, 1977. 360p.

OLIVEIRA, R.G. *Avaliação da permeabilidade e da alteração morfológica da superfície dentinária após apicectomia, tratamento e retropreparo com os lasers de Er:YAG e Nd:YAG*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante Lasers em Odontologia) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

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.

PAIVA, J.G.; ANTONIAZZI, J.H. **Endodontia: Bases para a prática clínica**. 2 ed. São Paulo, Artes Médicas, 1993. 886p.

PASHLEY, D.H.; MICHELICH, V.; KEHL, T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. **J Prosth Dent**, v. 46, n. 5, p.531-537, Nov 1981.

PECORA, G.; ANDREANA, S. Use of dental operating microscope in endodontic surgery. **Oral Surg Oral Méd Oral Pathol**, v.75, n.6, p.751-758, Jun. 1993.

PURICCELI, E. Cirurgia periapical – estágio atual. In: BOTTINO, M.A.; FELLER, C. **Atualização na clínica odontológica: o dia-dia do clínico geral**. São Paulo. Artes Médicas. p.23-32, 1992.

QUEVEDO, J.; SPANGBERG, L.; SAFAVI, K.; HAND, A. The numerical density of dentinal tubules at the apical pulpal wall. **J Endod**, v.23, n.4, p.276, Apr. 1997.

RING, M.E. **Dentistry: an illustrated history**. New York: C.V. Mosby, p.126-133, 1993. 320p.

ROCHA, D.M. **Avaliação clínica e morfológica da ação do laser de Er:YAG frente à hipersensibilidade dentinária cervical**. 2001. Dissertação (Mestrado Profissionalizante Lasers em Odontologia) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/Faculdade de Odontologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.

RUBINSTEIN, R.A.; KIM, S. Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operating microscope and super-EBA as root end filling material. **J Endod**, v.25, n.1, p.43-48, Jan. 1999.

SAYAGO, M.E.M.; PINTO, P.L.M.; COLLESI, J.P.P. Cirurgia perirradicular. In: LOPES, H.P.; SIQUEIRA JR, J.F. **Endodontia: Biologia e Técnica**. Rio de Janeiro: Medsi, p.577-613, 650p. 1999.

SAYAGO, M.E.M. **Análise da otimização do retropreparo apical através da utilização de aparelhos ultra-sônicos**. Dissertação. Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Instituto de Ciências da Saúde (ICS). São Paulo, 2001.

SEKA, W.; FEATHERSTONE, J.D.B.; FRIED, D.; VISURI, S.R.; WALSH, J.T. Laser ablation of dental hard tissue: from explosive ablation to plasma mediated ablation. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOMEDICAL OPTICS – LASERS IN DENTISTRY, II.*, San Jose, SPIE, v.2672, p.144-158, 1996.

SIQUEIRA JR, J.F.; LOPES, H.P. Biofilme bacteriano perirradicular. *In: LOPES, H.P.; SIQUEIRA JR, J.F. Endodontia: Biologia e Técnica*. Rio de Janeiro: Medsi, p.217-222, 650p. 1999.

SIQUEIRA JR, J.F. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J*, v.34, p.1-10, 2001.

SOMMER, R.F.; OSTRANDER, F.D.; CROWLEY, M.C. **Endodoncia clinica**. Barcelona: Labor, p.481-531, 752p. 1975.

STABHOLZ, A.; KHAYAT, A.; RAVANSHAD, S.H.; McCARTHY, D.W.; NEEV, J.; TORABINEJAD, M. Effects of Nd:Yag laser on apical seal of teeth after apicoectomy and retrofill. *J Endod*, v.18, n.8, p.371-375, Aug. 1992a.

STABHOLZ, A.; KHAYAT, A.; WEEKS, D.A.; NEEV, J.; TORABINEJAD, D. Scanning electron microscopic study of the apical dentine surfaces lased with Nd:YAG laser following apicectomy and retrofill. *Int Endod J*, v. 25, n. 6, p. 288-291, Nov. 1992b.

STORMS, J.L. Root canal therapy via the apical foramen – radical or conservative?. *Oral Health*, v.68, n.10, p.60-65, Oct. 1978.

SULTAN, M.; PITT FORD, T.R. Ultrasonic preparation and obturation of root-end cavities. *Int Endod J*, v.28, p.234-238, 1995.

SUMI, Y.; HATTORI, H.; HAYASHI, K.; UEDA, M. Ultrasonic root-end preparation: Clinical and Radiographic Evaluation of Results *J Oral Maxillofac Surg*, v.54, p.590-593, 1996.

TAYLOR, G.N.; ILL, M.; BUMP, R. Endodontic considerations associated with periapical surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v.58, n.4, p.450-455, 1984.

TIDMARSH, B.G.; ARROWSMITH, M.G. Dentinal tubules at the root ends of apicected teeth: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J*, v.22, n.4, p.184-189, 1989.

TRONSTAD, L.; BARNETT, F.; RISO, K.; SLOTS, J. Extraradicular endodontic infections. *Endod Dent Traumatol*, v.3, n.2, p.86-90, Apr. 1987.

TRONSTAD, L.; BARNETT, F.; CERVONE, F. Periapical bacteria plaque in teeth refractory to endodontic treatment. *Endod Dent Traumatol*, v.6, n.2, p.73-77, Apr. 1990.

VERTUCCI, F.J.; BEATTY, R.G. Apical leakage associated with retrofilling techniques: a dye study. *J Endod*, v.12, n.8, p.331-336, Aug. 1986.

WADA, M.; TAKASE, T.; NAKANUMA, K.; ARISUE, K.; NAGAHAMA, F.; YAMASAKI, M. Clinical study of refractory apical periodontitis treated by apicectomy Part 1. Root canal morphology of resected apex. *Int Endod J*, v.31, p. 53-56, 1998.

WEAVER, S.M. Root canal treatment with visual evidence of histologic repair. *J Am Dent Assoc*, v.35, p.483-497, Oct. 1947.

WELLER, R.N.; NIEMCZYK, S.P.; KIM, S. Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesio Buccal root of maxillary first molar. *J Endod*, v.21, n.7, p.380-383, Jul. 1995.

WESTON, G.D.; MOULE, A.J.; BARTOLD, P.M. A scanning electron microscopic evaluation of root surfaces and the gutta-percha interface following root-end resection *in vitro*. **Int Endod J**, v.32, p.450-458, 1999.

WONG, W.S.; ROSEMBERG, P.A.; BOYLAN, R.J.; SCHULMAN, A. A comparison of the apical seals achieved using retrograde amalgam fillings and Nd:YAG laser. **J Endod**, v. 20, n. 12, p. 595-597, Dec. 1994.