BR0645449

INIS-BR--4030

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO APICAL DE CONDUTOS RADICULARES IRRADIADOS *IN VITRO* COM *LASER* DE ER:YAG

CÁTIA CILENE NASS SEBRÃO

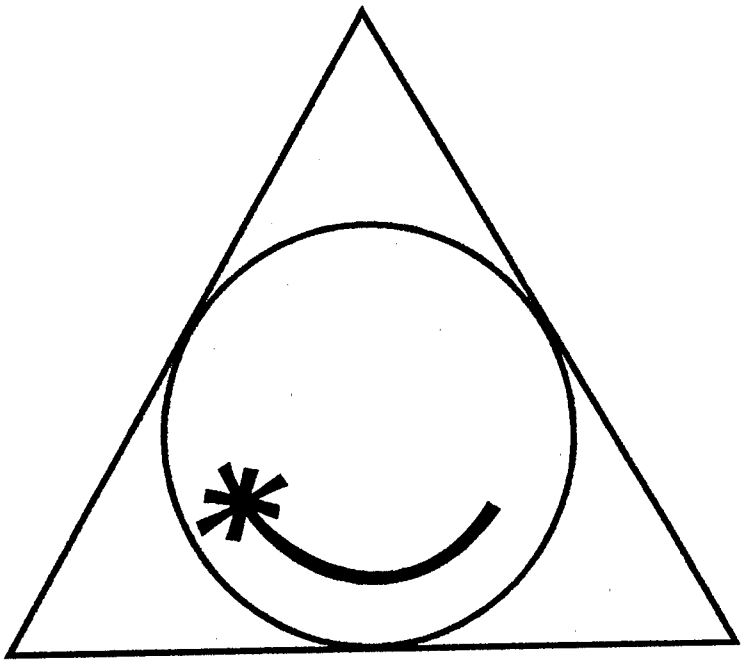
Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre Profissional na área de Lasers em Odontologia.

Orientador:
Prof. Dr. Edison Puig Maldonado

Co-orientadora:
Profa. Dra. Sônia Grow-Soares

São Paulo
2003

3:



MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM ODONTOLOGIA

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO APICAL DE CONDUTOS RADICULARES IRRADIADOS *IN VITRO* COM *LASER* DE Er:YAG

CÁTIA CILENE NASS SEBRÃO

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

Orientador: Prof. Dr. Edison Puig Maldonado
Co-Orientador: Profa. Dra. Sheila Gouw-Soares

SÃO PAULO – 2003

Faculdade de Odontologia
Universidade de São Paulo

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO APICAL DE CONDUTOS RADICULARES IRRADIADOS *IN VITRO* COM *LASER* DE Er:YAG

CÁTIA CILENE NASS SEBRÃO

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

Orientador: Prof. Dr. Edison Puig Maldonado
Co-Orientador: Profa. Dra. Sheila Gouw-Soares

SÃO PAULO – 2003

Faculdade de Odontologia
Universidade de São Paulo

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

DEDICATÓRIA

Ao **meu pai Nivaldo Nass** e **à minha mãe Ilca Steffen Nass**,
que sempre me apoiaram em todas as etapas da minha vida,
e que nunca negaram esforços para o meu crescimento profissional.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

AGRADECIMENTOS

AOS PROFESSORES

Ao ***Prof. Dr. Edison Puig Maldonado***, pela generosa orientação desta pesquisa, e com uma dedicação especial não poupou esforços no desenvolvimento da mesma.

A ***Profa. Dra. Sheila Cynthia Gouw Soares***, pela orientação endodôntica deste trabalho, o meu muito obrigada.

Ao ***Prof. Dr. José Luis Lage Marques***, agradeço as considerações feitas para o crescimento desta pesquisa.

À FAMÍLIA

Aos meus pais , ***Nivaldo e Ilca***, o meu sincero agradecimento, pelo apoio, compreensão, reconhecimento, ajuda e crédito depositada em minha pessoa, sempre ao meu lado para o engrandecimento de minha pessoa.

Aos meus irmãos, ***Jacson, Guiga, Dinorá e Andrey***, pelo apoio em todos os momentos.

Ao meu marido, ***Rogério***, pelo amor e carinho nos momentos necessários, e por toda a ajuda prestada no decorrer de todo o curso e nos nossos 5 anos de convivência , o meu carinho.

À todos aqueles familiares que depositaram confiança e apoio para a realização desta jornada, o meu muito obrigada.

AOS AMIGOS

À todos os amigos da turma que me apoiaram para esta conquista.

Em especial ao ***Prof. Breno Carnevalli Franco de Carvalho***, que me acompanhou em todos os momentos do curso, dando conselhos, orientações e a sua grande amizade, que com certeza ficará para sempre.
Às amigas ***Alessandra De Siervi Mattos*** como companheira de quarto e pela sua amizade,
E a ***Maria das Graças Najar,*** pelo especial carinho depositado neste período.

Às sempre amigas ***Tatiana Kahlhofer*** e ***Adriana F. de Mello e Silva*** pela amizade em todos os momentos.

AOS FUNCIONÁRIOS

Um agradecimento a todos os funcionários do LELO, em especial à ***CIDA, LILIANE e AROLDO***, que não dispensaram esforços no auxílio para a realização da minha pesquisa.

A DEUS

Por estar sempre me conduzindo no caminho correto, bem como me protegendo em todas as ocasiões e viagens.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO APICAL DE CONDUTOS RADICULARES IRRADIADOS *IN VITRO* COM *LASER* DE Er:YAG

Cátia Cilene Nass Sebrão

RESUMO

Avaliou-se, *in vitro*, a adaptação do material obturador (Sealer 26®) à parede dentinária de canais tratados pela técnica endodôntica e preparados com o *laser* de Er:YAG, por meio de infiltração de coraínte azul de metileno.

Por meio de microscopia eletrônica de varredura, foi observada a alteração morfológica dentinária do conduto radicular de uma amostra de cada grupo pesquisado e foi feita uma avaliação da temperatura na superfície externa da raiz durante as irradiações de duas amostras de cada grupo.

Para cada grupo de amostras, com onze raízes cada, dois subgrupos foram considerados: os secos, irradiados totalmente secos com cones de papel absorventes, e os úmidos, onde utilizou-se um cone de papel absorvente por dois segundos no canal radicular, deixando-os levemente umedecidos. Considerando-se as energias utilizadas para as irradiações, os grupos são: G1, controle (sem irradiação), G2-seco (100mJ-10Hz), G2-úmido (100mJ-10Hz), G3-seco (140mJ-6Hz), G3-úmido (140mJ-6Hz), G4-seco (180mJ-6Hz), e G4-úmido (180mJ-6Hz).

Os resultados mostraram que a microinfiltração apical não apresentou diferença significativa entre os grupos. O maior aumento de temperatura foi observado nos grupos secos, com a maior variação de temperatura sendo de 6,5°C. Sob microscopia eletrônica de varredura, os grupos úmidos apresentaram-se mais limpos que os grupos secos. O grupo G4-úmido apresentou regiões extensas de fusão e resolidificação da dentina.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

APICAL MICROINFILTRATION EVALUATION OF RADICULAR CHANNELS IRRADIATED WITH Er:YAG *LASER IN VITRO*

Cátia Cilene Nass Sebrão

ABSTRACT

It was evaluated, *in vitro*, the adaptation of the filling material (Sealer 26®) to the root channels dentine walls treated using the endodontic technique and prepared with the Er:YAG *laser*, by the technique of infiltration of methylene blue dye.

Using scanning electronic microscopy, the morphologic alteration of the root channel dentine was observed for one sample per studied group. Also, an evaluation of the temperature increase in the external surface of the root during the irradiations was performed for two samples per group.

For each group of samples, with eleven roots each, two sub-groups had been considered: the *dry*, irradiated after completely dry with absorbent cones of paper, and the *humid*, where a cone of absorbent paper was applied for two seconds in the root canal, leaving them lightly humidified. Considering the used energies for the irradiations, the groups are: G1, control (without irradiation), G2-dry (100mJ-10Hz), G2-humid (100mJ-10Hz), G3-dry (140mJ-6Hz), G3-humid (140mJ-6Hz), G4-dry (180mJ-6Hz), and G4-humid (180mJ-6Hz).

The results had shown that apical microinfiltration did not exhibit significant difference among groups. The highest increase in temperature was observed for the dry groups, with the maximum variation of temperature of 6.5°C. Under the scanning electronic microscopy analysis, the humid groups had presented cleaner surfaces than the dry groups. The G4-humid group presented extensive regions of fusion and resolidification of the dentine.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

2 REVISÃO DE LITERATURA 5

2.1 PREPARO DOS CANAIS 5
2.1.1 PERMEABILIDADE DENTINÁRIA 5
2.1.2 SMEAR LAYER 6
2.1.3 MICROINFILTRAÇÃO 7
2.1.4 REMOÇÃO DO *SMEAR LAYER* 7
2.1.5 REDUÇÃO MICROBIANA 9
2.2 OBTURAÇÃO DO CANAL 11
2.2.1 CIMENTO OBTURADOR 11
2.2.2 TÉCNICA DE OBTURAÇÃO 13
2.3 LASER NA ENDODONTIA 13
2.3.1 EFEITO DOS *LASER*S NAS PAREDES DENTINÁRIAS 15
2.3.2 REMOÇÃO DE *SMEAR LAYER* 17
2.3.3 ADESIVIDADE DOS CIMENTOS EM PAREDES DENTINÁRIAS TRATADAS COM *LASER* 18
2.3.4 SELAMENTO MARGINAL EM CANAIS TRATADOS COM *LASER* 18
2.3.5 ALTERAÇÃO DE TEMPERATURA NAS PAREDES RADICULARES 20
2.3.6 VISÃO MICROSCÓPICA E HISTOLÓGICA DAS PAREDES DENTINÁRIAS 20

3 PROPOSIÇÃO 22

4 MATERIAIS E MÉTODOS 23

4.1 PREPARO DOS ESPÉCIMES 23
4.2 APARELHOS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA IRRADIAÇÃO *LASER* 24
4.3 AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO APICAL 25

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 28

5.1 DA ESCOLHA DO TEMA 28
5.2 DA METODOLOGIA 30
5.3 DOS RESULTADOS 32
5.3.1 MICROSCOPIA ELETRÔNICA 32
5.3.2 AUMENTO DA TEMPERATURA 41
5.3.3 MICROINFILTRAÇÃO APICAL 44

6 CONCLUSÕES 48

7 APÊNDICE I: VALORES DE MICROINFILTRAÇÃO 49

8 APENDICE II 50

9 ANEXOS 62

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 64

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Médias dos valores mínimos e máximos obtidos após as 4 irradiações nos devidos grupos. 42
Tabela 2 - Variação das temperaturas máximas e mínimas obtidas nos grupos 42
Tabela 1 - Média da microinfiltração apical linear em cada grupo. 44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Grupo Controle - Terço Médio da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original. 33
Figura 2 - Grupo Controle - Terço Apical da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original. 33
Figura 3 - Grupo 2-S - Terço médio da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original. 34
Figura 4 - Grupo 2-U - Terço médio da raiz em M.E.V com 1000x de aumento original. 34
Figura 5 - Grupo 2-S - Terço apical da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original. 35
Figura 6 - Grupo 2-U - Terço apical da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original. 35
Figura 7 - Grupo 3-S - Terço médio da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original. 37
Figura 8 - Grupo 3-U - Terço médio da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original. 37
Figura 9 - Grupo 3-S - Terço apical da raiz em M.E.V com 1000x de aumento original. 38
Figura 10 - Grupo 3-U - Terço apical da raiz em M.E.V com 1000x de aumento original. 38
Figura 11 - Grupo 4-S - Terço médio da raiz em M.E.V, com 1000x de aumento original. 39
Figura 12 - Grupo 4-S - Terço apical da raiz em M.E.V, com 1000x de aumento original. 39
Figura 13 - Grupo 4-U - Terço médio da raiz em M.E.V, com 1000x de aumento original. 40
Figura 14 - Grupo 4-U - Terço apical da raiz em M.E.V, com 1000x de aumento original. 40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Temperatura como função do tempo, durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 2-S. 50
Gráfico 2 – Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 2-S. 51
Gráfico 3 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 2-U 52
Gráfico 4 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 2-U 53
Gráfico 5 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 3-S 54
Gráfico 6 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 3-S 55
Gráfico 7 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 3-U 56
Gráfico 8 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 3-U 57
Gráfico 1 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 4-S 58
Gráfico 2 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 4-S 59
Gráfico 3 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 4-U 60
Gráfico 4 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 4-U 61

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que para o sucesso da terapia endodôntica é necessário à completa limpeza dos canais radiculares, no desejo de eliminar ou pelo menos reduzir de forma significativa à presença de microorganismos.

Assim, o adequado acesso ao sistema de canais radiculares, permite uma limpeza químico-mecânica apropriada, e uma perfeita instrumentação em todas as paredes do canal radicular, que, juntamente com as substâncias irrigantes, promovem a desinfecção e adequação do meio, proporcionando assim a correta obturação tridimensional do sistema.

Durante o preparo químico cirúrgico, forma-se o magma dentinário ou *smear layer*, que constitui-se por uma porção orgânica composta por restos de tecidos necróticos, bactérias, células sangüíneas, odontoblastos e colágeno, contendo restos de dentina desprendida durante a instrumentação.

A deposição deste magma dentinário reduz a permeabilidade dentinária em torno de 30 a 40%, diminuído desta forma a penetração de substâncias irrigantes, medicação intracanal e material obturador para o interior dos túbulos dentinários.

Em determinadas situações, como em canais com polpa necrosada, a ausência de magma dentinário é um fator determinante para o sucesso do tratamento endodôntico.

Várias substâncias têm sido propostas para a remoção do magma dentinário, dentre as quais: o ácido etileno-diamino-tetracético (EDTA), o ácido fosfórico e o ácido cítrico. Entretanto, tais substâncias removem-no parcialmente, principalmente na região periapical.

A infiltração marginal apical pós-obturação é freqüentemente observada quando a presença deste magma dentinário é intensa. Caracteriza-se como infiltração marginal apical a passagem de fluidos teciduais pela interface formada entre as paredes do canal radicular e o material obturador, tornando-se nichos de proliferação bacteriana e conseqüentemente fontes de irritação dos tecidos de sustentação do dente.

Atualmente, a tecnologia *laser* tem permitido avanços significativos na qualidade dos resultados dos tratamentos endodônticos.

COMISSÃO NACIONAL ... FAP/SP

Os princípios do fenômeno de emissão estimulada foram descritos teoricamente em 1917 por Einstein, possibilitando a concepção de dispositivos tecnológicos tais como o *laser*.

Em 1960, nos Estados Unidos, Maiman demonstrou a primeira ação *laser* (pulsada) proveniente de um cristal de rubi, com comprimento *de* onda de 690 nm. Apenas quatro anos depois, em 1964, Stern e Sognnaes e Goldman et al, já realizavam pesquisas com o *laser* de rubi para preparos cavitários. Utilizando energias de 5-20 J em um grupo e 2-5 J em outro grupo e um tempo de aplicação de um milisegundo, não obtiveram o êxito esperado devido ao superaquecimento dos espécimes. O *laser* de rubi causou fusão e vitrificação do esmalte dentário.

Em 1964, Goldman e colaboradores experimentaram *in vitro* um *laser* pulsado de rubi, com densidade de energia variando de 4.000 a 13.400 J/cm^2, obtendo alterações significativas do esmalte irradiado e destruição seletiva profunda pelo feixe *laser*.

Stern e Sognnaes, em 1964, realizaram um estudo *in vitro* sobre os efeitos da irradiação *laser* sobre os tecidos duros dentários e certos materiais restauradores, observando crateras muito maiores em restaurações a ouro que nas superfícies de esmalte e dentina.

Desde então, os *laser*s têm evoluído muito e foram desenvolvidos vários outros tipos de *laser*s, seja de meios sólidos (incluindo semicondutores), líquidos ou gasosos. Da mesma forma, obteve-se um maior entendimento dos vários tipos de interações entre a radiação *laser* e os tecidos biológicos.

A luz *laser* tem sido estudada em várias áreas da odontologia, como em preparos cavitários, periodontia, redução bacteriana em condutos radiculares, condicionamento de esmalte, bioestimulação, etc.

Na área da endodontia, as investigações com diferentes tipos de *laser*s foram realizadas na tentativa de estabelecer parâmetros seguros para a aplicação clínica. O *laser* pode ser utilizado em vários procedimentos como : esterilização de instrumentos, fotopolimerização de materiais, cirurgias parendodônticas, remoção de debris e *smear layer* e redução bacteriana intracanal.

Assim, as ações dos vários tipos de *laser*s na limpeza dos canais

radiculares, como a remoção do *smear layer* , foram estudadas, dentre outros, por CIUCCHI et al. (1989), TAKEDA et al. (1998 a,b), MATSUOKA et al. (2000), e PECORA et al (2000,2001).

A penetração dos cimentos obturadores através dos túbulos dentinários demonstra que a limpeza das paredes dos canais foram bem executadas quando utilizado o *laser* de Er:YAG, bem como a remoção da camada de *smear layer* foi completa. Tais aspectos tem sido estudados por vários pesquisadores.

Sabemos que a redução microbiana, realizada com os *laser*s é extremamente interessante na endodontia, mas ainda há divergências de estudos quanto à permeabilidade dentinária após o uso desta técnica, no interior dos canais.

PECORA et al (2001), estudaram a adesão de seis cimentos endodônticos, após o uso de *laser* de Er:YAG ou EDTA. Concluíram que as superfícies irradiadas com o *laser* apresentaram uma maior adesão comparada a aquelas tratadas com EDTA.

RIBEIRO et al (2001), pesquisou a permeabilidade dentinária das paredes dos canais radiculares, utilizando diferentes soluções irrigantes associadas ou não à irradiação de *laser* Er:YAG, e observaram que superfícies tratadas com hipoclorito de sódio a 1% utilizada isoladamente, e o uso da água deionizada mais radiação com *laser* Er:YAG apresentaram maior evidenciação de permeabilidade.

CARVALHO, et al (1999), avaliaram os efeitos dos *laser*s de Nd:YAG e de Er:YAG, na adaptação das obturações de canais radiculares, e demonstraram que as maiores infiltrações ocorreram em canais tratados somente com o *laser* de Er:YAG, seguido pelo grupo tratado com EDTA, e a menor infiltração ocorreu no grupo tratado com o *laser* de Nd:YAG. Os resultados foram significantes entre os grupos de *laser* de Er:YAG e EDTA, comparado ao grupo de Nd:YAG. As causas deste resultado, foram relatadas pelo pesquisador que poderá ter sido pelo fato do *laser* de Er:YAG deixa as paredes do canal de forma irregular.

Qualquer que sejam os métodos utilizados, busca-se uma adaptação perfeita de materiais obturadores nas paredes dentinárias radiculares, bem

como a remoção completa de *smear layer*, associando substâncias, técnicas e aparelhos , promovendo assim o selamento do sistema de canais radiculares.

Através deste pensamento e a observação na literatura, busca-se saber se há diferença na aplicação do *laser* de Er:YAG nas paredes do canal, quando o mesmo apresenta-se úmido ou seco, uma vez que a ablação gera remoção de partes do tecido, o que poderia trazer danos na obturação hermética tão desejada. Desta forma achamos oportuna à realização deste trabalho com o objetivo de estudar as conseqüências (microinfiltração, alteração morfológica dentinária) e o aumento da temperatura externa da raiz durante a irradiação deste *laser* sobre a estrutura dentinária intraradicular.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A evolução da endodontia sempre esteve associada ao surgimento de novas tecnologias e novos aparelhos que propiciam progresso no diagnóstico e tratamento, resultando em índices satisfatórios de sucesso.

O êxito do tratamento endodôntico está diretamente relacionado à obediência a todas as etapas do processo de sanificação do sistema de túbulos dentinários. Estas fases compõem-se de diagnóstico, abertura coronária, esvaziamento, odontometria, limpeza, modelagem, obturação e proservação. (Estrela & Figueiredo, 1999).

Com os avanços alcançados pelo desenvolvimento de novos instrumentos e aparelhos, bem como materiais biocompatíveis, possibilita-se uma previsão mais abrangente do sucesso ou do fracasso do tratamento endodôntico.

Embora todas as fases devam ser consideradas importantes no contexto geral do tratamento endodôntico, a fase do preparo do canal radicular destaca-se ser responsável de forma direta no processo de sanificação.

É através deste pensamento que iremos relatar a importância de uma correta endodontia, bem como os agentes utilizados, associados à técnica do *laser*.

2.1 PREPARO DOS CANAIS

2.1.1 PERMEABILIDADE DENTINÁRIA

O estudo da permeabilidade dentinária das paredes dos canais radiculares sempre despertou o interesse pelos endodontistas.

A presença de canalículos no tecido dentinário foi demonstrada por M'QUILLEN (1866), e desde então a dentina foi tratada como um tecido permeável por sua própria natureza.

As bactérias em canais infectados podem invadir os túbulos dentinários. Desta maneira a desinfecção da dentina é um importante aspecto na terapia endodôntica. (Buck,et al.,2001)

A porção apical do dente humano apresenta variação na estrutura,

incluindo canais acessórios, áreas de reabsorção e de reparação, incluindo pedaços de polpa fixados, quantidade variada de dentina secundária, e em alguns casos, tecido cementário revestindo a parede radicular apical. O ápice freqüentemente é desviado ao longo eixo do canal. Os túbulos dentinários primários são irregulares em direção e densidade. Algumas áreas são livres de túbulos. Assim sendo, a terapia endodôntica requer uma atenção especial. As técnicas de obturação devem ser baseadas na penetração dos cimentos nos túbulos dentinários para o sucesso do tratamento. (Mjör, A., et al. 2001)

2.1.2 *SMEAR LAYER*

Quando os dentes são instrumentados durante a terapia endodôntica, uma camada composta de dentina, remanescentes pulpares, processos odontoblásticos e algumas bactérias, são sempre formados nas paredes dos canais. Esta camada tem sido chamada de *smear layer.*

Segundo estudos feitos (Yamada, et al. 1983; Baumgartner e Mader 1987), a presença do *smear layer* bloqueia a ação antimicrobiana das soluções, nos túbulos dentinários, durante a instrumentação.

Alguns trabalhos questionam a remoção desta camada. Como o estudo de Drake, D.R., et al (1994), que sugestiona, que a camada de *smear layer* formada durante a instrumentação pode inibir a colonização de bactérias nos canais radiculares, bloqueando a entrada das bactérias no interior dos túbulos.

Já em outros trabalhos, concluíram que esta camada age como uma barreira física interferindo na adesão e na penetração dos cimentos nos túbulos dentinários. (Sen, B.H., 1995).

Isto também ocorre em canais acessórios na área apical, que são bloqueados por debris durante a instrumentação, prevenindo o efeito de limpeza e desinfecção através das soluções irrigantes e antibacterianas. (Garberoglio, R. 1994).

A profundidade e a freqüência desta camada é variável, ela pode ser estendida de 2 a 3 μm podendo chegar a 40μm dentro dos túbulos. (Tam & Donald, 2000).

Muitas técnicas tem sido testadas para a remoção ou não desta camada.

Para a não remoção, os testes são feitos comparando a microinfiltração de fluidos entre a parede dentinária e o cimento obturador, já para a remoção, os estudos estão relacionados com o uso de soluções (EDTA, hipoclorito de sódio, ácido cítrico), equipamentos (ultra-som , *laser*, etc) e técnicas diferentes.

2.1.3 MICROINFILTRAÇÃO

A microinfiltração nos canais radiculares é uma questão bastante complicada considerando as muitas variáveis que contribuem para esta questão, tais como: a anatomia e a amplitude da instrumentação, soluções irrigadoras utilizadas, técnicas de instrumentação, propriedades físicas e químicas dos cimentos obturadores, e o estado infeccioso do canal.

Em estudos recentes, foi observado que a microinfiltração coronária é menor nos grupos onde o *smear layer* havia sido removido.(Kennedy et al., 1986; Saunders e Saunders (1992))

Comparando-se grupos obturados pela técnica da condensação lateral com e sem cimento obturador, Smith & Steiman (1994), demonstraram que o grupo utilizando cimento apresentou uma diminuição significante na microinfiltração quando comparado ao grupo controle, no qual não apresentava cimento.

Em estudos utilizando EDTA e o cimento obturador Sealer 26®, concluiu-se que eles são efetivos na microinfiltração (Souza-Neto, et al., 2002).

2.1.4 REMOÇÃO DO *SMEAR LAYER*

As soluções irrigadoras são utilizadas durante e após a instrumentação para aumentar a eficácia da instrumentação e da remoção de debris. Desde os estudos de Grossmann em 1943, alguns autores sugerem técnicas alternadas com hipoclorito de sódio a 5%, depois com peróxido de hidrogênio a 3%, outros autores pesquisaram os efeitos do hipoclorito de sódio a 1 e a 6%, hipoclorito de sódio a 6% associado ao peróxido de hidrogênio a 3%, o REDTA, RC-Prep e ácido poliacrílico sobre as paredes dentinárias. Os resultados evidenciaram que o uso do REDTA, um tipo comercial do EDTA, promoveu a maior limpeza

dos canais radiculares, deixando as paredes dentinárias livres da "*smear layer*".(McComb & Smith ,1975)

Muitos estudos têm sido feitos, para avaliar vários tipos e métodos na remoção desta barreira.

Uma solução bastante utilizada atualmente é o quelante EDTA, Wandelt (1961) foi o primeiro a questionar a eficácia clínica desta solução. Este autor especulava que, apesar da reação de quelação com a dentina ser possível, a solução de EDTA não era capaz de proporcionar o alargamento efetivo dos canais atrésicos, uma vez que o mesmo autor, considerava impossível levar uma quantidade suficiente de EDTA ao interior destes canais.

A eficácia da solução irrigadora não depende apenas da natureza da solução, mas também da quantidade, o tempo de contato, a profundidade de penetração da agulha irrigadora, o tipo e o calibre da agulha, a tensão superficial da solução e a validade da solução (Ingle, 1965).

A partir daí, vários autores estudaram a efetividade clínica e em microscopia eletrônica de várias soluções (hipoclorito de sódio a 1%,5%, ácido fosfórico a 24% , ácido cítrico a 10%) comparando com o EDTA, e concluíram que esta solução, juntamente com a instrumentação do canal com hipoclorito de sódio é eficaz na remoção do *smear layer* e na redução microbiana intracanal.(Goldman et al, 1981; Goldman et al, 1982; Goldberg & Spielberg,1982; Baumgartner & Mader, 1987; Ciucchi et al, 1989; Czonstkowsky,M et al, 1990; Garberoglio & Becce, 1994; Sen et al. 1995; Tam & Donald, 2000; Guerisoli et al, 2002).

A remoção do *smear layer* favorece a criação de um bom selamento apical, prevenindo a sobreobturação e a possibilidade de microinfiltração. (Czonstkowsky,M. et al, 1990).

A adesão dos cimentos obturadores também difere na remoção ou não do *smear layer*. Nos casos da remoção desta camada, a adesão aumenta significativamente e a redução na microinfiltração é estatisticamente

significante.(Gettleman et al., 1991, Sen et al. 1995; Economides et al., 1999; Souza & Silva, 2001, Souza-Neto et al., 2002)

Para irrigação final após a utilização do agente quelante, é oportuno utilizar uma solução salina, uma vez que a solução de hipoclorito de sódio como agente irrigador final, promove o acúmulo de minerais nas paredes dos canais, alterando a efetividade do agente quelante.(Dogän & Çalt, 2001).

Em estudos recentes, Vivacqua-Gomes,N, et al (2002), concluíram que um grupo no qual foi irrigado com hipoclorito de sódio e EDTA e outro grupo, irrigado com clorexidine gel, apresentaram melhor selamento durante a obturação dos canais.

O tempo de utilização da solução de EDTA foi estudado por Calt & Sesper (2002), onde concluíram que 1 min de irrigação é efetivo na remoção de *smear layer*, entretanto, 10 min de aplicação causa excessiva erosão peritubular e intertubular.

Em estudos feitos a respeito do efeito da desmineralização em diferentes concentrações e pH da solução de EDTA, concluíram que a quantidade de liberação de fósforo da dentina foi maior quando maior era a concentração do EDTA e quanto maior o tempo de exposição do material com o tecido dental. O pH da solução de EDTA não demonstrou alterações significantes durante o processo de desmineralização. (Serper e Çalt, 2002)

2.1.5 REDUÇÃO MICROBIANA

Podemos dizer que os microorganismos são um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento da doença endodôntica.

As bactérias são capazes de invadir os túbulos dentinários em grande extensão, Kouchi et al(1980), e podem infectar cerca de 500μm de profundidade de dentina em 72 horas(Meryon & Brook, 1990).

Por outro lado, Berutti et al (1997) verificaram que a penetração em profundidade das soluções irrigadoras está limitada a uma pequena área ao

redor do canal de cerca de 130µm. Agregado a isto, podemos citar a complexidade anatômica dos canais radiculares, bem como a resistência das bactérias à ação de diferentes medicamentos utilizados no tratamento endodôntico, tornando assim muitas vezes a endodontia um procedimento limitado.

O *Enterococcus faecalis* é um microorganismo anaeróbico facultativo, encontrado com certa freqüência em casos de lesões periapicais persistentes e parece contribuir significativamente no estabelecimento da falha do tratamento endodôntico. (Peciuliene et al., 2000). Este microorganismo é resistente em ambientes com nutrientes limitados, mesmo após a irrigação com NaOCl 2,5%, e também é resistente o alto pH, da medicação intracanal de hidróxido de cálcio. (Dahlén et al. 2000).

Desta forma salientamos a importância de se fazer uma especial desinfecção dos canais perante a dificuldade de eliminação de certas bactérias. Assim, os equipamentos *laser*s tem sido estudados com intuito de reduzir a microbiota intraradicular.

Em 1999, Mehl et al., investigaram o efeito bactericida do *laser* de Er:YAG em canais radiculares. Utilizaram 50mJ de energia, 10Hz de freqüência, durante 15 ou 60 segundos. Os resultados mostraram que o grupo com 60 segundos apresentou resultados mais eficazes do que o de 15 segundos, mas ainda não foram satisfatórios.

Moritz et al (1999), estudaram o efeito bactericida dos *laser*s de Nd:YAG, Ho:YAG e Er:YAG. E observaram que com uma energia de 0,8W e 10Hz, o *laser* de Er:YAG, apresentou a maior redução microbiana com 99,76% de eliminação.

Antonio et al (2001), pesquisou o efeito antibacteriano do *laser* de Er:YAG aplicado intracanal, utilizando três parâmetros diferentes e obteve como resultado uma redução microbiana para 60mJ e 15 Hz de 99,56% imediata e 74,62% após 48horas; e para 100mJ e 10 Hz, de 99,95% imediata e 80,49% após 48 horas.

Desta forma observamos que o *laser* de Er:YAG é um excelente meio coadjuvante na diminuição e quase eliminação de microorganismos intracanal.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/CNEN

2.2 OBTURAÇÃO DO CANAL

A obturação do canal radicular sinaliza as ações expressivas e complementares, eliminando o espaço vazio no interior do dente. Proporcionando assim a reparação tecidual, favorecendo a osteogênese, a reinserção do ligamento periodontal e a reintegração da lâmina dura. A obturação é tão importante quanto os outros passos da terapia endodôntica, caracterizando os princípios biológicos e técnicos. (Estrela & Figueiredo, 1999).

2.2.1 CIMENTO OBTURADOR

Desde os primórdios, a procura incessante por um material obturador ideal, vem sendo pesquisada. Este material deve apresentar algumas características que facilitem a utilização do operante, bem como, que traga benefícios ao elemento tratado. Tais requisitos são: potencial bactericida (antimicrobiano), biocompatível, radiopaco, fácil manuseio e inserção no canal, insolúvel aos fluidos teciduais, estimular reparos dos tecidos periapicais, promover selamento hermético, homogêneo, boa adesividade, não sofrer contração ou expansão, não deve manchar a estrutura dentária, tomar presa lentamente e solúvel aos solventes comuns.

Unir, no entanto, boas propriedades físico-químicas e compatibilidade biológica constituem uma tarefa difícil.

Assim muitos estudos com diferentes cimentos endodônticos tem sido realizados. As principais características analisadas são a microinfiltração e a adesividade destes cimentos. Os mais estudados na atualidade são os cimentos a base de hidróxido de cálcio, pois se mostraram menos citotóxicos quando comparados aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol. (Estrela & Figueiredo, 1999, Leonardo, et al., 2000)

Na solubilidade do material, Sleder, et al., 1991, pesquisou por 32 semanas a solubilidade apical de dois tipos de cimentos, um a base de hidróxido de cálcio, outro a base de óxido de zinco e eugenol, e concluiu que o cimento Sealapex (a base de hidróxido de cálcio) apresentou menor

dissolução quando comparado ao outro cimento. Já Valera et al, em 2000, analisou a morfologia dos cimentos Sealapex, Apexit, Sealer 26 e Ketac Endo, através de microscopia de força atômica, verificando as características de suas partículas após a obturação de canais radiculares e após um período de seis meses de contato com o plasma sanguíneo humano. Concluíram que dentre todos os cimentos usados, o Sealer 26 mostrou-se o mais uniforme e com a menor desintegração.

Autores como Fachin et al, 1995; Holland, 1996; Brandão 2001; Siqueira Jr. Et al.,2001b; avaliaram a capacidade seladora apical de vários cimentos e obtiveram como resposta uma menor microinfiltração nos cimentos a base de hidróxido de cálcio.

Em termos de adesividade, Saab (1999) pesquisou três diferentes cimentos, e os resultados demonstraram que o cimento Sealer 26®, apresentou maior grau de adesividade.

No efeito antimicrobiano, Siqueira Júnior, et al.,2001a, avaliaram três cimentos obturadores em dentes retroobturados, concluíram que o cimento Sealer 26® foi mais efetivo na prevenção de infiltração bacteriana e ,Carrascoza (2000), avaliou 5 cimentos obturadores , empregando o método de difusão ágar, e concluiu, que os cimentos Sealapex®, N-Rickert, e Endofill® evidenciaram apenas zonas de difusão, já o cimento Sealer 26®, observou-se zonas de difusão e zonas de inibição para alguma bactérias. A cultura de Enterococcus faecalis foi resistente a todos os cimentos.

Na avaliação de liberação de íons cálcio por cimentos a base de hidróxido de cálcio, Duarte, et al., 2000, avaliaram 3 cimentos endodônticos, e concluíram que o cimento Sealapex® apresentou a maior liberação de cálcio e hidroxila, o cimento Sealer 26® demonstrou a maior liberação nos períodos iniciais, e o cimento Apexit apresentou o menor grau de liberação destes íons.

Em estudos relacionados com a resposta tecidual com os cimentos, Leonardo et al, 2000, e Figueiredo, et al, em 2001, pesquisaram cimentos endodônticos em tecidos de ratos e concluíram que os cimentos causaram

várias respostas teciduais quando em contato com os tecidos circundantes, o cimento Fillcanal foi o mais irritante e o cimento Sealer 26 induziu uma suave reação apenas.

2.2.2 TÉCNICA DE OBTURAÇÃO

Várias técnicas tem sido desenvolvidas para situações específicas, algumas delas servindo para a maioria dos casos. Dificilmente o operador obterá êxito em todos os casos se dominar somente uma técnica de obturação.

A técnica da condensação lateral é a mais conhecida e utilizada para a obturação de canais radiculares. Esta técnica tem como objetivo, criar espaços entre os cones colocados intracanal, através de um dispositivo chamado espaçador, facilitando assim a inclusão de mais cones e cimento, até que não haja mais espaço para a colocação dos mesmos. Assim é feito o corte com um instrumento aquecido na entrada dos canais, e com um instrumento frio faz-se a condensação vertical para acomodá-los no interior do canal radicular.

2.3 *LASER* NA ENDODONTIA

A endodontia tem tido uma posição especial na conservação dos elementos dentais. Se o tratamento endodôntico falha, é inevitável a indicação para a cirurgia ou a perda do dente, trazendo significantes conseqüências ao paciente.

As chances de sucessos no tratamento endodôntico de polpa viva são de 80% ou mais. O real problema dos endodontistas é entretanto os dentes com polpa necrosada com lesões periapicais.

Novas técnicas têm sido utilizadas no intuito de reduzir estes problemas, de forma a utilizar uma técnica menos invasiva, trazendo mais conforto ao paciente. Dentre estas novas técnicas temos a utilização do *laser*.

LASER é o acrônimo de "Light Amplification by Stimulated Emission Radiation" ou "Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação". O *laser* consiste em uma luz formada numa cavidade ressonante, constituída de

um cristal, vidro, líquido, corante ou gás, com espelhos nas extremidades, onde os átomos são capazes de serem excitados a estados semi-estáveis através de luz ou descarga elétrica. Quando o elétron volta ao seu estado fundamental ele emite uma luz, liberando assim, outros átomos excitados, onde a luz é constantemente aumentada em intensidade à medida que oscila entre os espelhos.

Os *lasers* têm sido usados como instrumentos cirúrgicos em muitas áreas da medicina. Suas aplicações na Odontologia também tem sido reportadas, primeiramente, nas incisões em tecidos moles e controle de patologia orais e também para tecidos orais duros como dentes e ossos (Myers, 1991), e para isso vários tipos de *lasers* tem sido pesquisado, tais como: *Laser* de Rubi, Nd:YAG, Nd:YAP, Er:YAG, *Laser* de Argônio, *Laser* de Diodo, *Laser* de Dióxido de Carbono, entre outros.

Os primeiros trabalhos em Odontologia datam de 1964, quando Goldman et al., utilizaram um *laser* de Rubi para a análise dos componentes inorgânicos do cálculo supra e sub-gengival.

O primeiro *laser* utilizado na Endodontia foi relatado por Weichman & Johnson (1971), onde experimentaram selar o forame apical *in vitro* com um aparelho de alta potência de CO_2. No entanto a tentativa não foi conseguida. Após este experimento, muitas pesquisas tem sido feitas no intuito de descobrir e solucionar vários problemas que acarretam o exercício da endodontia. (Kimura et al., 2000).

Na endodontia, o *laser* pode ser utilizado em vários procedimentos como: remoção de *smear layer* (Goldman et al, 1982; Goldberg & Spielberg,1982; Baumgartner & Mader, 1987; Ciucchi et al, 1989; Czonstkowsky,M et al, 1990); cirurgias parendodônticas (Gouw-Soares, et al., 1996; Takeda, et al., 1998); e redução microbiana intracanal (White, et al., 1991; Eduardo et al.,1993; Gutknecht et al., 1997, Winn, D.,1998; Eduardo & Gouw-Soares, 2001; Schoop, et al. 2002). Antonio et al., em 2001, pesquisou a redução bacteriana após a irradiação intracanal com *laser* de Er:YAG. As amostras depois de preparadas e inoculadas com *enterococus faecalis,* foram

irradiadas com o *laser* em dois parâmetros de energia diferentes: 60mJ e 15Hz, e 100mJ e 10Hz. A contagem de bactérias foi realizada imediatamente e 48 horas após a irradiação. Para a irradiação de 60mJ e 15Hz a redução imediata foi de 99,56% e 75,62% após 48 horas; e para 100mJ e 10Hz foi de 99,95% e 80,49% respectivamente. Através de vários estudos como estes, já está comprovado que a redução microbiana intracanal com *laser*, é confirmado.

No comprimento de onda de 2940nm temos o *laser* de Er:YAG que tem o efeito de ablação de tecidos duros e moles utilizando o jato de água. (Matsumoto, K.,2000).

Nos estudos de Stephan et al. (1999), no qual pesquisou os efeitos antimicrobianos do *laser* de Er:YAG em canais infectados, concluíram que o tratamento mostrou resultados clinicamente bons, entretanto o efeito térmico depende da hidratação do canal no qual deverá ser estudado e investigados em estudos futuros.

No entanto, sabe-se que o tratamento das paredes dentinárias após o preparo dos canais radiculares, pode influenciar no selamento marginal das obturações como demonstrado em estudos que avaliaram a presença de *smear layer* nas paredes dentinárias (White et al., 1987; Souza & Silva ,2001).

2.3.1 EFEITO DOS *LASER*S NAS PAREDES DENTINÁRIAS

As diferentes ações dos diferentes aparelhos *laser*s nas paredes dentinárias tem sido estudado. Hibst & Keller (1989) ao compararem a ação do *laser* de CO_2 e Er:YAG sobre a estrutura da dentina, concluíram que o *laser* de CO_2 causava fusão, carbonização e fissuras. Esses achados não eram observados quando se usava o *laser* Er:YAG. Já, Widgor et al. (1995), estudaram *in vitro* os efeitos do *laser* Er:YAG sobre a dentina e relataram que a irradiação em alta potência com este *laser* resulta num limitado efeito térmico na dentina, sem carbonização e zonas de necrose. Os autores concluíram que o *laser* Er:YAG causa menor dano térmico que os *laser*s Nd:YAG e CO_2.

O *laser* de Er:YAG produz no tecido dentinário microexplosões e

vaporização, num processo chamado ablação. (Sonntag et al.,1996).

Numa análise microscópica da ação do *laser* de Er:YAG, no tecido dentinário, revelou ausência de danos estruturais, derretimento ou rachaduras, e superfície cortada limpa, livre de *smear layer.*(Gouw-Soares et al., 1996). E utilizando uma energia de 14,11J/cm^2 propicia maior remoção da *smear layer*, deixando os canalículos dentinários totalmente desobstruídos em toda a extensão do canal, quando comparados a energias de 8,64J/cm^2 e 11,29J/cm^2. (Tanji et al., 1997).

A resposta pulpar e a ação sobre as paredes dentinárias, foram estudadas por Dostálová em 1997, e concluíram que nos parâmetros de 345mJ, 2Hz,150 pulsos, a análise histológica indicou não haver reações pulpares inflamatórias e alterações estruturais. Observou-se, ainda, redução na camada dentinária sem a presença de fraturas. Os autores concluíram que o *laser* Er:YAG pode ser utilizado "*in vivo*" na ablação do esmalte e dentina com segurança sob os parâmetros testados.

Comparando os efeitos dos *laser*s de CO_2, Nd:YAG e Er:YAG sobre a superfície radicular, foi observado que os *laser*s de CO_2 e Nd:YAG induziram alterações na superfície, tais como : cavitação, formação de glóbulos minerais derretidos e resolidificados, e carbonização da camada superficial da raiz. Em contraste, o *laser* Er:YAG produziu alterações na superfície radicular que poderiam ser esperadas como um condicionamento ácido, remoção da *smear layer* e exposição da matriz colágena. Não foram observadas evidências de derretimento ou carbonização da superfície no grupo tratado com o *laser* Er:YAG. (Israel et al.,1997).

Em pesquisa realizada para saber a permeabilidade dentinária nos canais radiculares, após a sua instrumentação, seguidos da aplicação ou não do *laser* de Er:YAG, Pécora et al. (2000), concluíram que a água como solução irrigadora após a instrumentação seguida do uso do *laser* foi o procedimento mais efetivo na permeabilidade dentinária. O uso da água como solução irrigadora sem a aplicação do *laser* promoveu a menor permeabilidade.

Para o preparo dos canais radiculares apenas utilizando o *laser* de Er:YAG, Matsuoka et al. em 2000, pesquisou dois grupos utilizando 3 diâmetros de fibras diferentes, e em cada grupo foi utilizado uma energia

diferente. Concluíram que o *laser* de Er:YAG é capaz de fazer o preparo do canal, utilizando parâmetros adequados. O Grupo onde foi utilizado 2Hz, 170-230mJ, não foi observado a presença de remanescentes pulpares e o tempo de preparo foi muito menor do que o grupo que usou energia menor.

No estudo de Ebihara, et al. (2002), determinaram os efeitos na dentina radicular, em diferentes parâmetros (10-30J/cm^2) na freqüência de 30Hz, com o *laser* de Er:YAG, com e sem o spray de água. Concluíram, que as paredes não ficaram polidas. A profundidade das cavidades revelaram diferenças significantes entre as cavidades. Não foram observados debris nas superfícies das cavidades em nenhuma das condições irradiadas. Muitas superfícies apresentaram derretimento e recristalização, e raras superfícies apresentaram aberturas dos túbulos dentinários quando irradiados com a seqüência de três pulsos sem spray de água.

2.3.2 REMOÇÃO DE *SMEAR LAYER*

O efeito do *laser* de Er:YAG nas paredes dentinárias na remoção de "debris" tem sido revelado por vários autores (Matsuoka et al., 1998; Takeda et al., 1998a.; Takeda et al. 1998b). Concluíram que com a energia de 150mJ, 20Hz, com o tempo de 1 seg., a redução de debris foi significante.

Quando estudado a influência do feixe do *laser* de Er:YAG sobre a morfologia dentinária, concluíram que não houve diferença na aparência morfológica das paredes quando utilizado o *laser* perpendicularmente ou paralelamente. A aplicação do *laser* criou superfícies dentinárias livres da *smear layer* com canalículos dentinários expostos e aparentes.

Takeda et al. (1999) analisaram "*in vitro*", os efeitos de três soluções irrigantes auxiliares e dois tipos de *laser*, quanto à capacidade de remoção da "*smear layer*" produzida pela instrumentação manual dos canais radiculares. Os autores estudaram as soluções de EDTA a 17%, ácido fosfórico a 6%, ácido cítrico a 6% e os *laser*s de CO_2 e Er:YAG. Os resultados mostraram que todas as soluções irrigantes removem "*smear layer*". A irradiação com o *laser* de CO_2, revelou fusão e derretimento da "*smear layer*", deixando uma camada residual vitrificada. Com o uso do *laser* Er:YAG, os autores verificaram ausência da "*smear layer*" com canalículos dentinários abertos.

2.3.3 ADESIVIDADE DOS CIMENTOS EM PAREDES DENTINÁRIAS TRATADAS COM *LASER*

Souza- Neto (1999) e Cussioli (1999),avaliaram "*in vitro*" o efeito da aplicação do *laser* Er:YAG sobre a dentina humana, sobre a adesividade de diferentes cimentos obturadores. Os cimentos foram colocados em dentina após tratamento com soro fisiológico e aplicação do *laser* Er:YAG. Os resultados mostraram que, aplicando os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol sobre a dentina, tratada ou não com *laser*, não havia diferença estatística significante. O autor explicou que esses resultados eram devidos ao fato de a adesão desses cimentos ser dada pela carga elétrica da colônia, usada em sua fórmula, e não por imbricamento mecânico. Os resultados mostraram que a aplicação do *laser* Er:YAG na dentina aumentou a adesão dos cimentos obturadores à base de resina epóxica, principalmente o AH-Plus e o Sealer 26.

Pécora et al. (2001) e Picoli, F. (2001) avaliaram os efeitos do *laser* Er:YAG e do EDTAC sobre a adesividade de seis cimentos endodônticos às estruturas dentinárias. Para isso, utilizaram-se 99 molares humanos, divididos em 3 grupos que foram tratados como segue: 1) irradiados com *laser* Er:YAG (2,25W, 4Hz, 200mJ, 62J), 2) irrigados com EDTAC por 5 minutos, 3) grupo controle que não recebeu tratamento. Os resultados evidenciaram o aumento da adesividade dos cimentos após a aplicação do *laser* de Er:YAG, que foi diferente estatisticamente do EDTAC e do grupo controle. Em relação aos cimentos, em ordem decrescente de adesividade, foram listados da seguinte forma: AH plus® , Top seal® e Sealer 26®, AH 26®, Sealer plus® e por último o FillCanal®. A aplicação do *laser* Er:YAG só foi significativamente superior à solução de EDTA-C, em propiciar um aumento na adesividade do cimento Sealer 26 à dentina.

2.3.4 SELAMENTO MARGINAL EM CANAIS TRATADOS COM *LASER*

Vários estudos têm sido feitos, para avaliar o selamento marginal apical, nos tratamentos endodônticos, quando utilizado o *laser* de Er:YAG, em virtude do seu poder de ablação, nas paredes dentinárias.

Carvalho (1999), estudou o selamento marginal apical das obturações de canais radiculares, realizados após a irradiação pelo *laser* de Nd: YAG ou de Er:YAG, com os canais secos. Os resultados mostraram que as maiores infiltrações ocorreram no grupo do *laser* de Er:YAG, cujo parâmetro utilizado foi de 120mJ; 10Hz; 1,2 W, seguido pelo grupo no qual foi utilizado apenas o EDTA, e pelo grupo onde foi utilizado a irradiação do *laser* de Nd:YAG, nos parâmetros 100mJ, 15Hz; 1,5W. Concluíram assim que a aplicação de *laser* de Er:YAG, nestas circunstâncias deve ser utilizado com cautela até que mais pesquisas sejam realizadas.

Kimura et al.(2001), avaliou a infiltração apical em canais preparados com o *laser* de Er: YAG, utilizando uma energia de 170 a 230mJ, 2Hz, e concluíram que os canais preparados com *laser* não afetaram em nada na infiltração apical após a obturação quando comparados aos canais tratados pelo método convencional.

Já nas pesquisas de Barbizam et al. (2001); avaliaram a infiltração marginal apical em canais radiculares tratados de três maneiras distintas e obturados com dois tipos de cimentos endodônticos. Os dentes sofreram um processo de diafanização em salicilato de metila, e a infiltração apical foi medida. Os resultados evidenciaram que os dentes obturados com o cimento Top Seal® apresentaram os menores níveis de infiltração ($p<0,01$). Os dentes preparados com hipoclorito de sódio a 1%, irradiados ou não com *laser* Er:YAG, apresentaram os mesmos níveis de infiltração marginal apical, menores que os níveis apresentados pelos dentes irrigados com hipoclorito de sódio a 1% e irrigação final com EDTA a 17%.

A adaptação dos cimentos nas paredes dentinárias após a irradiação ou não do *laser* de Er:YAG, foi estudado por Vale & Garcia em 2001, que compararam 3 grupos(*laser* Er:YAG nos parâmetros 44mJ, 10 Hz, 10 seg; EDTA por 5 min; solução salina) com 3 cimentos obturadores diferentes(Ketac-Endo, AH Plus, Endométhasone). Observaram que o *laser* de Er: YAG prejudicou a adaptação de todos os cimentos, o EDTA melhorou a adaptação do Endométhasone e do AH Plus. O Endométhasone apresentou a pior adaptação e o cimento AH Plus apresentou a melhor adaptação no grupo do EDTA.

2.3.5 ALTERAÇÃO DE TEMPERATURA NAS PAREDES RADICULARES

Brandão em 2001, estudou a alteração da temperatura durante a aplicação do *laser* de Er:YAG intracanal, em diferentes espessuras de dentina e com energias de 140mJ, 160mJ e 180mJ, variando as freqüências de 10 e 15 Hz. Foi verificado que para elevar 5°C na parede externa radicular, deve-se observar a energia do feixe *laser*, a taxa de repetição utilizada e a espessura da dentina radicular.

Nos estudos de Barberini et al. (2001), onde avaliaram o aumento de temperatura externa da raiz após a irradiação com o *laser* de Er:YAG(120mJ, 15Hz, 10 seg) e o *laser* de Nd:YAG(100mJ, 15Hz, quatro aplicações de 7 segundos), concluíram que a temperatura variou entre 0,5 a 1,0°C em todos os terços radiculares verificados, e não houve diferença entre os *laser*s utilizados, e a espessura da dentina não influenciou na mudança da temperatura promovida pelos *laser*s.

Em 2002, Kimura et al., estudaram o aumento de temperatura da superfície radicular durante a irradiação do *laser* de Er:YAG em canais radiculares. Foram experimentados 2 grupos, um grupo foi irradiado com a energia de 136-184mJ, 2Hz, e o outro 170-230mJ, 2 Hz por 1 minuto com spray de água. Os resultados obtidos foram que a temperatura da superfície radicular aumentou menos que 6°C na região apical e menos que 3°C na região média da raiz. Na avaliação morfológica , não houve carbonização ou derretimento. Esses resultados sugerem que o efeito térmico nos tecidos periodontais durante a preparação do canal utilizando o *laser* de Er: YAG pode chegar a 230mJ/pulso durante 1 min.

Para que o equipamento *laser* seja utilizado no tratamento endodôntico com segurança, um criterioso ajuste da potência deve ser administrado, desta forma o aumento da temperatura será moderado, não causando danos aos tecidos periodontais. (Schoop et al. 2002).

2.3.6 VISÃO MICROSCÓPICA E HISTOLÓGICA DAS PAREDES DENTINÁRIAS

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

Paghdiwala (1993), estudou o corte de raiz apical feito com *laser* de Er:YAG em níveis de energia de 50 a 90mJ/pulso em campo seco e úmido, e concluiu que as amostras úmidas apresentaram superfícies limpas, livre de queimaduras, indicando que este *laser* é um excelente meio de aplicação para terapias endodôntica.

Gaspirc & Skaleric(2001), avaliaram o efeito dos *laser* de Er:YAG e Nd: YAG, na morfologia, estrutura química, processos de difusão da superfície da raiz. Foram utilizados 60 raízes que foram irradiadas por um minuto cada, com 60mJ, 80mJ e 100mJ usando o *laser* de Er:YAG ou com 0,5W, 1.0W e 1,5W usando o *laser* de Nd:YAG. Como resultados observaram que o *laser* de Er:YAG influencia apenas na morfologia e no processo de difusão da superfície radicular, entretanto o *laser* de Nd:YAG, também altera a estrutura química das proteínas radiculares.

No estudo de Kesler et al., (2002), em paredes dentinárias apenas instrumentadas e sem a aplicação de *laser* de Er:YAG, observaram histologicamente grande quantidade de resíduos de tecido pulpar e a abertura dos túbulos foi observada em todas as amostras, em microscopia, foi observado paredes uniformes, da região apical à cervical, grande quantidade de túbulos abertos e diferentes níveis de debris no canal. Já no grupo onde foi aplicado o *laser* de Er:YAG, nos parâmetros de 140mJ, 10Hz, histologicamente não havia presença de resíduos pulpares, e os túbulos foram vistos em todos os espécimes, na microscopia, foi visto canais livres de debris, o *smear layer* foi removido, túbulos dentinários abertos e diferentes níveis de dilatação do canal. Concluíram assim que o *laser* de Er:YAG é efetivo na forma, limpeza, e na rapidez no alargamento dos canais e é mais eficaz que o método tradicional.

Um estudo comparativo da morfologia do cemento e dentina radicular após a aplicação do *laser* de Er:YAG, com e sem jato de água, comparados com amostras utilizando o *laser* de CO_2 e amostras sem tratamento, concluíram que o cemento e a dentina apresentaram microasperezas após a aplicação do *laser* de Er:YAG na utilização do spray de água durante a irradiação, há uma diminuição dos efeitos térmicos, resultando em superfícies mais limpas e menos porosas. (Sasaki, et al., 2002).

3 PROPOSIÇÃO

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar, *in vitro*, a adaptação do material obturador às paredes dentinárias tratadas pela forma convencional com EDTA e irradiado com *laser* de Er:YAG, utilizando três diferentes parâmetros de energia em canais secos ou úmidos, por meio da análise qualitativa da infiltração linear apical do corante azul de metileno.

Observar em uma amostra, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura a alteração morfológica da superfície dentinária do conduto radicular.

Além disso, avaliar se os parâmetros de energia utilizados ao nível de temperatura radicular externa em duas amostras de cada grupo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 PREPARO DOS ESPÉCIMES

Para esta pesquisa foram selecionados 81 dentes humanos, anteriores e unirradiculares, recém extraídos em postos de saúde e clínicas da cidade de Joinville – SC, e armazenados em recipientes fechados contendo uma solução salina fisiológica. As raízes foram selecionadas de acordo com a anatomia interna e externa, apresentando um único canal, reto e de ápice arredondado. Para isto foi realizada uma análise visual das mesmas, e em seguida, uma exploração com uma lima tipo K número 15, para certificar-se à presença de um único canal radicular e ausência de interferências em toda a sua extensão.

As amostras foram preparadas de forma que ficassem padronizadas em 15mm, removendo-se desta forma as coroas e 1mm final dos canais, com um disco 911H (Komet) montado em peça reta.

As 81 amostras foram preparadas biomecanicamente em toda a sua extensão até a lima tipo K (Meillefer) nº 40 e o escalonamento do preparo, realizado 1 mm aquém do comprimento de trabalho, com a lima tipo K no. 45. Durante o preparo biomecânico, todas as amostras foram irrigadas abundantemente com hipoclorito de sódio a 1% a cada troca de instrumento. Após o preparo químico-cirúrgico, as amostras foram preenchidas com solução de EDTA e agitadas com uma lima tipo K (Meillefer) nº 15 durante 3 minutos. Para neutralizar o EDTA, as amostras foram irrigadas com uma solução salina fisiológica.

Em seguida, as amostras foram armazenadas em recipientes estéreis contendo solução salina fisiológica e divididas em sete grupos de acordo com o tratamento a ser realizado nas paredes dentinárias intraradiculares.

Grupo 01- (Grupo Controle- GC)- 11 amostras terão seus canais completamente secos com cones de papel absorvente.

Grupo 02-S (Grupo 2 – SECO)-(G2-S). 11 amostras terão seus canais completamente secos com cones de papel absorvente e irradiados com *laser* de Er:YAG utilizando, 10Hz, 100 mJ (input)monitor, 42 mJ (output) saída da

fibra.

Grupo 02-U (Grupo 2 – ÚMIDO)-(G2-U) - 11 amostras permanecerão úmidos e para isso será introduzido no canal um cone de papel absorvente durante 2 segundos para remover o excesso de solução salina e em seguida irradiados com o *laser* de Er:YAG utilizando os mesmos parâmetros do grupo G2-S.

Grupo 03-S (Grupo 3 –SECO)-(G3-S)- 11 amostras terão seus canais completamente secos com cones de papel absorvente e irradiados com *laser* de Er:YAG utilizando, 6Hz, 140mJ(input)saída do aparelho, 58,8mJ(output)saída na fibra.

Grupo 03-U (Grupo 3 –ÚMIDO)-(G3-U)- 11 amostras permanecerão úmidas e para isso será introduzido no canal um cone de papel absorvente durante 2 segundos para remover o excesso de solução salina e em seguida irradiados com o *laser* de Er:YAG utilizando os mesmos parâmetros do grupo G3-S.

Grupo 04-S (Grupo 4- SECO)- (G4-S)- 11 amostras terão seus canais completamente secos com cones de papel absorvente e irradiados com *laser* de Er:YAG utilizando, 6Hz, 180mJ(input)saída do aparelho, 75,6mJ(output)saída na fibra.

Grupo 04-U (Grupo 4-ÚMIDO)- (G4-U)- 11 amostras permanecerão úmidas e para isso será introduzido no canal um cone de papel absorvente durante 2 segundos para remover o excesso de solução salina e em seguida irradiados com o *laser* de Er:YAG utilizando os mesmos parâmetros do grupo G4-S.

Esses parâmetros utilizados foram obtidos através de um estudo piloto prévio, e através da revisão de literatura obtida.

4.2 APARELHOS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA IRRADIAÇÃO *LASER*

Para as irradiações intracanal foi utilizado o *laser* de Er:YAG 2,94μm modelo Kavo-Key *laser* 2, pertencente ao LELO (USP), projeto FAPESP, pulsado, de alta intensidade, utilizando-se a fibra óptica de 0,375mm de diâmetro (2 anéis), montada na peça de mão 2055, no comprimento total do

canal radicular, com movimentos helicoidais de apical para cervical, com velocidade aproximada de 2mm/s. Este procedimento foi repetido por 4 vezes, com intervalos de 20 segundos entre cada irradiação.

Em 2 amostras dos grupos tratados com *laser* de Er:YAG, foram realizadas avaliações do aumento de temperatura na superfície externa radicular durante a irradiação intracanal por meio de Termopares colocados na região cementária do terço apical da raiz, juntamente com uma pasta termocondutora, ligados a um amplificador de dados (SRS10 – Lock-in Amplifier- Stanford Research System) acoplado a um microcomputador captador de dados. Estes dados foram passados para gráficos, onde futuramente foram analisados.

Uma amostra de cada grupo foi dividida no sentido vestíbulo-lingual, que foram preparadas para análise da alteração morfológica da superfície dentinária, através do microscópio eletrônico de varredura.

4.3 AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO APICAL

Após o tratamento das paredes do canal radicular, as 77 amostras foram fixadas em palitos de madeira sobre placas de cera utilidade e impermeabilizadas externamente com duas camadas de esmalte de unha de cor vermelho, exceto na abertura cervical e forame apical. Para isto, foi colocado um cone de guta-percha número 35 no interior do canal até o seu travamento no ápice radicular, a fim de limitar o forame e evitar que o esmalte pudesse penetrar acidentalmente no interior do canal.

Após estes procedimentos os canais foram secos e obturados através da técnica da condensação lateral com cones de guta-percha, que foram selecionados a partir do cone de número 40, o qual atingiu toda a extensão do canal radicular travando no limite apical. Quando o cone ultrapassou o comprimento do canal, este foi cortado com uma lâmina de bisturi número 15 e novamente testado o seu travamento. Após a adaptação do cone principal, procedeu-se à manipulação do cimento endodôntico Sealer 26® de acordo com as instruções do fabricante. Foi realizada a obturação dos canais pela técnica da condensação lateral ativa. Para isto, foram utilizados um espaçador digital número 25 e cones secundários de guta-percha R-7 e B-7, até a completa

obturação do canal radicular.

Tomadas radiográficas foram realizadas no sentido mésio-distal para constatar a qualidade das obturações e, em seguida foi realizado o corte do excesso de material obturador na região cervical, com um condensador endodôntico aquecido.

Com os canais obturados, uma última impermeabilização foi realizada na região cervical com esmalte de unha e com cera pegajosa sobre toda a superfície das amostras, sendo depositada com uma espátula aquecida, exceto na abertura apical, onde a impermeabilização foi realizada mantendo-se apenas o material de obturação do canal radicular exposto.

Além destas 77 amostras, 4 foram utilizadas para o controle interno positivo e negativo, nos quais as amostras foram obturadas sem cimento endodôntico. Para o controle positivo, 2 amostras com os canais obturados tiveram o forame apical sem impermeabilização, e para o controle negativo, 2 amostras com os canais obturados terão a superfície externa da raiz totalmente impermeabilizada com cera pegajosa.

Após a impermeabilização, as raízes foram imersas em solução aquosa

altas somente são alternativas viáveis para o procedimento intracanal em espessuras dentinárias acima de 1,5 milímetro.

A utilização do *laser* nas paredes dentinárias, provoca alterações morfológicas. Essas alterações com presença ou não de *smear layer*, podem interferir na adaptação do material obturador às paredes dentinárias do canal. De acordo com White *et al*, 1987, a *smear layer* presente nas paredes dos canais radiculares atua como barreira física, interferindo na adesão e penetração dos cimentos obturadores nos túbulos dentinários. Com a remoção desta camada, ocorre a penetração do cimento endodôntico no interior dos túbulos, melhorando a capacidade seladora da obturação. (White *et al*, 1984). A remoção desta camada, na endodôntica, é realizada com o emprego de um agente quelante (EDTA), utilizando após o preparo biomecânico, agitado por dois ou três minutos no interior dos canais radiculares (Lopes *et al*, 1996; Leonardo & Leal, 1998). A utilização deste agente quelante (EDTA) pode ser feita em forma líquida ou gel, e nesta pesquisa foi utilzado o gel a 24% (Biodinâmica), respaldados na pesquisa de Vale, et al, 2003; no qual comparou o efeito dos dois produtos em MEV, e concluiu que não houve diferença significante entre os dois grupos (líquido e gel), e ambos promoveram uma limpeza excelente da superfície dentinária intracanal, quando utilizado por 3 minutos. Isto foi comprovado em nosso trabalho, onde o grupo controle, apresentou-se limpo, com os túbulos dentinários abertos, livre de impurezas.

Baseado nas considerações de que a simples remoção da *smear layer* pode interferir no selamento marginal das obturações e que o uso da irradiação *laser* modifica a morfologia das paredes dos canais radiculares podendo interferir no selamento das obturações, bem como promover o aumento de temperatura desta região, realizou-se o trabalho.

5.2 DA METODOLOGIA

Para avaliar a adaptação da obturação às paredes dos canais radiculares, optou-se pelo método da análise quantitativa de infiltração apical do corante azul de metileno, por ser um método simples e seguro, que se baseia na suposição de que a penetração do corante pode indicar a extensão do espaço existente entre a obturação e as paredes do canal.

Os dentes humanos utilizados foram obtidos de extrações indicadas, obtidas em clínicas particulares e públicas da cidade de Joinville-SC, com prévia autorização dos pacientes aos profissionais. Referente à padronização das amostras, existem algumas dificuldades relátivas à idade do dente, quantidade de dentina esclerosada, variáveis anatômicas, principalmente da região apical. Para diminuir estas variáveis, 1mm apical de cada amostra foi removida, com intuito de deixar o forame apical sem desvio, seguindo o canal dentinário. A sobreobturação até a Lima K no. 40 em todas as amostras, ampliando o forame e padronizando seu diâmetro, fez com que todas as amostras tivessem condições semelhantes para a penetração do corante, com área de contato de igual diâmetro entre o material obturador e a solução traçadora em todas as raízes.

Para que o corante penetrasse apenas pelo forame apical, realizou-se a impermeabilização de toda a superfície radicular externa com duas camadas de esmalte de unha na cor vermelha, facilitando a visualização da aplicação da mesma, seguida de aplicação de uma camada de cera pegajosa, em toda a superfície radicular externa, com exceção da região apical. Existem várias substâncias utilizadas com esta finalidade, mas em nossos controles negativos, observamos que estes agentes promoveram a total vedação de todas as paredes, e nos controles positivos, a solução traçadora penetrou onde não havia sido feita a impermeabilização(apical e cervical). Desta forma esta técnica nos deixou seguros para a execução desta análise.

No que diz respeito à utilização de substâncias traçadoras para a realização das medidas das infiltrações, Valera, em 1993 e 1998, dão preferências aos corantes. Nesta pesquisa, o corante utilizado foi à solução

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

aquosa de azul de metileno a 2%. Segundo Kersten & Moorer em 1989, o azul de metileno possui uma infiltração comparável à do ácido butírico, que é produzido por microorganismos, além do que o corante possui uma boa resolução, é de fácil manuseio e econômico.

Quanto à utilização a vácuo, Antonopoulos *et al*, em 1998, avaliaram métodos passivos de penetração de corante, sob pressão negativa ou sob condições de alta pressão e verificaram que não é necessário o uso de pressão negativa para avaliar a capacidade de selamento das obturações endodônticas, *in vitro*.

Relativo a escolha do *laser*, optou-se pelo uso do *laser* de Er:YAG, uma vez que os estudos de Tanji *et al*, em 1998, constataram que a irradiação com este comprimento de onda promove a abertura dos túbulos dentinários decorrente do processo de ablação.

A escolha dos parâmetros utilizados para a irradiação foi baseada em trabalhos previamente realizados por: Carvalho, 1999; que utilizou uma energia de 100mJ, 10Hz, Antonio, 2001, que utilizou esta mesma energia e obteve uma redução microbiana significante; bem como um estudo piloto prévio, onde foi avaliado o aumento de temperatura externa da raiz.

A forma de irradiação intracanal foi realizada segundo Gutknecht *et al*, 1996, que preconizam a irradiação com de movimentos helicoidais da fibra óptica, da região do ápice até a coroa, repetindo esta ação por quatro vezes, com intervalos de 20 segundos entre as irradiações, conseguindo desta forma agir em todas as paredes do canal.

A utilização de grupos secos e úmidos se deve ao fato de que, quanto ao aumento de temperatura, um dente quando hidratado apresenta menor aumento do que quando seco, assim sendo foi o objetivo comparar o aumento de temperatura, alteração morfológica e microinfiltração apical dos grupos distintos.

5.3 DOS RESULTADOS

5.3.1 MICROSCOPIA ELETRÔNICA

Observamos através da microscopia eletrônica de varredura os seguintes resultados, que podem ser observados pelas figuras que se encontram em anexo:

a) Grupo Controle- As paredes apresentaram-se uniformes com pequenas áreas de irregularidade, intercaladas com áreas de superfície lisa, com os túbulos dentinários abertos (T), sem presença de *smear layer* , tanto no terço médio(Figura 01), como no terço apical (Figura 02). Observa-se apenas que na região apical, os túbulos são mais atrésicos do que no terço médio.
Estes resultados estão de acordo com os trabalhos de Goldman *et al*, 1981; Goldman *et al*, 1982; Goldberg & Spielberg,1982; Baumgartner & Mader, 1987; Ciucchi *et al*, 1989; Czonstkowsky,M *et al*, 1990; Garberoglio & Becce, 1994; Sen *et al*. 1995; Tam & Donald, 2000; Guerisoli *et al*, 2002., nos quais concluíram que a solução de EDTA juntamente com a instrumentação do canal com hipoclorito de sódio é eficaz na remoção do *smear layer* e redução microbiana intracanal.

b) Grupo 2-S – Foi observado que no terço médio da amostra, apresentou debris agregados as paredes do canal (Figura 3), já no Grupo 2-U-, isto não ocorreu, as paredes apresentaram-se irregulares com pequena presença de debris e os túbulos dentinários apresentaram-se mais abertos.(Figura 4).

No terço apical dos elementos, tanto no grupo seco (Figura 5) como no grupo úmido (Figura 6) pode ser observada a presença de debris, não apresentando desta forma diferenças significativas.

Observamos também, que não houve nos dois grupos a presença de áreas de fusão, carbonização e fusão-resolidificação da dentina tratada. Isto está de acordo com os trabalhos feitos por Hibst & Keller (1989) e Gouw-Soares 2001, ao compararem a ação do *laser* de CO_2 e Er:YAG sobre a estrutura da dentina, onde concluíram que o *laser* de CO_2 causava fusão, carbonização e fissuras.

Esses resultados não foram observados quando se usava o *laser* Er:YAG.

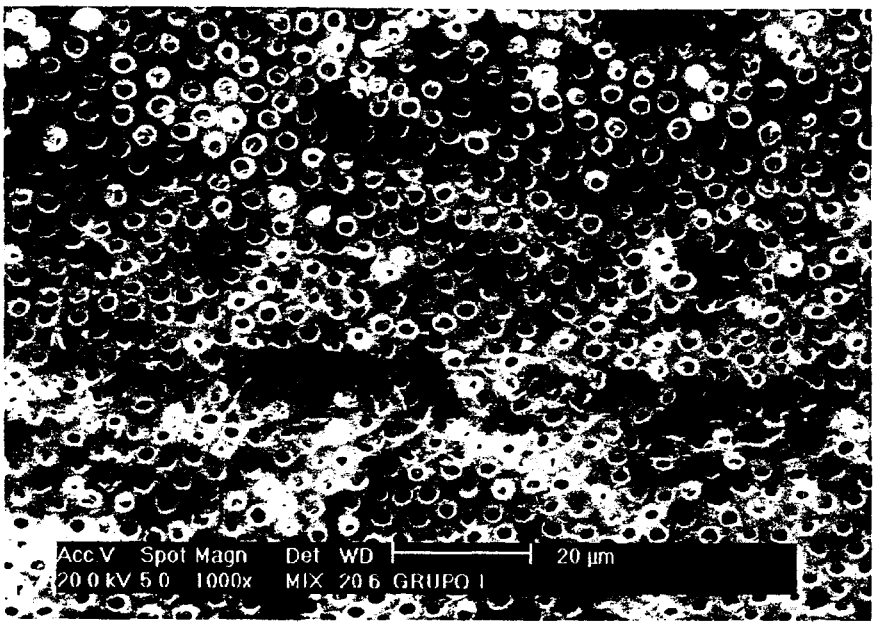


Figura 1 - Grupo Controle - Terço Médio da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original.

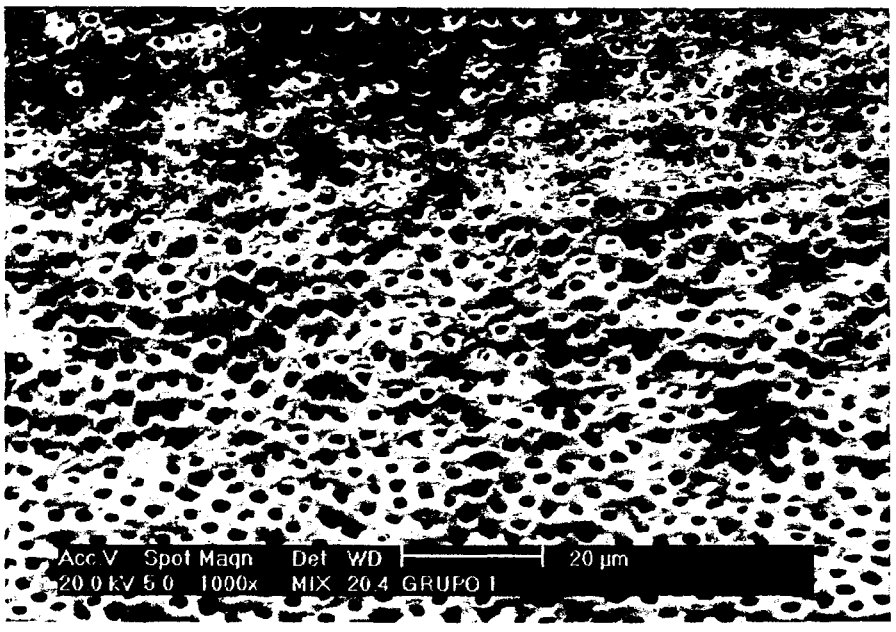


Figura 2 - Grupo Controle - Terço Apical da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original.

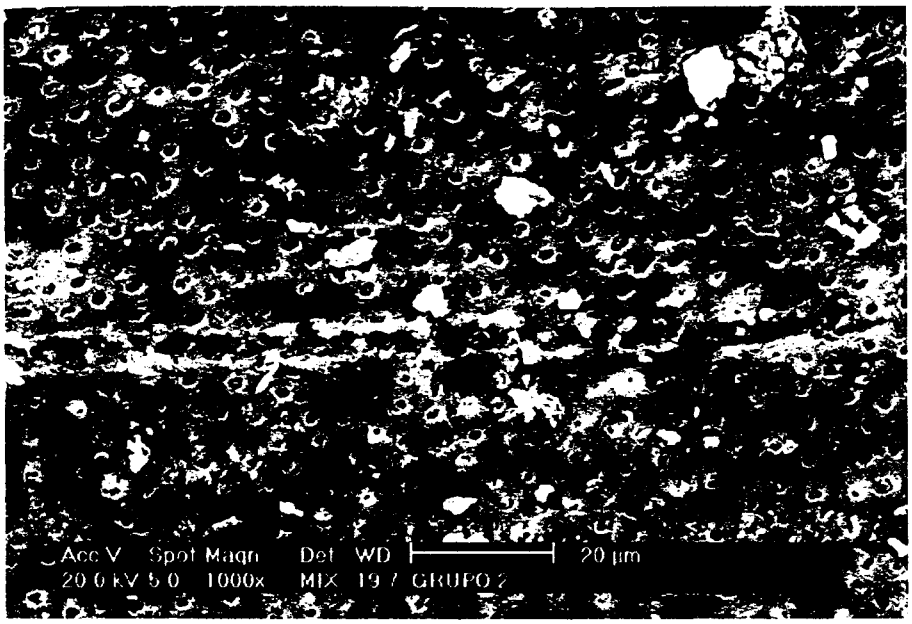


Figura 3 - Grupo 2-S - Terço médio da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original.

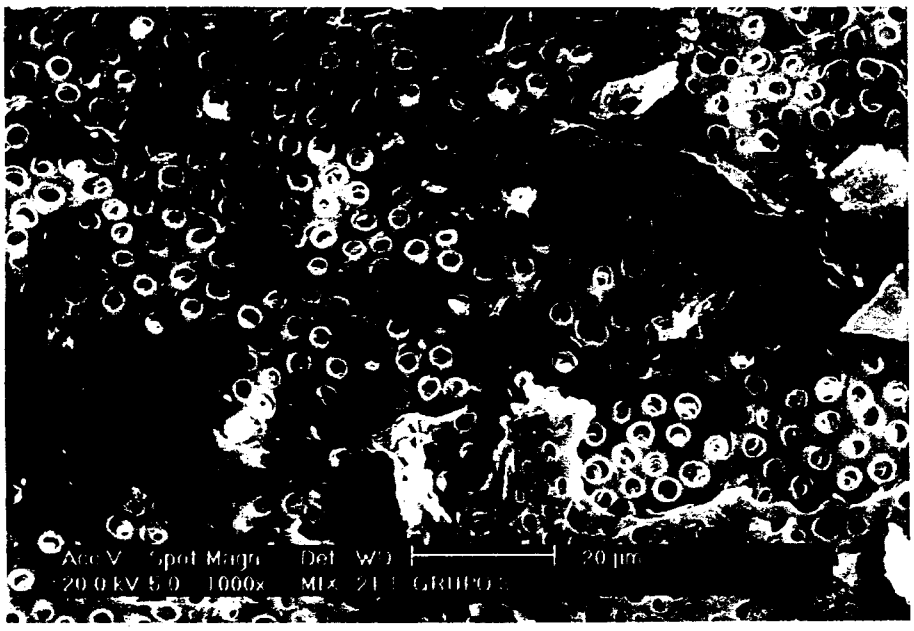


Figura 4 - Grupo 2-U - Terço médio da raiz em M.E.V com 1000x de aumento original.

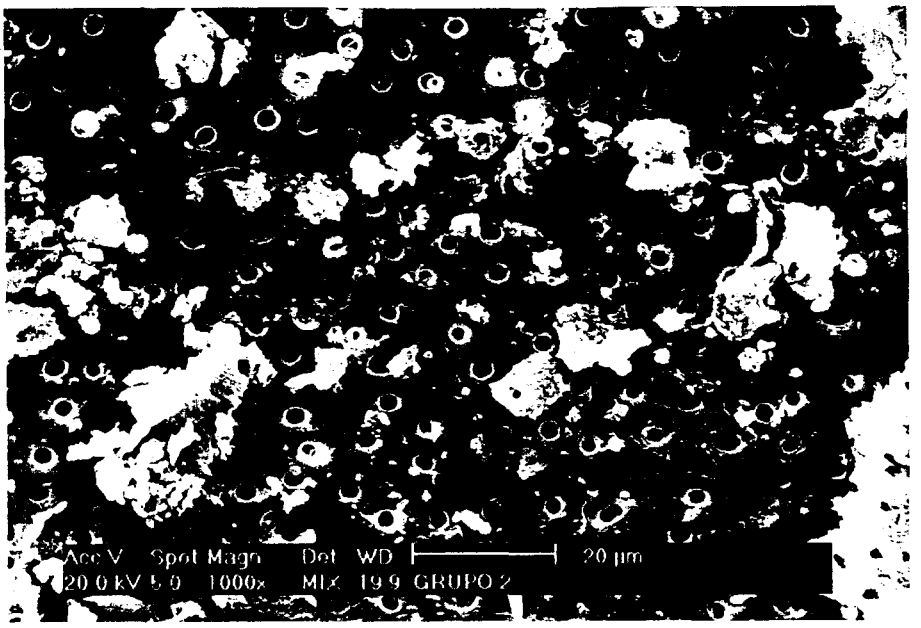


Figura 5 - Grupo 2-S - Terço apical da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original.

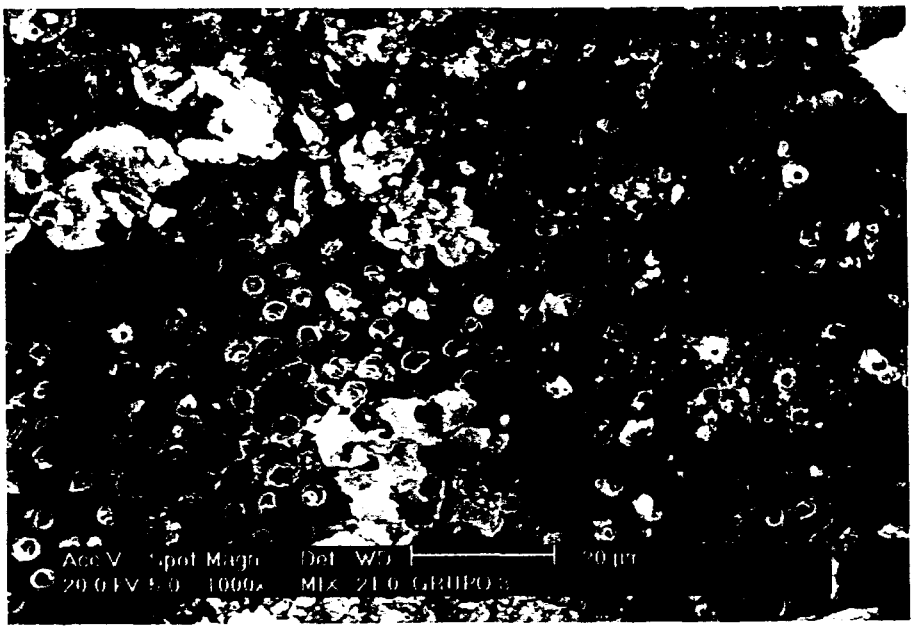


Figura 6 - Grupo 2-U - Terço apical da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original.

c) Grupos 3-S e 3-U- No terço médio da amostra, o grupo seco apresentou alguns túbulos dentinários abertos(Figura 7), e no grupo úmido os túbulos dentinários eram ainda mais evidentes (Figura 8). Havia presença de debris em ambos os grupos, sendo que no grupo seco de uma forma mais intensa. No grupo úmido observou-se lascas de dentina removidas e novamente aderidas nas paredes do canal.

No terço apical, no grupo seco é muito característico a presença de debris aderidos deixando os túbulos dentinários obstruídos em toda a parede do canal (Figura 9), já no grupo úmido, as paredes estão irregulares e os túbulos dentinários estão abertos, livres de debris. (Figura 10). Isto confere com o trabalho de Ebihara em 2002, no qual amostras foram irradiadas com o *laser* de Er:YAG, com e sem água, com energias de 10 a 30 J/cm^2 e demonstraram que raras foram as superfícies com aberturas dos túbulos dentinários nos grupos onde foram feitas seqüência de três pulsos sem spray de água.

d) Grupos 4-S e 4-U- Nestes grupos foram observados a presença de material de debris e lascas de dentina tanto no terço médio (Figura 11), como no terço apical (Figura 12) no grupo seco, deixando muito poucos túbulos dentinários expostos. Já no grupo úmido, no terço médio, havia presença de poucas regiões com debris (Figura 13), mas na região apical estas regiões estavam ausentes.(Figura 14). Houve presença de uma fusão associada a resolidificação das paredes dentinárias. Esta aparência de fusão e resolidificação também foram observadas nos trabalhos de Ebihara (2002) sugerindo que em muitas paredes apresentaram derretimento e recristalização da dentina.

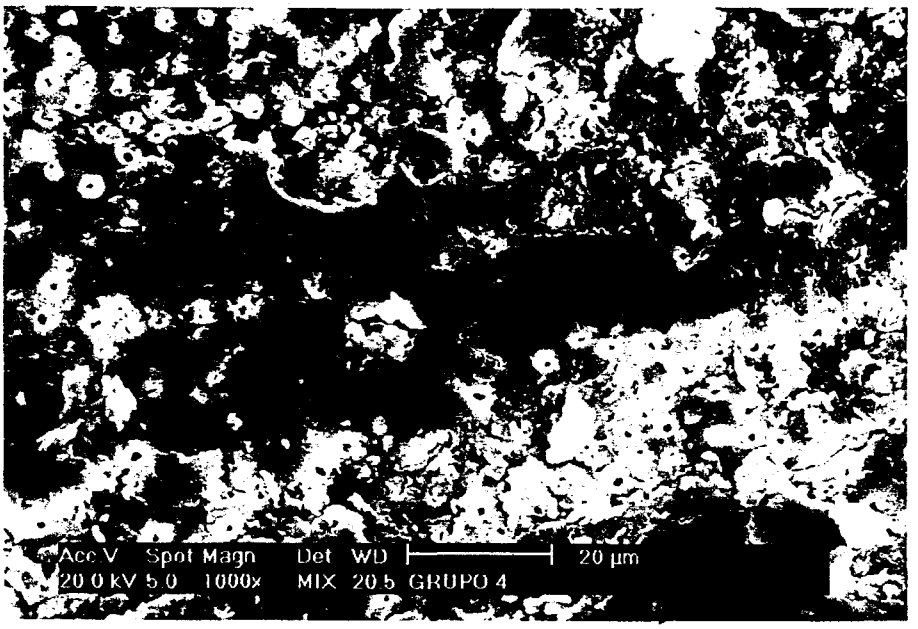


Figura 7 - Grupo 3-S - Terço médio da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original.

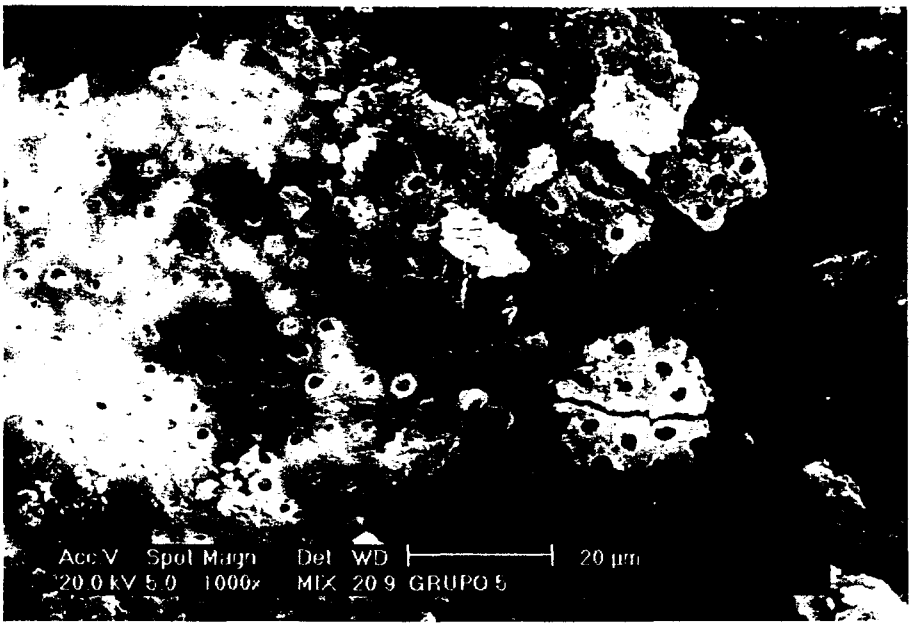


Figura 8 - Grupo 3-U - Terço médio da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original.

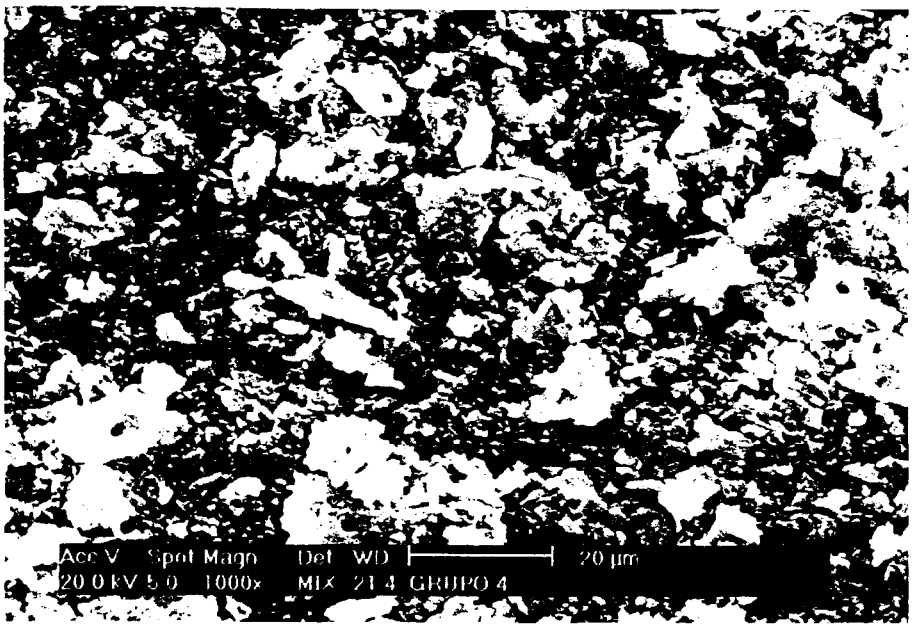


Figura 9 - Grupo 3-S - Terço apical da raiz em M.E.V com 1000x de aumento original.

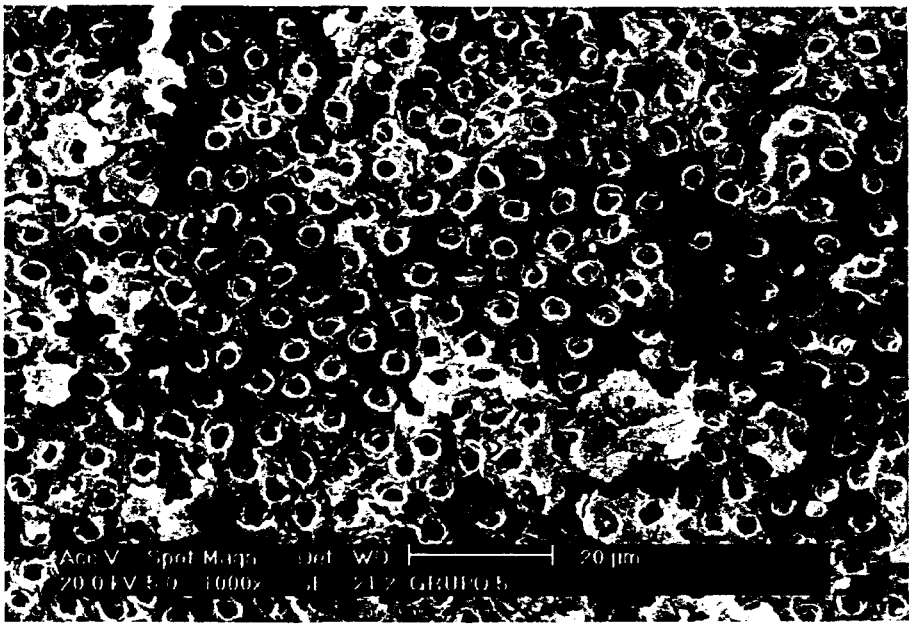


Figura 10 - Grupo 3-U - Terço apical da raiz em M.E.V com 1000x de aumento original.

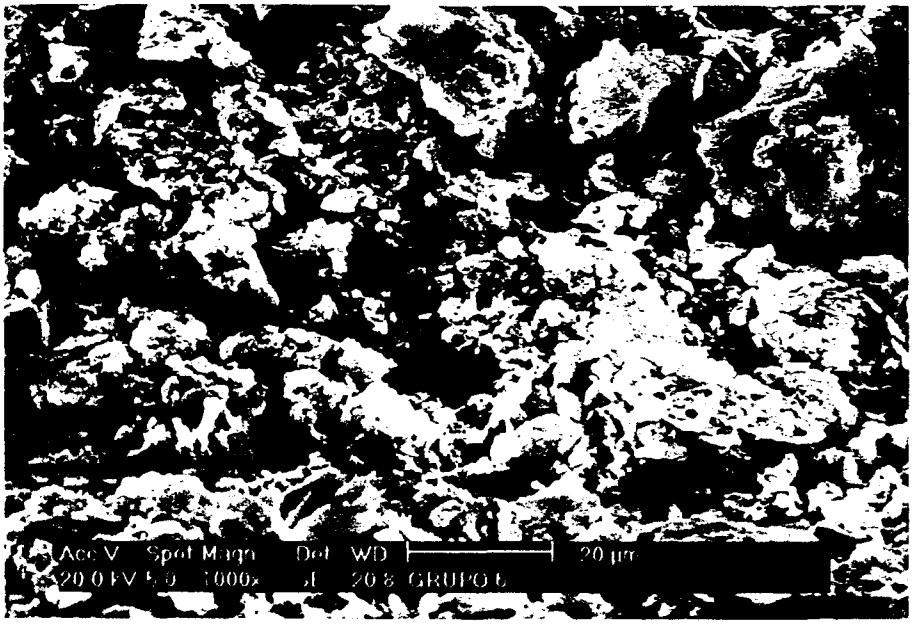


Figura 11 - Grupo 4-S - Terço médio da raiz em M.E.V, com 1000x de aumento original.

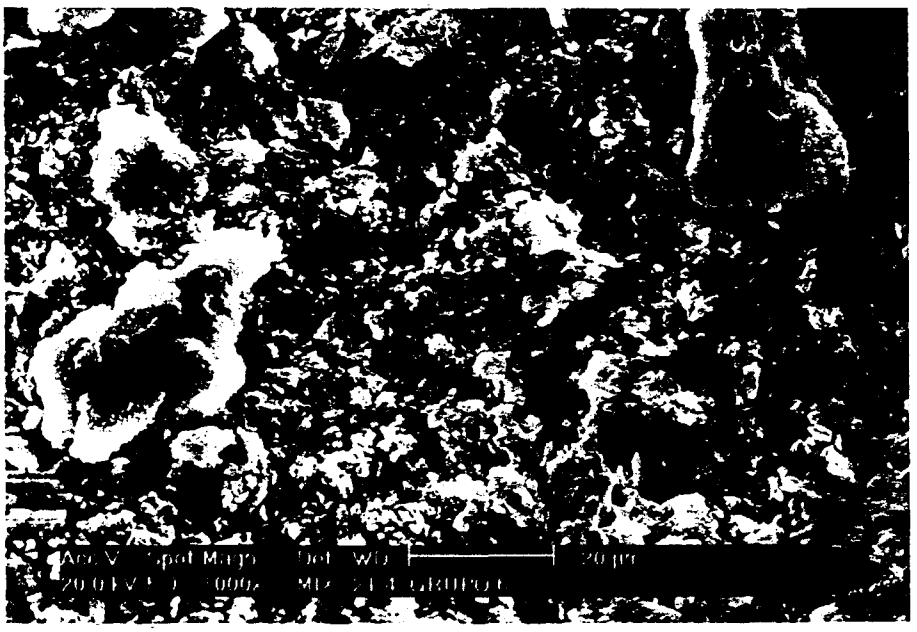


Figura 12 - Grupo 4-S - Terço apical da raiz em M.E.V, com 1000x de aumento original.

Figura 13 - Grupo 4-U - Terço médio da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original.

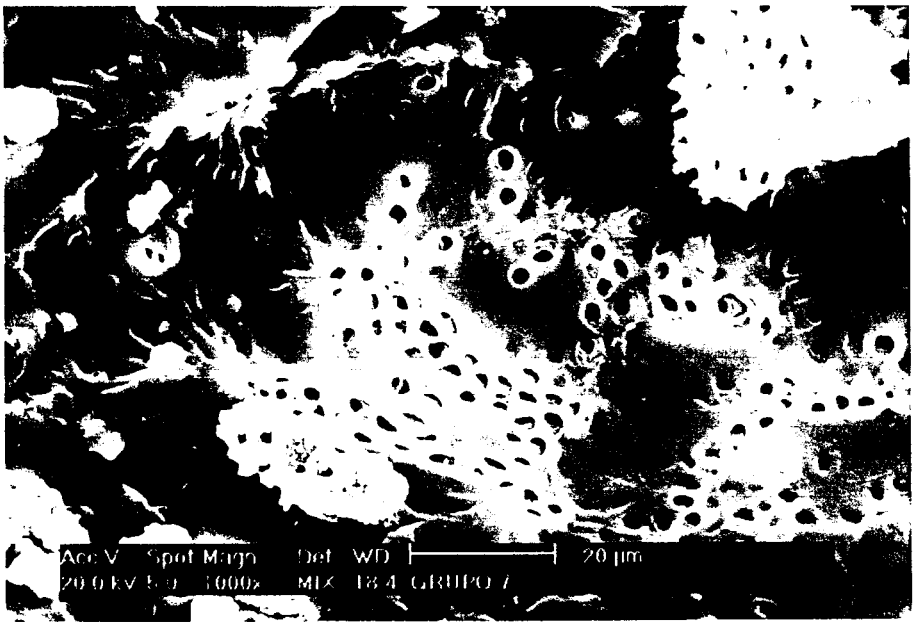


Figura 14 - Grupo 4-U - Terço apical da raiz em M.E.V. com 1000x de aumento original.

5.3.2 AUMENTO DA TEMPERATURA

Os gráficos de aumento de temperatura durante a irradiação intracanal, foram obtidos através de um aparelho de termopar aderido à superfície externa ao ápice radicular utilizando uma pasta termocondutora, e conectado a um sistema eletrônico de referência e amplificação de dados que passava por um conversor analógico-digital e este registro era dado no computador.

Cada gráfico apresenta quatro traçados, referentes às quatro irradiações intracanal, com intervalo de 20 segundos entre as irradiações. De cada grupo duas amostras foram irradiadas e ,portanto, obteve-se 2 gráficos.

Todos os gráficos estão detalhadamente apreşentados nos Apêndices 2.

Através dos gráficos obtidos, observamos, portanto, que nos grupos 4-S e 4-U a diferença entre os grupos seco e úmido foi mínima de 41°C e 40,9°C respectivamente. A média da variação da temperatura mínima e máxima foi de 4,5°C no grupo seco e de 4,2°C no grupo úmido.

Comparando todos os gráficos, podemos mostrar os resultados obtidos na tabela no. 01, comparando a temperatura mínima e máxima de cada grupo e na tabela no. 2 a variação de temperatura entre a mínima e a máxima, observando assim se os mesmos poderiam trazer algum dano aos tecidos perirradiculares.

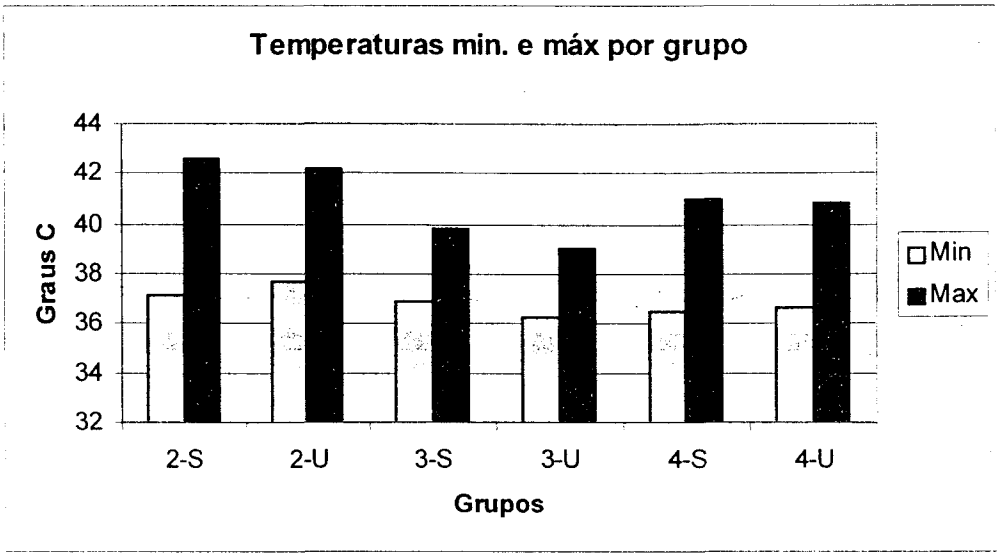


Tabela 1 - Médias dos valores mínimos e máximos obtidos após as 4 irradiações nos devidos grupos.

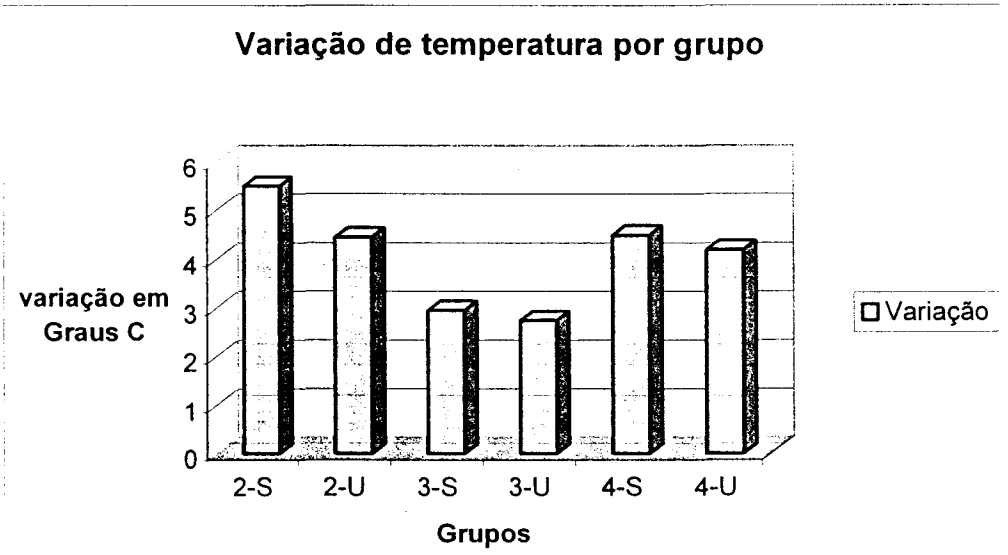


Tabela 2 - Variação das temperaturas máximas e mínimas obtidas nos grupos

Observamos que os grupos secos apresentaram uma média maior de aumento de temperatura que os grupos úmidos respectivos. Estes resultados mostram-se dentro das pesquisas feitas por Hibst e Keller (1992) e Lee *et al* (2000), que verificaram que o spray de água reduziu o efeito térmico tanto para o pulso simples como para os múltiplos.

O grupo que apresentou a maior média no aumento de temperatura foi o grupo 2-Seco, no qual foi irradiado com a energia de 100mJ e 10 Hz, isto poderá ter ocorrido em virtude da alta freqüência utilizada, já que nos outros

grupos, apesar da energia ter sido maior, a freqüência utilizada foi de 6 Hz. Isto está de acordo com Hibst & Keller(1992), que citaram em seus estudos, que a fim de evitar um aquecimento de curta duração, a uma temperatura de mais de 10°C da membrana perirradicular, a freqüência da seqüência dos pulsos não deve ser muito alta ou a velocidade de retrocesso não deve ser muito lenta.

Foi percebido também que em todos os grupos o aumento de temperatura foi demonstrado seqüencialmente as irradiações feitas, ou seja, na primeira irradiação a temperatura era baixa e foi aumentando num todo até a quarta irradiação, onde a temperatura máxima foi observada.

Foi observado em todos os grupos que a temperatura máxima foi conseguida na quarta irradiação feita na amostra, havendo desta forma um acúmulo de calor sucessivamente ao número de irradiações, mesmo deixando 20 segundos de intervalo entre uma irradiação e outra.

Concluímos que, nos grupos pesquisados, a maior temperatura observada foi em uma amostra do Grupo 2-S que chegou a 43°C, isto é 6,5°C acima da temperatura inicial e ela manteve-se por 2 segundos. Isto quer dizer que, as energias pesquisadas poderiam ser utilizadas na clínica diária, sustentados a pesquisa de Eriksson & Albrektson (1983) onde relataram que o aumento acima de 10°C na superfície radicular externa, durante um minuto, provocou a necrose do ligamento periodontal, com anquilose e reabsorção radicular externa.

5.3.3 MICROINFILTRAÇÃO APICAL

Apesar da observação na microscopia eletrônica de que alguns grupos apresentaram maior ou menor agregação de material ablasivo, bem como de túbulos dentinários abertos e obstruídos, observamos em nossa pesquisa, como podemos ver pelos dados no Apêndice 01, que praticamente todos os grupos não apresentaram diferença significantes entre os grupos e subgrupos em relação à infiltração do corante.

Na tabela n.03, podemos observar a média das infiltrações de cada grupo e podemos perceber a pequena diferença entre os grupos

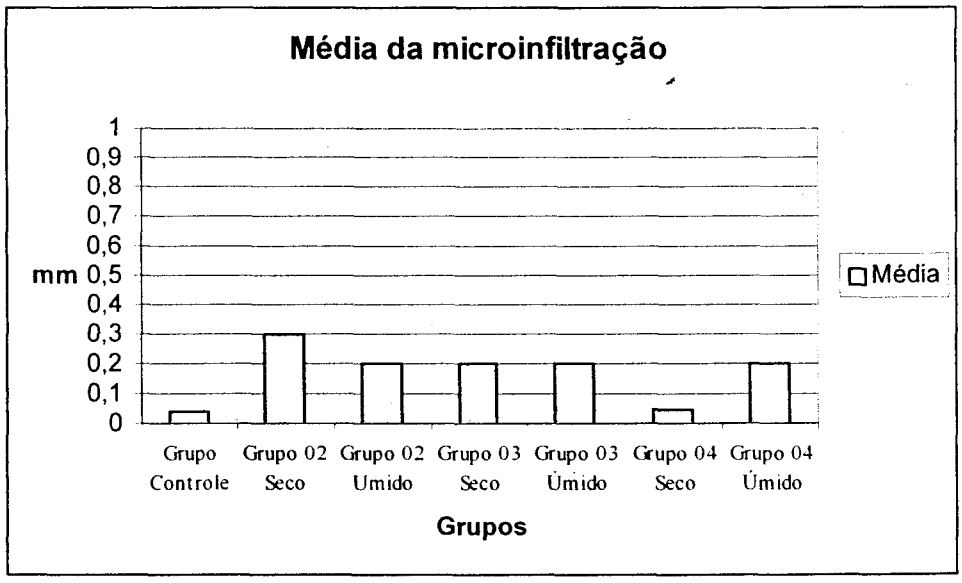


Tabela 3 - Média da microinfiltração apical linear em cada grupo.

Na figura 15, podemos observar uma fotografia feita de um dos grupos.

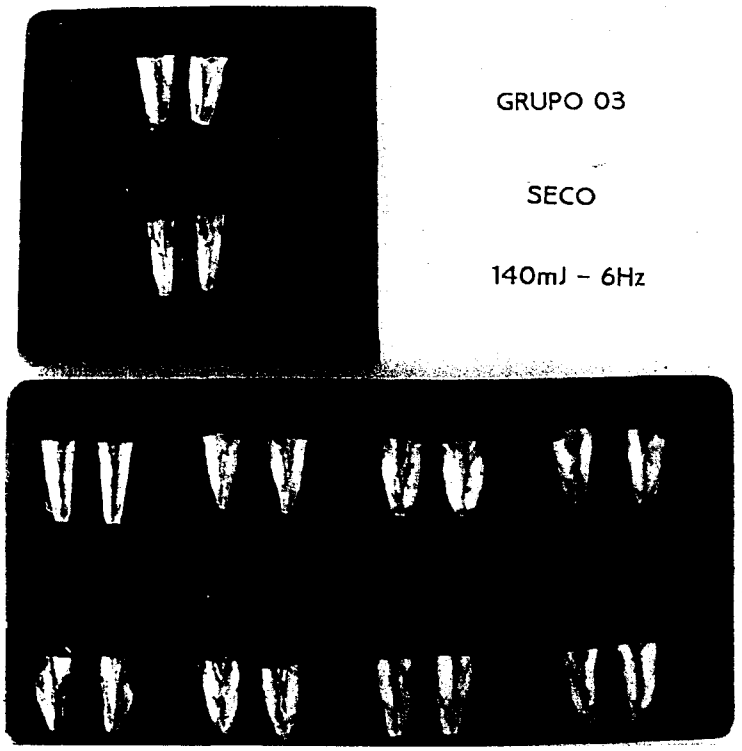


Figura 15- Amostras do Grupo 3-S, clivadas para observação da microinfiltração apical.

Observamos que em nenhuma amostra a microinfiltração foi relevante.

Como segurança, fizemos o duas amostras de controle interno positivo (figura 16), onde as amostras forma impermeabilizadas da mesma forma que todas as outras amostras da pesquisa, mas estas forma obturadas sem cimento endodôntico (Sealer 26).

Figura 16 – Controle Positivo.

Observamos nesta amostra que houve a penetração de corante por toda a amostra.

Também foram feitos os controles negativos (Figura 17), e estas amostras foram inteiramente impermeabilizadas, para que desta forma, tivéssemos a segurança da nossa impermeabilização.

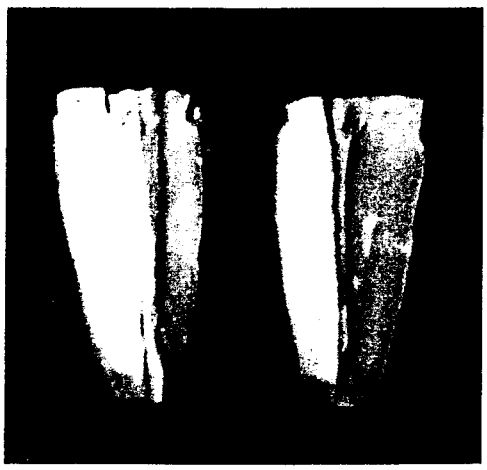


Figura 17- Controle Negativo

Observamos que nesta amostra não houve penetração do corante em nenhuma região, concluindo assim que, a impermeabilização com esmalte de unha e cera pegajosa foi extremamente eficaz na proteção da amostra frente à penetração do corante azul de metileno.

Observamos desta forma, que não houve penetração na interface superfície dentinária/material obturador , em nenhum dos grupos pesquisados, e desta forma concluímos que a adaptação do cimento Sealer 26 foi extremamente eficaz na obturação dos canais, no que diz respeito a microinfiltração apical.

Estes resultados estão de acordo com o trabalho de Kimura *et al.*(2001), no qual avaliou a infiltração apical em canais preparados com o *laser* de Er: YAG, utilizando uma energia de 170 a 230mJ, 2Hz, e concluíram que os canais preparados com *laser* não afetaram em nada na infiltração apical após a obturação quando comparados aos canais tratados pelo método convencional. E também com os trabalhos de Barbizan *et al.* (2001), onde concluíram que, os dentes preparados com hipoclorito de sódio a 1%, irradiados ou não com *laser* Er:YAG, apresentaram os mesmos níveis de infiltração marginal apical, e estes grupos ainda apresentaram infiltração menor do que no grupo controle (dentes irrigados com hipoclorito de sódio a 1% e irrigação final com EDTA a 17%).

6 CONCLUSÕES

Nas condições deste estudo pode-se observar:

- Diferenças microestruturais nas paredes dentinárias quando os canais foram irradiados de forma seca ou úmida, comparando-se ao grupo controle.

- Apenas no grupo 4-U (180mJ- 6Hz), foram observadas zonas de fusão e resolidificação na superfície da dentina intraradicular.

- O aumento da temperatura foi maior nos grupos secos do que nos grupos úmidos, em todos os parâmetros utilizados, mas todos podem ser utilizados clinicamente, já que os aumentos de temperatura foram inferiores a 10°C.

- O intervalo de 20 segundos entre irradiações eleva a temperatura inicial de 2 à 3°C acima da inicial, em média, na última irradiação. Mesmo assim, o procedimento não elevou a temperatura de pico acima do tolerável.

- Não houve diferença significativa entre os grupos experimentais irradiados com *laser* quanto a microinfiltração apical quando comparado ao grupo controle.

- O cimento Sealer 26 foi eficaz na obturação dos canais radiculares quanto a microinfiltração apical.

7 APÊNDICE I: VALORES DE MICROINFILTRAÇÃO

Microinfiltração apical linear de cada grupo e suas respectivas médias

Amostras /Grupos	Grupo Controle	Grupo 02 Seco	Grupo 02 Úmido	Grupo 03 Seco	Grupo 03 Úmido	Grupo 04 Seco	Grupo 04 Úmido
1	0	0	0,5	0	0	0	0
2	0	0	0	2	0	0	0
3	0,2	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0,5	0	0,5	0,5	0
5	0	0	0	0	0	0	0,5
6	0	0	0	0	1	0	0,5
7	0,2	3	0	0	0	0	0,5
8	0	0	0	0	0,5	0	0,5
9	0	0	1	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
Média	0,04	0,3	0,2	0,2	0,2	0,05	0,2

8 APENDICE II

O Gráfico 1 apresenta as irradiações feitas referente ao Grupo 2-S, com energia de 100mJ e freqüência de 10Hz.

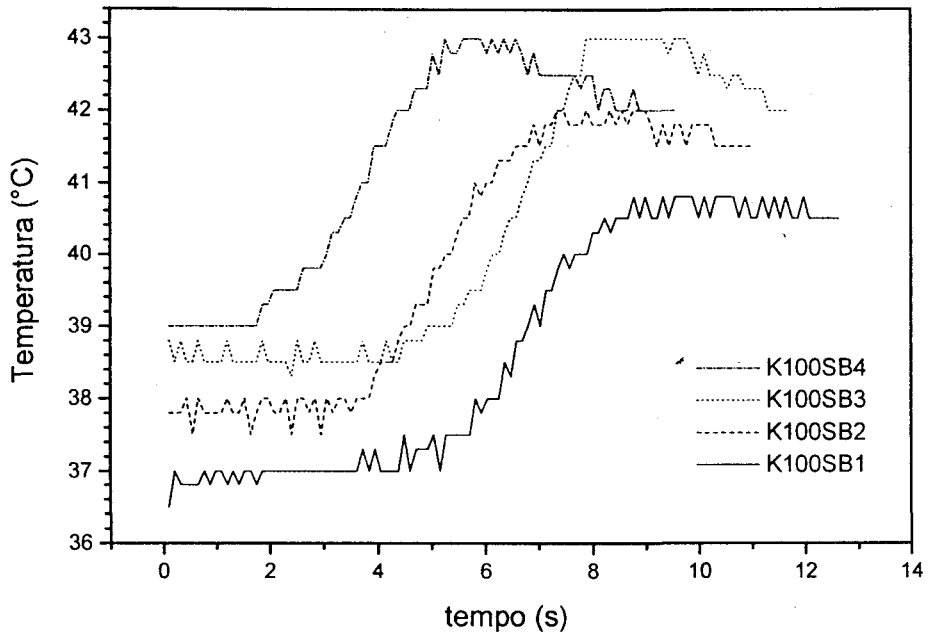


Gráfico 1 - Temperatura como função do tempo, durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 2-S.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

O Gráfico 2, apresenta as irradiações feitas ao Grupo 2-S, com energia de 100mJ e freqüência de 10 Hz, neste grupo apresentamos apenas três traçados, pois a terceira medição não foi possível de ser obtida.

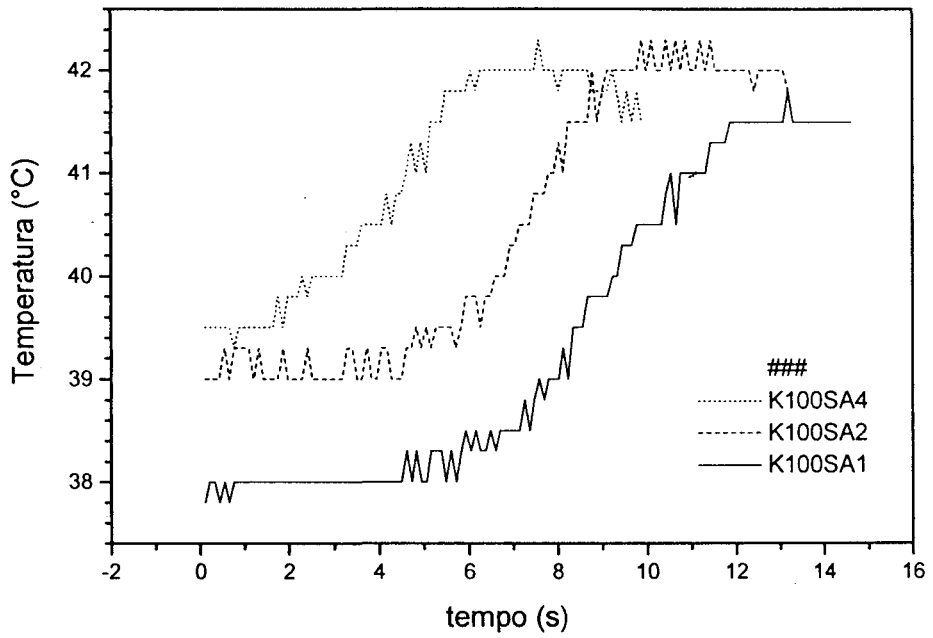


Gráfico 2 – Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 2-S.

O Gráfico 3 apresenta as quatro irradiações feitas na primeira amostra do grupo 2-U com a energia de 100mJ e 10Hz.

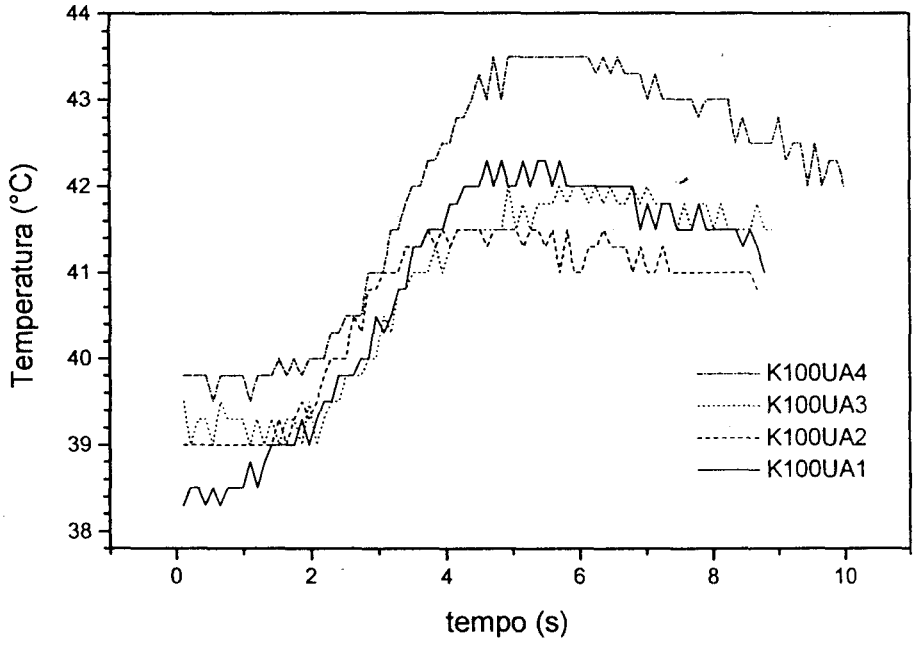


Gráfico 3 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 2-U

O Gráfico 4 apresenta as quatro irradiações feitas na segunda amostra do grupo 2-U com a energia de 100mJ e 10Hz.

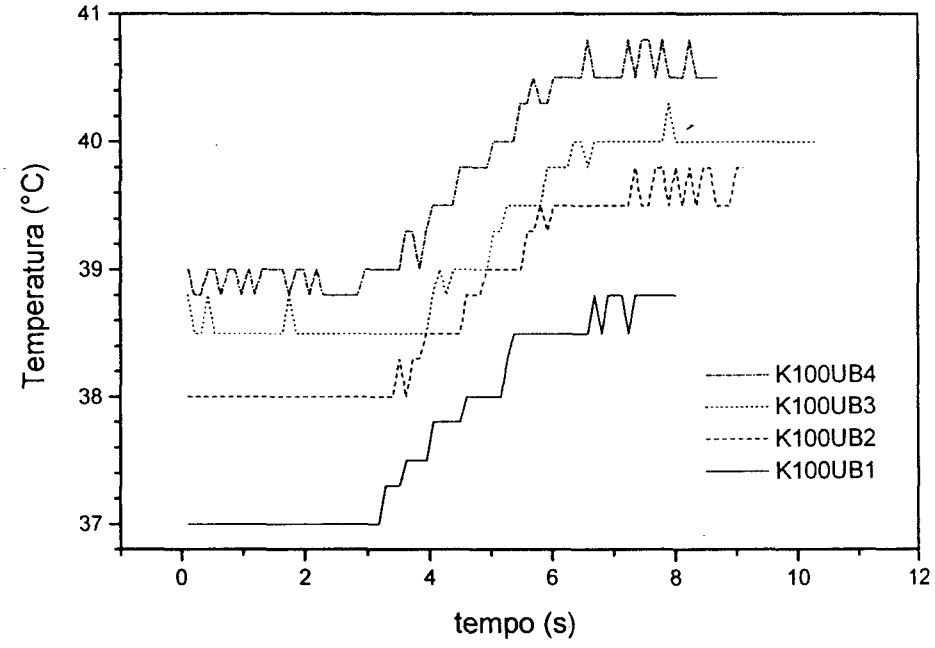


Gráfico 4 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 2-U

Observando os gráficos demonstrados anteriormente concluímos que: no grupo seco foi observado uma média da temperatura máxima de 42,6°C, com uma média da variação de temperatura de 6,5°C e no grupo úmido, foi levemente inferior, a temperatura máxima com a média de 42,1°C, e a média da variação de temperatura de 4,5°C.

No Gráfico 5, observamos a variação de temperatura obtida em uma amostra do grupo 3-S, com energia 140mJ e freqüência de 6Hz. Os traços demonstram as quatro irradiações feitas intracanal, em relação do tempo e a temperatura.

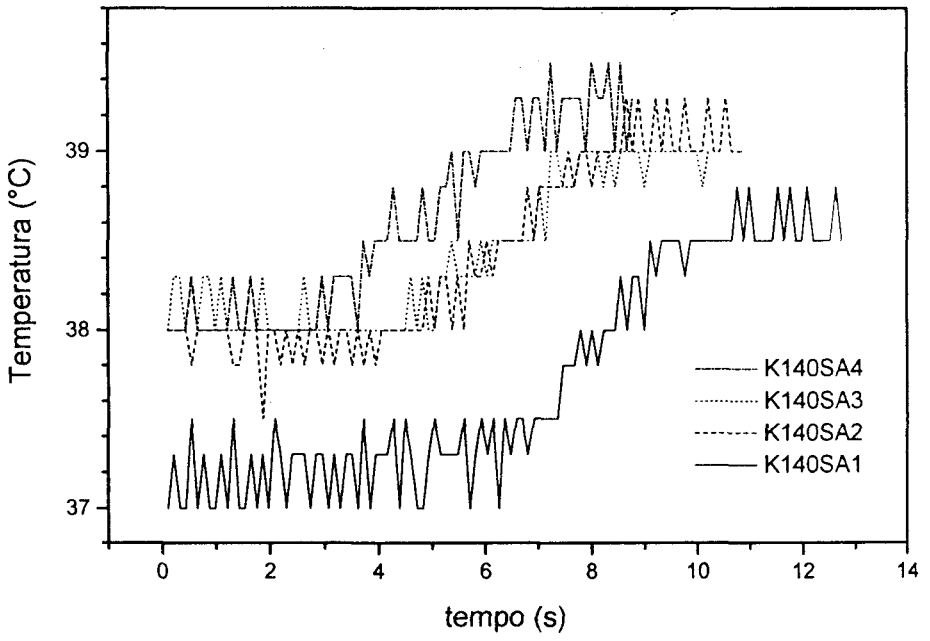


Gráfico 5 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 3-S

No Gráfico 6, observamos a variação de temperatura obtida na segunda amostra do grupo 3-S, com energia 140mJ e freqüência de 6Hz. Os traços demonstram as quatro irradiações feitas intracanal, em relação do tempo e a temperatura.

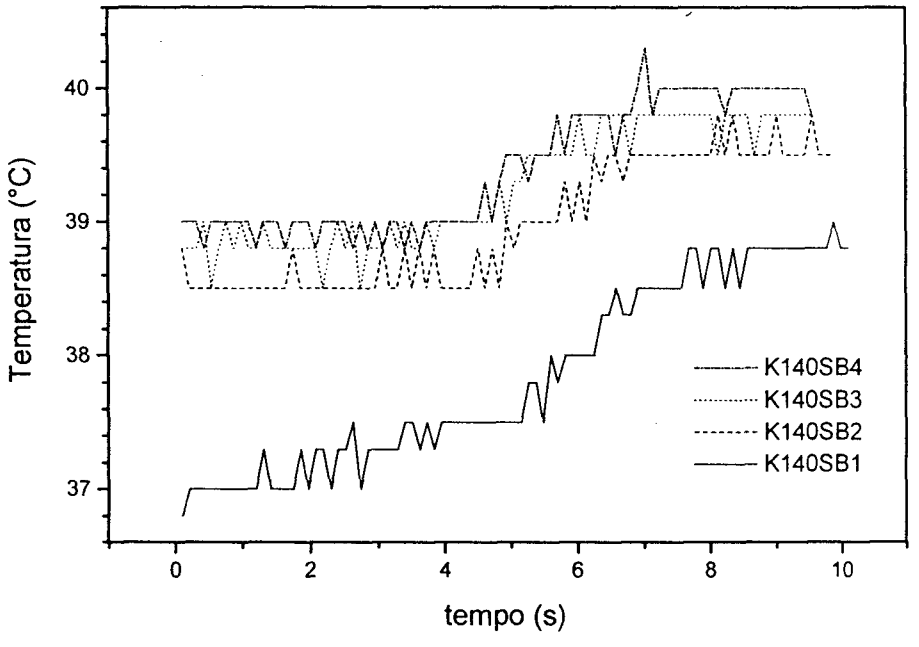


Gráfico 6 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 3-S

No Gráfico 7, observamos a variação de temperatura obtida em uma amostra do grupo 3-U, com energia 140mJ e freqüência de 6Hz. Os traços demonstram as quatro irradiações feitas intracanal, em relação do tempo e a temperatura.

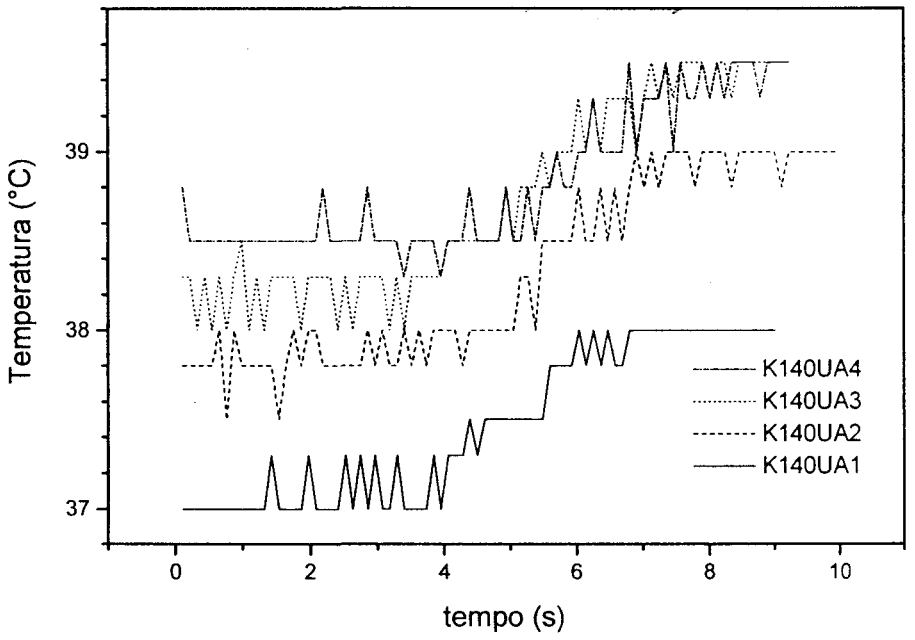


Gráfico 7 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 3-U

No Gráfico 8, observamos a variação de temperatura obtida na segunda amostra do grupo 3-U, com energia 140mJ e freqüência de 6Hz. Os traços demonstram as quatro irradiações feitas intracanal, em relação ao tempo e a temperatura.

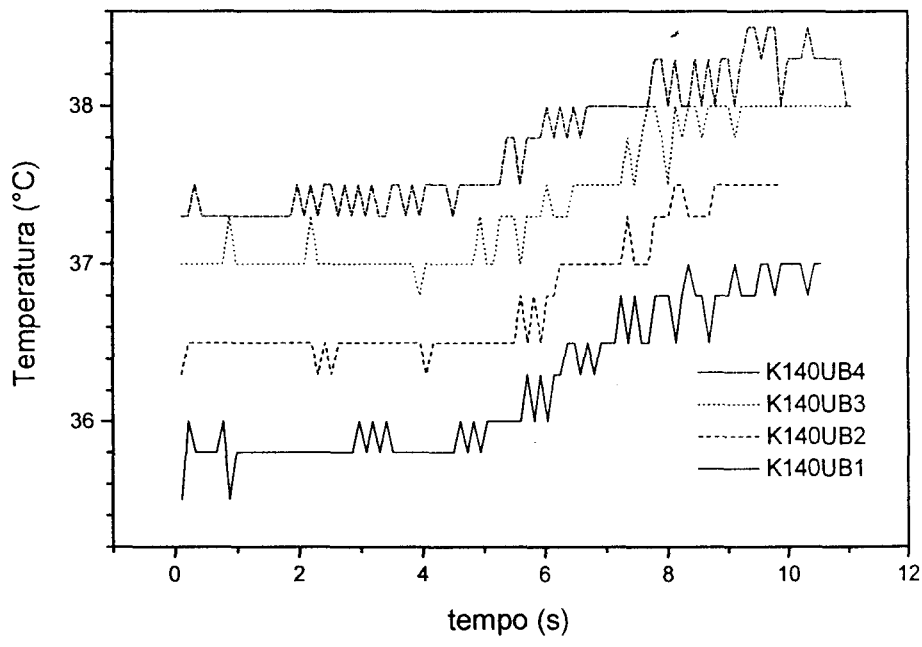


Gráfico 8 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 3-U

No Gráfico 9, observamos a variação de temperatura obtida em uma amostra do grupo 4-S, com energia 180mJ e freqüência de 6Hz. Os traços demonstram as quatro irradiações feitas intracanal ,em relação do tempo e a temperatura.

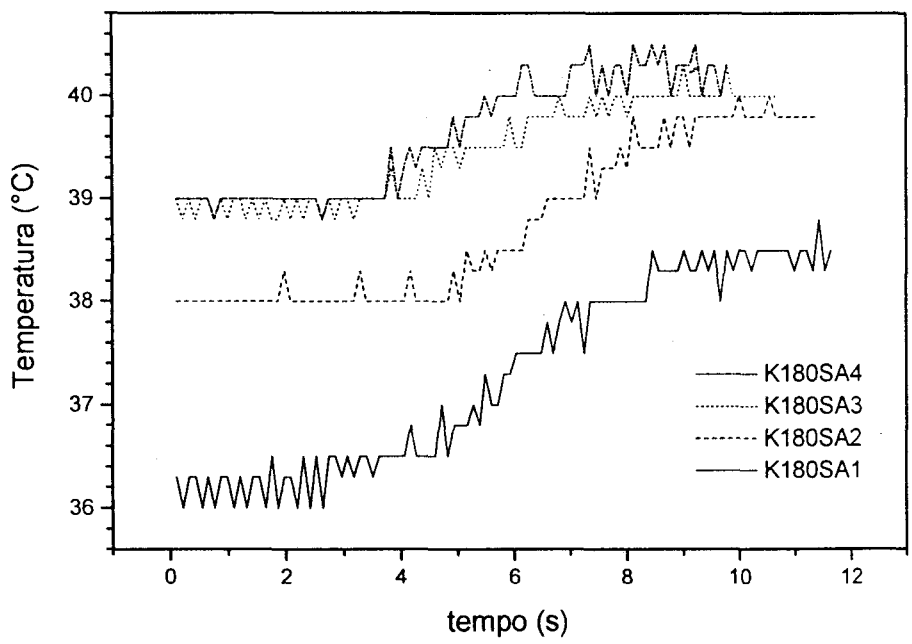


Gráfico 9 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 4-S

No Gráfico 10, observamos a variação de temperatura obtida na segunda amostra do grupo 4-S, com energia 180mJ e freqüência de 6Hz. Os traços demonstram as quatro irradiações feitas intracanal, em relação ao tempo e a temperatura.

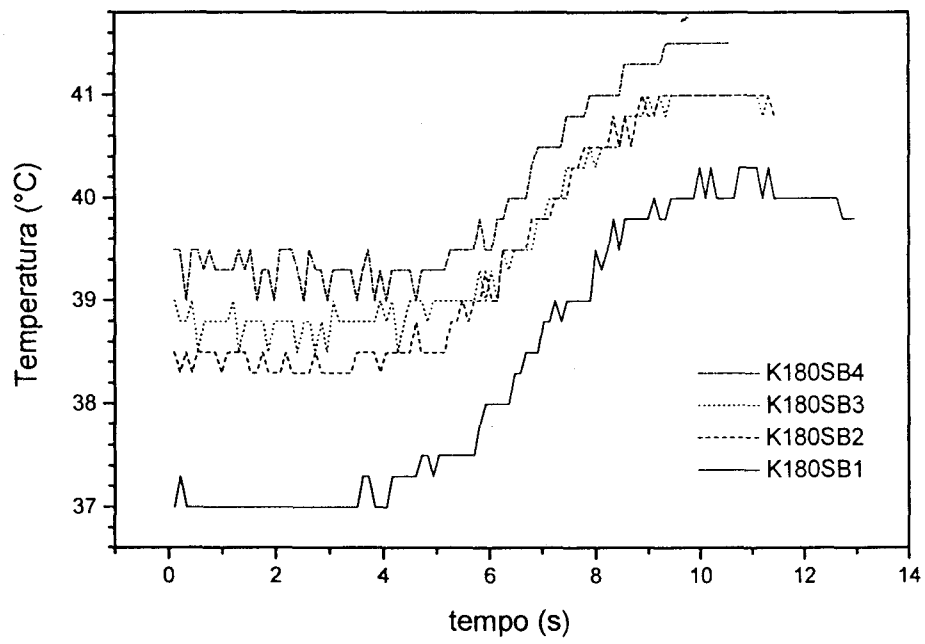


Gráfico 10 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 4-S

No Gráfico 11, observamos a variação de temperatura obtida em uma amostra do grupo 4-U, com energia 180mJ e freqüência de 6Hz. Os traços demonstram as quatro irradiações feitas intracanal, em relação ao tempo e a temperatura.

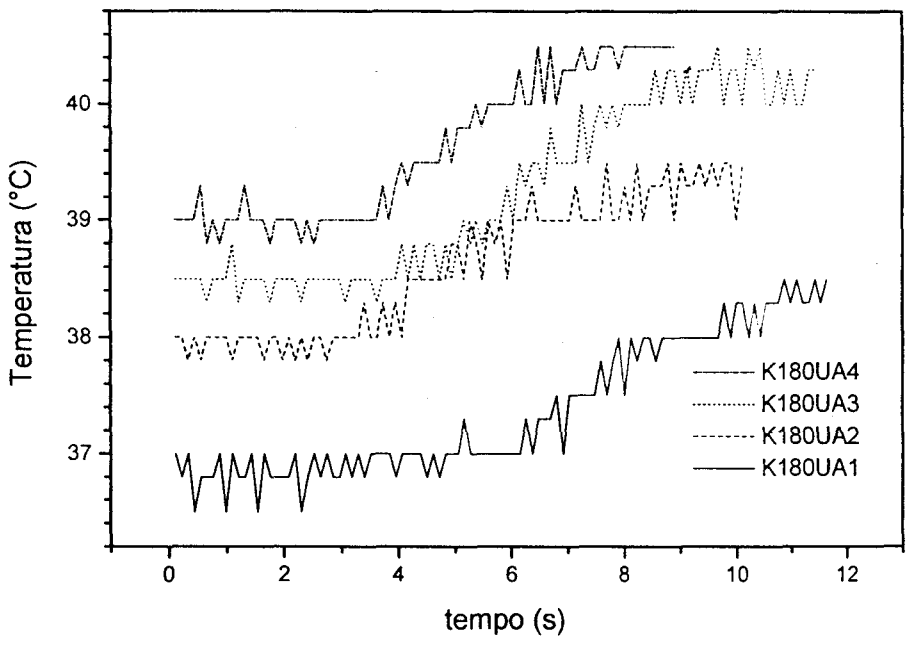


Gráfico 11 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 1ª amostra do Grupo 4-U

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

No Gráfico 12, observamos a variação de temperatura obtida na segunda amostra do grupo 4-U, com energia 180mJ e freqüência de 6Hz. Os traços demonstram as quatro irradiações feitas intracanal, em relação ao tempo e a temperatura.

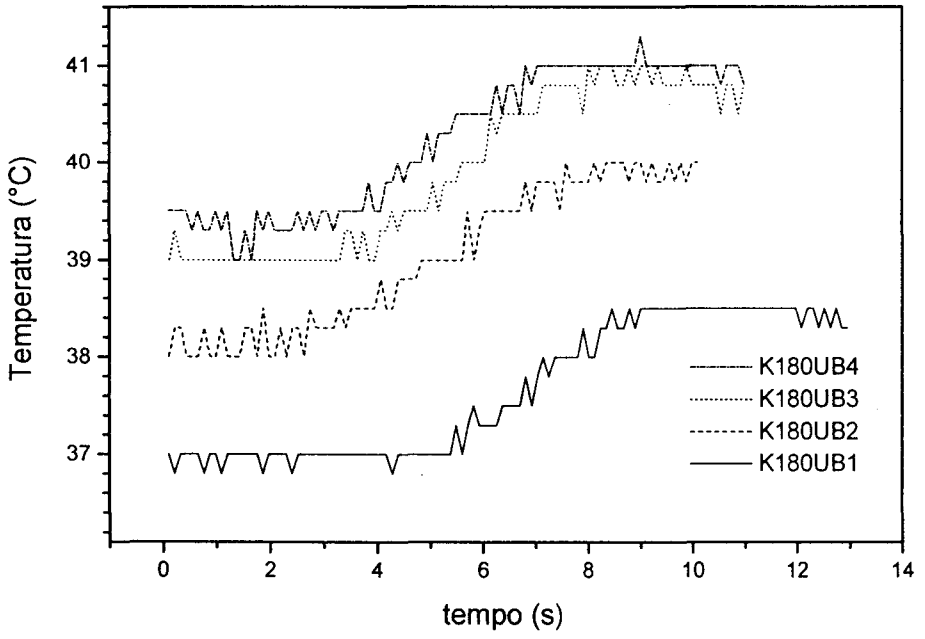


Gráfico 12 - Temperatura como função do tempo durante irradiação da 2ª amostra do Grupo 4-U

9 ANEXOS

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PARECER n° 240/02
Protocolo 264/02

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa ***"Avaliação in vitro da infiltração marginal apical em canais radiculares previamente obturados, tratados com o laser de Er: YAG"***, de responsabilidade da pesquisadora **Cátia Cilene Nass Sebrão,** sob orientação do Professor Doutor **Edison Puig Maldonado.**

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios referentes ao andamento da pesquisa em 13 de junho de 2003 e em 13 de dezembro de 2003. Ao término da pesquisa, cópia do trabalho deve ser encaminhada a este CEP.

São Paulo, 13 de dezembro de 2002

Profa.Dra. ***Célia Regina Martins Delgado Rodrigues***
Coordenadora do CEP-FOUSP

ANEXOS

C.E.P. - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

ipen

Parecer - Projeto Nº 077/CEP-IPEN/SP

Com base nos pareceres apresentados pelos relatores, o protocolo de pesquisa **"Avaliação *in vitro* da infiltração marginal apical em canais radiculares obturados, previamente tratados com o laser de Er:YAG"**, de responsabilidade da pesquisadora **Cátia Cilene Nass Sebrão**, sob orientação do Professor Doutor **Edison Puig Maldonado**, foi considerado **APROVADO**.

São Paulo, 27 de maio de 2003

Profa. Dra. Martha Marques Ferreira Vieira
Coordenadora do CEP-IPEN

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIO, M. P. S. **Estudo *in vitro* do efeito bacteriano causado pela irradiação do *laser* de Er:YAG aplicado intracanal.** 2001, 113p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

ANTONOPOULOS, N.G.; ATTIN, T.; HELLWING, E. Evaluation of the apical seal of root canal filings with different methods. **J. Endod.** v. 24, n. 10, p. 655-8. Oct. 1998.

BARBERINI, A.F.; CALDEIRA,C.I.;AUN,C.E. Determination of external temperature after two *laser* irradiation on intracanal root surfaces. **J. Dent Res.(divisional abstracts)** v. 80, n.4, p.1011, 2001.

BARBIZAM, J.V.B. **Estudo "*in vitro*" da infiltração marginal apical em canais radiculares obturados.**2001, 38p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP.

BAUMGARTNER, J.C.; MADER, C.L. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. **J. Endod.** v. 13, n. 4, p. 147-57, apr., 1987.

BERUTTI, E.; MARINI, R.; ANGERETTI, A. Penetrattion ability of different irrigants into dentinal tubules. **J. Endod.**, v.23, n.12, p. 725-727, Dec. 1997.

BRANDÃO, C.G. Capacidade seladora apical de cimentos endodônticos ionoméricos. **Rev. Facul. Odont. Bauru.** v. 9, n.1/2, p.29-34, jan./jun., 2001.(abstract)

BUCK, R.A.; ELEAZER, P.D.; STAAT, R.H.; SCHEETZ, J.P. Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin. **J. Endod.** v. 27, n. 3, p. 206-8, mar., 2001.

BYSTRON, A. SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scand. J. Dent. Res.**, v. 84, p. 321-8, 1981.

BYSTRON, A. et al. Healing of periapical lesion of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. **Endod. Dent. Traumatol.** v.3, p. 58-63, 1987.

ÇALT, S.; SERPER, A. Time-depent effects of EDTA on dentin structures. **J. Endod.** v.28, n. 1, p.17-19, jan., 2002.

CARRASCOZA, A. **Efeito antimicrobiano de alguns cimentos endodônticos.** 2000, 78p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo.

CARVALHO, C.A.T. **Efeitos dos *lasers* de Nd:YAG e de Er:YAG na adaptação das obturações de canais radiculares: análise do selamento marginal apical.** 1999, 137p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista "Julio de Maesquita Filho", São José dos Campos, SP.

CIUCCHI, B.; KHETTABI, M.; HOLZ, J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the *smear layer*: a scanning electrón microscopic study. **Int. Endod. J.** v. 22, n.1, p. 21-8, jan., 1989.

CUSSIOLI, A.L. **Estudo *in vitro* do efeito da aplicação do *laser* Er:YAG e da solução de EDTA na superfície dentinária sobre a adesividade de diferentes cimentos endodônticos à base de resina epóxica. .** 1999, 72p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP.(abstract)

CZONSTKOWSKY, M.; WILSON, E.G.; HOLSTEIN, F.A. The *smear layer* in endodontics. **Dent. Clin. North Am.** v.34, n.1, p.13-25, jan., 1990.

DAHLÉN, G.; SAMUELSSON, W.; MOLANDER, A.; REIT, C. Identification and microbial susceptibility of enterococci isolated from the root canal. **Oral Microbiol. Immunol.** v. 15, n. 5, p. 309-311, Oct. 2000.

DOGAN, H.; ÇALT, S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. **J. Endod.** v. 27, n.9, p. 578-80, sep., 2001.

DOSTÁLOVÁ,T.; JELÍNKOVÁ, H.; KREJSA, O.; HAMAL, K.; KUBELKA, J.; PROCHÁZKA, S.; HIMMLOVÁ, L. Dentin and pulp response to Er:YAG *laser* ablation: a preliminary evaluation of human teeth. **J. Clin. *Laser* Med. Surg.**, v.15, n.3, p.117-121, 1997.

DUARTE, M.A.; DEMARCHI, A.C.; GIAXA, M.H.; KUGA, M.C.; FRAGA, S.C.; DE SOUZA, L.C. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. **J. Endod.** v. 26, n.07, p. 389-90, jul.,2000.

EBIHARA, A.; MAJARON, B.; LIAW, L.H.; KRAZIEVA, T.B.; WILDER-SMITH, P. Er:YAG *laser* modification of root canal dentine: influence of pulse duration, repetitive irradiation and water spray. ***Laser* Med. Sci.**, v.17, n.3, p.198-207, 2002.

ECONOMIDES, N., LIOLIOS, E., KOLOKURIS, I., BELTES,P. Long-Term evaluation of the influence of *smear layer* removal on the sealing ability of different sealers. **J Endod**, v.25, n.2, p. 123-5, feb, 1999.

EDUARDO, C.P.; CECCHINI, R.C.M.; CECCHINI, S.C.M. Papel coadjuvante do Nd:YAG *laser* na Endodontia: Caso Clínico. **Rev. ABO Nacional.** v.1, n.2, p.102-4, set/out., 1993.

EDUARDO, C.P., GOUW-SOARES, S. The use of *lasers* in Endodontics. **J Oral *Laser* Aplications.** v. 1, n.3, p. 221-6, 2001.

ERIKSSON, A.R.; ALBREKTSSON, T. Temperature threshold levels for heat induced bone tissue injury: a vital microscopic study in the rabbit. **J. Prosthet. Dent.** v.50, p. 101-107, 1983.

ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J. A. P. **Endodontia: princípios biológicos e mecânicos.** São Paulo, Artes Médicas, 1999, p. 662.

FACHIN, E.V.F.; SPERB, M.N.; KOHLER, T.M.P. A influência de diferentes cimentos de obturação de canal na infiltração apical. **Rev. Fac. Odont. Porto Alegre.**, v.36, n.1, p.24-26, ago., 1995.

FIGUEIREDO, J.A.; PESCE, H.F.; GIOSO, M.A.; FIGUEIREDO, M.A. The histological effects of four endodontic sealers implanted in the oral mucosa: submucous injection versus implant in polyethylene tubes. **Int. Endod. J.** v. 35, n. 5, p. 377-85, jul., 2001.

GARBEROGLIO, R.; BECCE, C. *Smear layer* removal by root canals. **O. Surg O. Med. O. Path.** v. 78, n. 3, p. 359-67, sep.,1994.

GASPIRC, B.; SKALERIC, U. Morphology, chemical structure and diffusion processes of root surface after Er:YAG and Nd:YAG *laser* radiation. **J. Clin. Periodontol.** v. 28, n.6, p. 508-16, jun., 2001.

GETTLEMAN, B.H.; MESSER, H.H.; MAHMOUD, E.E. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the *smear layer.* **J. Endod.** v.17, n. 1, p.15-20; jan., 1991.

GOLDBERG, F.; SPIELBERG, C. The effect of EDTAC and the variation of its working time analized with scanning electron microscopy. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v. 53, n. 1, p. 74-7, 1982.

GOLDMAN, L.; HORNBY, P.; MEYER, R.,GOLDMAN, B. Impact of the *laser* on dental caries. **Nature.** p. 417, 1964.

GOLDMAN, L.B.; GOLDMAN, M.; KRONMAN, J.H.; LIN, P.S. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: A scanning electron microscopic study. **Oral Surg.** v.52, n.2, p.197-204, aug.,1981.

GOLDMAN, M.; GOLDMAN, L. B.; CAVALERI,R.; BOGIS, J.; LIN, P.S. The efficacy of several endodontic irrigating microscopic study: part 2. **J. Endodont.** v.8, n.11, p. 487-92, nov., 1982.

GOUW-SOARES, S.C.; LAGE-MARQUES, J.L.; EDUARDO, C.P. Apiectomy by Er:YAG *laser* permeability and morphological study of dentine cut surface. **Int. *Laser* Cong.** Abstracts. Athens. 1996.

GROSSMAN, L. I. Irrigation of root canals. **J. Am. Dent. Assoc.** v. 30, n.16, p. 1915- 7, 1943.

GUERISOLI, D.M.Z.; MARCHESAN, M.A.; WALMSLEY, A.D.; LUMLEY, P.J.; PECORA, J.D. Evaluation of *smear layer* removal by EDTA and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. **Int. Endod. J.** v. 35, n. 5, p. 418, may, 2002.

GUTKNECHT N.; KAISER F.; HASSAN, A.; LAMPERT, F. Long-term clinical evaluation of endodontically treated teeth by Nd:YAG *laser*s. **J. Clin. *Laser* Med. Surg.**; v.14, n.1, p. 7-11, feb.,1996.

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

HIBST, R.; KELLER, U. Dental Er:YAG *laser* application: effect of water spray on ablation. **In: INTERNATIONAL CONGRESS ON *LASER*S IN DENTISTRY**. Proceddings. p. 229-30. Salt Lake City, 1992

HOLLAND, R.; MURATA, S.S.; SOUZA, V.; LOPES, H.P.; SALIBA, O. Análise do selamento marginal obtido com cimentos à base de hidróxido de cálcio. **Rev. da APCD.**, v.50, n.1, p.61-64, jan/fev., 1996.

INGLE, J.I. **Endodontics**. Philadelphia, Lea & Febriger, p. 124-6, 1965.

ISRAEL, M.; COBB, C.M.; ROSSMANN, J.A.; SPENCER, P. The effects of CO_2, Nd:YAG and Er:YAG *laser*s with and without surface coolant on tooth root surfaces: an *in vitro* study. **J. Clin. Periodontol.** v. 24, n.9, p.595-601, 1997.

KENNEDY, W.A.; WALKER III, W.A.; GOUGH, R.W. *Smear layer* removal effects on apical leakage. **J. Endod.** v. 12, n. 1, p. 21-27, jan. 1986.

KESLER, G.; GAL, R.; KESLER, A.; KOREN, R. Histological and scanning electron microscope examination of root canal after preparation with Er: YAG *laser* micropobe: a preliminary *in vitro* study. **J. Clin. *Laser* Med. Surg.**, v. 20, n.5, p.269-77, oct., 2002.

KIMURA, Y.; YONAGA, K.; YOKOYAMA, K.; MATSUOKA, E.; SAKAI, K.; MATSUMOTO, K. Apical leakage of obturated canals prepared by Er:YAG *laser*. **J. Endod.** v. 27, n. 9, p. 567-70, sep. 2001.

KIMURA,Y. et al. Root surface temperature increase during Er:YAG *laser* irradiation of root canals. **J. Endodont.** v. 28, n.2, p.76-8, 2002.

KIMURA,Y.; WILDER-SMITH, P.; MATSUMOTO, K. *Laser*s in endodontics: a review. **Int. Endod. J.** v. 33, n. 3, p. 173-185, may, 2000.

KOUCHI, Y.; NINOMIYA, J.; YASUDA, H.; FUKUI, K.; MORIYAMA, T.; OKAMOTO, H. Location of *Streptococus mutans* in the dentinal tubules of open infected root canals. **J. Dent. Res.**, Copenhagen, v. 59, n.12, p. 2038-2046, dec., 1980.

LEE, B.S.; SHOJI, S.; NEMOTO, M. Thermal behavior of root canal after Er:YAG *laser* irradiation. **In: 7th Int. Cong. On *Lasers* in Dent.**, 2000, Brussels. Abstracts. P. 27, 2000.

LEONARDO, R.T.; CONSOLARO, A.; CARLOS, I.Z.; LEONARDO, M.R. Evaluation of cell culture cytotoxicity of five root canal sealers. **J. Endod.** v. 26, n. 6, p. 328-30, jun., 2000.

MAIMAN, T.H. Stimulated optical radiation in ruby. **Nature**. p. 493-4, 1960.

MATSUOKA, E.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Studies on the removal of debris near the apical seats by Er:YAG *laser* and assessment with fiberscope. **J. Clin. *Laser.* Med. Surg.** v. 16, n. 5, p. 255-61, 1998.

MATSUMOTO, K. *Lasers* in endodontics. **Dental Clinics of North America.** v. 44, n.4, p.889-906, oct. 2000.

MATSUOKA, E.; YONAGA, K.; KINOSHITA, J.I.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Morphological study on the capability of Er:YAG *laser* irradiation for root canal preparation. **Journal of clinical *laser* medicine & surgery.** v. 18, n. 4, p.215-219, 2000.

McCOMB, D.; SMITH, D.C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **J. Endod.** v. 1, n. 7, p. 238-247, jul.,1975.

M'QUILLEN, J.H.M. Microscopic study of dental tissues. **Dent. Cosmos**, v.7, n.9, p.449-55, 1866.

MEHL, A.; FOLWACZNY, M.; HAFFNER, C.; HICKEL, R. Bactericidal effects of 2.94 µm Er:YAG *laser* radiation in dental root canals. **J. Endod.**, v.25, n. 7, p. 490 – 493, July, 1999.

MERYON, S.D.; BROOK, A. M. Penetration of dentine by three oral bacteria *in vitro* and their associated cytotoxicity. **Int. Endod. J.** v. 23, n.4, p. 196-202, July, 1990.

MJÖR, I.A.; SMITH, M.R.; FERRARI, M.; MANNOCCI, F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. **Int. Endod. J.** v.34, n.5, p.346-53, jul.,2001.

MORITZ, A.; SCHOOP, U.; GOHARKHAY, K.; JAKOLITSCH, S.; KLUGER, W.; WERNISCH, J.; SPERR, W. The bactercidal effect of Nd: YAG and Er: YAG *laser* irradiation in the root canal: an *in vitro* comparison. **J. Clin. *Laser* Med. Surg.**, v.17, n.4, p. 161-164, april, 1999.

MYERS, M.L. The effect of *laser* irradiation on oral tissues. **The J. of Prost. Dent.** v. 66, n.3, p. 395-7, sep., 1991.

PAGHDIWALA, A.F. Root resection of endodontically treated teeth by Er:YAG

laser radiation. **J. Endod.** v. 19, n.2, p. 91-4, feb.,1993.

PECIULIENE, V.; BALCIUNIENE, I.; ERIKSEN, H. M.; HAAPASALO, M. Migration of a *Streptococus faecalis* in previously root-filled canals in a lithuanian population. **J. Endod.**, v. 26, n.10, p. 593- 595, Oct., 2000.

PECORA, J.D.; BRUGNERA-JÚNIOR, A.; CUSSIOLI, A.L.; ZANIN, F. Evaluation of dentin root canal permeability after instrumentation and Er:YAG *laser* application. ***Lasers* Surg. Med.** v.26, n.3, p.277-281, 2000.

PECORA, J.D. Evaluation of Er:YAG *laser* and EDTAC on dentin adhesion of six endodontic sealers. **Braz. Dent. J.** v.12, n.1, p. 27-30, 2001.

PICOLI, Fábio. **Estudo *in vitro* do efeito da aplicação do *laser* de Er: YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária, sobre a adesividade de diferentes cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio.** 2001, 88p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP.

RIBEIRO, R.B. et al. Ação do *laser* Er:YAG sobre a permeabilidade dentinária de canais radiculares intrumentados. **Pesq Odontol Bras.** v. 15, p.79, 2001(anais)

SAAB, H.G. **Avaliação *in vitro* da adesividade de três diferentes cimentos obturadores do sistema de canais radiculares.** 1999, 90p. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo, São Paulo.

SASAKI, K.M.; AOKI, A.; ICHINOSE, S.; ISHIKAWA, I. Morphological analysis of cementum and root dentin after Er:YAG *laser* irradiation. ***Lasers* Surg. Med.**, v.31, n.2, p.79-85, 2002.

SAUNDERS, W.P.; SAUNDERS, E. M. The influence of *smear layer* upon the coronal leakage of gutta-percha root fillings and glass ionomer sealer. **Int. Endod. J.** , v. 25, p. 245-9, 1992.

SCHOOP,U. et al. The Er:YAG *laser* in endodontics: Results of an *in vitro* study. ***Lasers* Surg Med.** v.30, n.5, p-360-4, 2002(abstract)

SEN, B.H.; WESSELINK, P.R.; TÜRKÜN, M. The *smear layer*:a phenomenon in root canal therapy. **Int. Endod. J.** v. 28, n.3, p. 141-148, may, 1995.

SERPER, A.; ÇALT, S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. **J. Endod.** v. 28, n.7, p. 501-2, jul.,2002.

SIQUIERA JÚNIOR, J.F.; ROCAS, I.N.; ABAD, E.C.; CASTRO, A.J.; GAHYVA, S.M.; FAVIERI, A. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. **J. Endod.** v. 27, n.11, p. 673-5, nov., 2001a.

SIQUEIRA JÚNIOR, J.F.; ROCAS, I.N.; VALOIS, C.R. Apical sealing ability of five endodontic sealers. **Aust. Endod. J.** v. 27, n. 1, p. 33-5, apr., 2001b.

SJÖGREN, U. et al. Influence of infection at the time of root filing on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. **Int. Endodont. J.**, v. 30, n. 5, p. 297-306, Sept. 1997.

SLEDER, F.S.; LUDLOW, M.O.; BOHACEK, J.R. Long term sealing ability of a calcium hydroxide sealer. **J. Endod.**, v.7, n.11, p.541-43, nov., 1991.

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

SOONTAG, K.D.; KLITZMANN, B.; BURKES, E.J.; HOKE, J.; MOSHONOV, J.; HILL AND DURHAM, C.; ISRAEL, J. Pulpal response to cavity preparation with the Er:YAG and Mark III free electron *lasers*. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v. 81, n. 6, p. 695-705, jun., 1996.

SOUZA-NETO, M.D. **Estudo *in vitro* do efeito da aplicação do *laser* Er:YAG sobre a dentina humana na adesividade de diferentes cimentos obturadores dos canais radiculares**. Ribeirão Preto, 1999. 87p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

SOUZA-NETO,M.D.,et al. Effect of Er:YAG *laser* on adhesión of root canal sealers. **J. Endod.** v.28, n.3, p. 185-7, 2002

SOUZA-NETO,M.D.; PASSARINHO-NETO, J.G.; CARVALHO-JÚNIOR, J.R.; CRUZ-FILHO, A.M.; PÉCORA, J.D.; SAQUY, P.C. Evaluation of the effect of EDTA,EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. **Braz. Dent. J.** v.13, n.2, p.123-8, 2002.

SOUZA, R.A.; SILVA, S.J.A. Interferência da camada residual no selamento apical. **Rev. Bras. Odontol.** v.58, n.1, p.16-19, jan/fev., 2001.

STEPHAN, B.; WELLINGS, H.; RAAB, W.H.M. Microbial effects of Er:YAG *laser* irradiation on infected root canals. **J. Dent. Res. (IADR Abstracts)** v.78, p. 385, mar., 1999.

STERN, R.H.; SOGNNAES, R.F. *Laser* beam effect on dental hard tissues. **J. Dent. Res.** v.42, p. 873, 1964.

TAKEDA, F.H.; HARASHIMA, T.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Efficacy of Er:YAG *laser* irradiation in removing debris and *smear layer* on root canal walls. **J. Endod.** v. 24, n.8, p. 548-551, aug. 1998a.

TAKEDA, F.H.; HARASHIMA, T.; ETO, J.N.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Effect of Er:YAG *laser* treatment on the root canal walls of human teeth: na SEM study. **Endod. Dent. Traumatol.** v.14, n.6, p. 270-3, dec. 1998b.

TAKEDA, F.H.; HARASHIMA, T.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. A comparative study of the removal of *smear layer* by three endodontic irrigants

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

and two types of *laser*. **Int. Endod. J.** v. 32, n.1, p.32-9, jan. 1999.

TAM, A.; YU, D.C. An avaluation of the efectiveness of two canal lubrificants in removing *smear layer*. **Comp. Contin. Educ. Dent.** v. 21, n.11, p. 967-72, nov., 2000. (abstract)

TANJI, E.Y.; MATSUMOTO, K.; EDUARDO, C.P. Study of dentin surface conditioning with Er:YAG *laser*. **J. Dent. Res.** v.76, n.5, p.987, may, 1997.

TANJI, E.Y.; GOUW-SOARES, S. C.; EDUARDO, C. P. M.E.V. de canais radiculares irradiados com Er: YAG e Nd: YAG *lasers*. **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA**, 15, 1998, Águas de São Pedro. Anais, São Paulo: SBPqO, 1998. p. 47. (126)
VALE, M.S.,GARCIA, R.B. *Laser* Er:YAG *versus* EDTA: efeito na adaptação de cimentos endodônticos. **Pesq Odontol Bras.** v. 15, p.74, 2001(anais)

VALERA, M.C. **Avaliação da infiltração marginal de corante, via coronária, em função do momento, nível de corte das obturações de canais radiculares e armazenamento em saliva.** Bauru, 1993. 89p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

VALERA, M.C. LEONARDO, M.R.; BONETTI FILHO, I. Cimentos Endodônticos- Selamento marginal apical imediato e após armazenamento de seis meses. **Ver. Odontol. Univ. São Paulo.**, v.12, n. 4, p. 355-60, Out/Dez. 1998.

VALERA, M.C.; ANBINDER, A.L.; LEONARDO, M.R.; PARIZOTO, N.A.; KLEINKE, M.U. Cimentos endodônticos: análise morfológica imediata e após seis meses utilizando microscopia atômica. **Pesq. Odontol. Bras.** v.14, n.3, jul/set., 2000.

VIVACQUA-GOMES, N.; FERRAZ, C.C.; GOMES, B.P.; ZAIA, A.A.; TEIXEIRA, F.B.; SOUZA-FILHO, F.J. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. **Int. Endod. J.** v.35, n.9, p. 791-5, sep., 2002.

WANDELT, S. Eine kritische betrachtung zur aufbereitung von wuzelkanälen mit komplexi-bildnem. **Dtch. Zahnaerztliche Z.,** v.16, p.81-6, 1961.
WEICHMAN, J.A.; JOHNSON, F.M. *Laser* in endodontics: a preliminary investigation. **Oral Surg.**, v.31, n.3, p.416-20, 1971.

WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filing materials. **J. Endod.,** v. 10, n. 12, p. 558-62, Dec., 1984.

WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filing materials. Part II. **J. Endod.,** v. 13, n. 8, p. 369-74, Aug., 1987.

WHITE, J.M.; GOODIS, H.E.; COHEN, J.N. Bacterial reduction of contaminated dentin by Nd:YAG *laser*. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 70, p. 412, 1991. (Resumo n. 1170)

WIDGOR, H.; ABT, E.; ASHRAFI, S.;WALSH, J.T. Efecto del rayo láser sobre los tejidos duros del diente. **J. Am. Dent. Assoc**., v.11, n.6, p.63-70, 1995.

WINN, D.W. *Laser* use in endodontics. **Dent today**. p.56-9, dec. 1998.

YAMADA, R.S.; ARMAS, A.; GOLDMAN, M.; LIN, S. P. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigation solutions: Part 3. **J. Endod.** v. 9, n. 4, p. 137-42, 1983.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP-IPEN

M22778

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

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