

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

Danilo Mathias Zanello Guerisoli

Estudo, por meio da microscopia eletrônica de varredura, da remoção da *smear layer* dos canais radiculares após aplicação de diferentes agentes quelantes e do laser Er:YAG.

Orientador: Prof. Dr. Jesus D. Pécora

Ribeirão Preto
2002

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

Estudo, por meio da microscopia eletrônica de varredura, da remoção da *smear layer* dos canais radiculares após aplicação de diferentes agentes quelantes e do laser Er:YAG.

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção do grau de Mestre em Odontologia, Programa Odontologia Restauradora, opção Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Jesus D. Pécora

Orientado: Danilo M. Zanello Guerisoli

Ribeirão Preto
2002

Guerisoli, Danilo Mathias Zanello

S735

Estudo, por meio da microscopia eletrônica de varredura, da remoção da *smear layer* dos canais radiculares após aplicação de diferentes agentes quelantes e do laser Er:YAG. Ribeirão Preto, 2002.

76 p.: il.; 28 cm

Dissertação de Mestrado apresentada à FORP USP - Departamento de Odontologia Restauradora

Orientador Pécora, Jesus Djalma

CDU 616.314.18 - Endodontia



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Endodontia (USP.0837) do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo com apoio FAPESP (Processo nº 99/07421-2).

“Digo: o real não está na saída nem na chegada: ele se dispõe para a gente é no meio da travessia.”

João Guimarães Rosa

Dedicatória

*À minha mãe, **Gizelda**, e meus avós, **Dulce e Ângelo**. O amor incondicional da minha família sempre tornou minhas tristezas menos intensas e minhas alegrias mais duradouras nesta grande jornada que é a vida. Seus ensinamentos sempre encontrarão lugar em meu coração.*

*Ao meu Orientador, **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**. Há alguns anos, ao ser aceito no Laboratório de Endodontia, encontrei o Pesquisador, que me ensinou o método. Algum tempo mais tarde, conheci o Humano, que me falou sobre a vida. Hoje, ao vê-lo, encontro o Amigo, que me pergunta o que penso. Os três merecem minha admiração, respeito e eterna gratidão.*

Agradecimientos

A Deus, que nunca me abandonou. Sei que estou em débito.

*À minha grande amiga **Elisabete Aparecida Balestrin**, que sempre esteve ao meu lado neste caminho, por vezes tortuoso, que é a estrada da vida. Algumas amizades transcendem o comum, ultrapassam o raro e tocam o sublime.*

*À **Ana Cristina dos Santos Figueiredo**, a quem tenho como irmã mais velha, minha eterna gratidão por tudo o que fez por mim.*

*À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e seus professores**, a quem devo minha formação intelectual e científica.*

*À **FAPESP**, pela bolsa de pesquisa concedida.*

*Aos **Professores Doutores Paulo Cesar Saquy, Ricardo Gariba Silva, Ricardo Savioli, Izabel Cristina Fröner, Wanderley Ferreira da Costa, Manoel D. de Sousa Neto e Antônio Miranda da Cruz Filho**. Todos se mostraram importantes para minha formação intelectual e como ser humano.*

*Ao **Prof. Dr. Luis Pascoal Vansan**, exemplo a ser seguido pelo carinho e dedicação com que exerce a docência.*

*Aos **Professores Doutores Anthony Damien Walmsley e Kevin Carter (The Birmingham University)**, pela hospitalidade e auxílio com a microscopia eletrônica de varredura.*

*Ao **Prof. Dr. Aldo Brugnera Júnior e Fátima Zanin**, pelo apoio, incentivo e cooperação no uso do laser odontológico, o que possibilitou a abertura de uma linha de pesquisa ampla e apaixonante.*

*Aos amigos e colegas: **Profa. Eliane Cristina Gulin de Oliveira, Fabiana Careli de Castro, José Arthur Marchi, José Renato Santana e Profa. Yasmine Maria Elias Mamere de Almeida**, que experimentaram comigo as angústias e vitórias de um curso de Pós-Graduação.*

*Aos amigos e colegas **Prof. Fábio Picoli, Prof. João Vicente B. Barbizam, Melissa A. Marchesan e Prof. Rodrigo G. Ribeiro**, pelo companheirismo e incentivo nas horas em que precisei.*

*Ao amigo **Reginaldo Santana da Silva**, cuja ajuda foi imprescindível na realização deste trabalho.*

*Aos amigos **Prof. Júlio César E. Spanó e Prof. Eduardo Luiz Barbin**, pela convivência e incentivo.*

Aos novos colegas da 3ª Turma de Pós-Graduação em Endodontia, Alexandre Capelli, Fábio Heredia Seixas, Fabrício Dias de Souza, Marcelo Sampaio Moura, Mônica Chaves, Rodrigo Maldonado, Sérgio Antônio Holanda e Silva e Valério Barros Carvalho.

Às funcionárias do Departamento de Odontologia Restauradora: Amália, Luíza, Maria Isabel, Rosângela, e Sílvia, que sempre se mostraram dispostas a ajudar.

A todos os meus familiares e amigos, que torcem pelo meu sucesso.

Sumário

Resumo

1. Introdução.....	1
2. Revis ta da Literatura.....	6
2.1. <i>Soluções irrigadoras</i>	7
2.2. <i>Laser</i>	18
3. Proposição.....	31
4. Material e Método.....	32
4.1. <i>Preparo dos dentes</i>	32
4.2. <i>Preparo dos corpos-de-prova para microscopia eletrônica de varredura</i>	36
4.3. <i>Desenvolvimento do software “Fotoscore”</i>	39
Resultados	41
Discussão.....	51
Conclusões	58
Anexos	60
Referências Bibliográficas.....	64

Summary

Resumo

Estudou-se, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a remoção da *smear layer* dos canais radiculares após aplicação dos agentes quelantes EDTAC, CDTA, EGTA e do laser Er:YAG.

Para tanto, vinte e cinco incisivos inferiores humanos unirradiculares foram selecionados e divididos aleatoriamente em cinco grupos distintos, instrumentados de acordo com a técnica *step-back*, 1 mm aquém do ápice anatômico e com lima de memória número 30, variando-se apenas a solução irrigadora empregada. O grupo 1 foi instrumentado com hipoclorito de sódio a 1,0%; o grupo 2 recebeu irrigação com EDTAC a 15% alternado com água destilada e

Resumo

deionizada; o grupo 3 foi irrigado com CDTA a 1,0% alternado com água destilada e deionizada; a solução irrigadora utilizada no grupo 4 foi o EGTA a 1,0% alternado com água destilada e deionizada. O Grupo 5 teve como solução irrigadora água destilada e deionizada e, após a instrumentação, o canal radicular destes dentes recebeu irradiação com laser Er:YAG (KaVo Key Laser II) com o auxílio de uma fibra óptica 30/28 de 285 µm de diâmetro, gerando uma energia total de 42 J, frequência de 15 Hz e potência de 140mJ *input* (51 mJ *output*), totalizando em média 300 pulsos. A cinemática utilizada na irradiação era um movimento retilíneo e contínuo de tração da fibra óptica, de apical para cervical, durante 20 segundos.

Os espécimes eram então preparados para microscopia eletrônica de varredura, e as fotomicrografias obtidas dos terços médio e apical submetidas à avaliação qualitativa por três observadores previamente calibrados, que atribuíam escores às imagens.

A análise estatística revelou que o EDTAC a 15% foi capaz de eliminar a *smear layer* com maior eficácia, enquanto o hipoclorito de sódio a 1,0% mostrou-se impotente na limpeza do canal radicular ($p < 0,001$). As soluções quelantes CDTA e EGTA em uma concentração de 1,0%, juntamente com o laser Er:YAG, ocuparam posição intermediária quanto à capacidade de remoção de *smear layer*. Não houve diferenças estatísticas significantes entre os terços médio e apical dos canais radiculares.

1. Introdução

O tratamento endodôntico baseia-se em um paradigma há muito inalterado, consistindo na limpeza, desinfecção e obturação dos canais radiculares (COHEN & BURNS, 1998). A tentativa de alterar este paradigma motiva alguns pesquisadores a criar novas filosofias, técnicas e instrumentos, gerando progresso para a Endodontia.

Atualmente, a limpeza e desinfecção do canal radicular são alcançadas com o auxílio de instrumentos e soluções irrigadoras. Entretanto, a obtenção de um canal radicular totalmente livre de impurezas e restos orgânicos ou inorgânicos trata-se de uma utopia, fato reconhecido por

Introdução

diversos autores (McCOMB & SMITH, 1975; GOLDBERG & ABRAMOVITCH, 1977; YAMADA et al., 1983; GARBEROGLIO & BECCE, 1994, BONINI, 1999).

Durante o preparo biomecânico, os instrumentos atuam excisionando a dentina e dando forma ao canal, produzindo uma massa constituída de material inorgânico (raspas de dentina, contendo hidroxiapatita) e material orgânico (células da polpa, fibras nervosas, vasos, colágeno e líquido tissular). Esta massa recebeu diversos nomes, como “magma dentinário”, “barro dentinário” e, o mais freqüente, “*smear layer*”, tendo uma espessura que varia de 1 a 5 μm (PASHLEY, 1984; MADER et al. 1984). O termo *smear layer*, em inglês, prevaleceu sobre qualquer tentativa de tradução por descrever de forma simples e correta a real natureza desta entidade. Caso esteja obstruindo a entrada dos canalículos dentinários, recebe a denominação de *smear plug*, porém possuindo constituição idêntica à *smear layer*.

O uso das soluções irrigadoras é necessário para promover a dissolução de restos pulpares, movimentação hidráulica de *débris*, lubrificação, desinfecção, desodorização e neutralização de toxinas bacterianas. Além disso, deve remover de forma efetiva tanto a *smear layer* quanto o *smear plug*, permitindo a penetração do cimento obturador nos canalículos dentinários e, desta forma, vedando de forma hermética o canal radicular. A solução irrigadora ideal deve possuir, além de todas estas propriedades, baixa toxicidade e ser de fácil aquisição.

Em todo o mundo, o hipoclorito de sódio (NaOCl) nas mais diversas concentrações é utilizado na irrigação de canais radiculares, pois atende a todas as especificações supracitadas (De DEUS, 1992). Esta solução age nas proteínas teciduais promovendo sua desnaturação e substituição de moléculas de hidrogênio e oxigênio por cloro, formando cloraminas solúveis em água. Esta ação se restringe à porção orgânica do dente, ou seja, matriz colágena e polpa (GUERISOLI et al., 1998).

A existência de canais atresiadados, de difícil instrumentação, gerou a necessidade de soluções irrigadoras auxiliares que atuassem na matriz mineral do dente. Inicialmente eram utilizados ácidos fortes como substâncias capazes de promover um alargamento das paredes dentinárias do canal radicular, porém estes se mostraram deletérios aos tecidos vivos e aos instrumentos (CALLAHAN, 1894; PRINZ, 1912; BUCKLEY, 1926; GROSSMAN, 1946).

Durante a década de 1930, a empresa alemã I. G. Farbenindustrie patenteou, sob o nome comercial de *Trilon B*, um ácido poliaminocarboxílico capaz de formar complexos estáveis com diversos íons metálicos, inclusive os alcalino-terrosos (família de elementos químicos que inclui, dentre outros, o cálcio). Este agente quelante, cujo nome sistemático é ácido etilenodiamino tetraacético (EDTA), mostrou-se muito útil na titulação de substâncias que continham metais em sua composição (FLASCHKA, 1967).

A introdução do EDTA na Odontologia deve-se ao trabalho de NIKIFORUK & SREEBNY (1953), que utilizaram o sal dissódico deste ácido como agente descalcificante de tecidos mineralizados em preparos histológicos. ØSTBY (1957), vislumbrando a possibilidade do uso clínico deste quelante, publicou um trabalho de grande impacto onde o EDTA era usado para ampliar canais atresiadados.

O uso do EDTA como solução auxiliar da instrumentação substituiu com vantagens os ácidos fortes, pois é menos irritante aos tecidos, não promove corrosão dos instrumentos e tem ação auto-limitante (ØSTBY, 1957).

O EDTAC é uma associação proposta por Von der FEHR e ØSTBY (1963), consistindo de EDTA e Cetavlon[®], um tensoativo catiônico quaternário de amônio, com o objetivo de diminuir a tensão superficial da solução de EDTA e dotá-la de capacidade bactericida.

Introdução

Estas soluções quelantes, associadas ao hipoclorito de sódio, removem de maneira eficaz a *smear layer* e o *smear plug* formados durante a instrumentação do sistema de canais radiculares.

Na área médica, diversas soluções quelantes são utilizadas na descontaminação de meios de cultura por metais pesados. Destacam-se entre estas soluções o CDTA (ácido trans-1,2-diaminociclohexanoN,N,N',N'-tetracético) e o EGTA (ácido bis (2-aminoetil) etilenoglicol-N,N,N',N'-tetracético), mais eficientes que o EDTA na complexação do cálcio. O primeiro forma complexos metálicos mais fortes que o EDTA, enquanto o EGTA mostra-se como um quelante específico para o íon Ca^{++} (VOGEL, 1981). Esta ação seletiva permite a utilização de tais substâncias quelantes em concentrações inferiores às soluções de EDTA (CRUZ FILHO, 1998).

O LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) foi desenvolvido em 1960 por MAIMAN, tendo uso crescente em diversas aplicações. Seu uso na Odontologia teve início com pesquisas realizadas por STERN & SOGNAES (1964), com a aplicação de um laser de rubi em dentina e esmalte, conseguindo redução da permeabilidade dentinária e desmineralização do esmalte. Atualmente, existem diversos tipos de laser, com aplicações específicas de acordo com seu comprimento de onda.

Os estudos sobre a aplicação do laser na Endodontia surgiram da necessidade de melhorar a qualidade da limpeza e desinfecção dos canais radiculares. O laser de Er:YAG (érbio: ítrio-alumínio-granada), em pesquisas recentes, mostrou-se eficaz na ablação de esmalte e dentina devido ao seu comprimento de onda (2,94 μm), altamente absorvido pela água e hidroxiapatita (BRUGNERA-JÚNIOR & PINHEIRO, 1998; TAKEDA et al., 1999; SHOJI et al., 2000).

Tendo em vista o grande potencial da aplicação do laser Er:YAG na Endodontia e a ação específica dos agentes quelantes CDTA e EGTA sobre íons cálcio, há a necessidade premente de estudar a ação destes sobre a *smear layer* formada durante a instrumentação dos canais radiculares.

2. Revista da Literatura

Para facilitar a compreensão, a Revista da Literatura foi dividida em duas partes que versam sobre trabalhos desenvolvidos por diversos autores em um mesmo período, porém com temas distintos: **soluções irrigadoras e laser**.

2.1. Soluções irrigadoras

O uso de soluções irrigadoras auxiliares da instrumentação dos canais radiculares não constitui novidade na Endodontia, e desde o século XIX a busca por uma solução irrigadora ideal é motivo de pesquisas por estudiosos de todo o mundo.

KIRK (1893) preconizava o uso de uma solução de dióxido de sódio na terapêutica endodôntica. Em contato com a umidade do canal radicular, esta solução produz hidróxido de sódio e libera oxigênio nascente, sendo eficiente também no clareamento dental.

SCHEREIER (1893) utilizava sódio e potássio metálicos como agentes desinfetantes no canal radicular. A reação provocada por estas soluções produzia grande quantidade de calor.

CALLAHAN (1894) utilizava uma solução aquosa de ácido sulfúrico com concentração em torno de 40 a 50% no interior dos canais radiculares, visando sua ampliação, dissolução de tecido necrótico e, principalmente, a desinfecção. Logo após a ação do ácido, este era neutralizado com bicarbonato de sódio. Desta forma, promovendo uma ampliação inicial do sistema de canais radiculares por meio de uma solução química, era possível a introdução dos instrumentos endodônticos para realizar a escultura do canal radicular.

PRINZ (1912), ainda abordando o problema dos canais atrésicos, preconizava o uso do ácido orto-fenol-sulfúrico, que promovia a descalcificação da dentina preservando a sua matriz orgânica. Este autor justifica o uso deste em detrimento ao ácido sulfúrico devido ao seu menor potencial irritativo quando em contato com os tecidos periapicais.

DAKIN (1915), tratando de soldados em campo de batalha na I Guerra Mundial, utilizava o hipoclorito de sódio na desinfecção das feridas. Entretanto, o alto poder irritante desta solução impedia uma cicatrização eficiente da escara. Este pesquisador percebeu que o potencial irritante do hipoclorito de sódio poderia ser diminuído sem comprometer sua ação bactericida, bastando para isto reduzir o pH da solução com ácido bórico. A solução de hipoclorito de sódio a 0,5% com pH reduzido ficou conhecida como líquido de Dakin.

BARRETT (1917), com muita propriedade, sugeriu o uso desta solução como auxiliar na instrumentação dos canais radiculares. A idéia foi bem aceita pela comunidade odontológica, que

passou a utilizar com sucesso o líquido de Dakin como auxiliar no preparo biomecânico dos canais radiculares.

BUCKLEY (1926) sugeria a utilização do ácido fenolsulfônico a 80% neutralizado com uma solução de bicarbonato de sódio a 10% em casos de polpa necrótica. Este autor fazia críticas a respeito da utilização do ácido sulfúrico como solução irrigadora de canais radiculares devido aos danos que o mesmo provoca nos tecidos periapicais, ressaltando que o ácido por ele proposto era menos irritante.

WALKER (1936) recomendava o uso do hipoclorito de sódio a 5,0% na irrigação dos canais radiculares, pois acreditava que uma solução mais concentrada seria mais eficiente na neutralização do conteúdo séptico presente em seu interior.

GROSSMAN & MEIMAN (1941) realizaram um estudo comparando vários agentes químicos utilizados em Endodontia até então, como a solução aquosa de ácido sulfúrico, o sódio e o potássio metálicos, o dióxido de sódio, o metilato de sódio, a papaína e o hipoclorito de sódio a 5,0%. A capacidade de solvência pulpar destes agentes foi quantificada e comparada. A conclusão destes autores foi que o hipoclorito de sódio a 5,0% (soda clorada) era o mais eficiente na dissolução pulpar. Desta forma, confirmava-se o hipoclorito de sódio como solução irrigadora mais indicada no tratamento de canais radiculares.

GROSSMAN (1943), extrapolando os conhecimentos adquiridos em suas pesquisas, preconizava uma técnica de irrigação para o tratamento de canais radiculares baseada na irrigação alternada entre hipoclorito de sódio a 5,0% e peróxido de hidrogênio a 3,0%. A irrigação final deveria ser realizada com o hipoclorito de sódio, de forma a esgotar a reação de efervescência e liberação de oxigênio nascente.

Atualmente, o hipoclorito de sódio é a solução irrigadora de canais radiculares mais utilizada por dentistas de todo o mundo, com diferença apenas na concentração preconizada, que varia de 0,5% a 6,0%.

NIKIFORUK & SREEBNY (1953) estudaram as propriedades químicas de um sal de ácido orgânico fraco, o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA). Estes autores vislumbraram a possibilidade de utilização deste sal como agente desmineralizante de tecido duro. Esta substância tem a capacidade de promover o seqüestro de íons metálicos na proporção de 1:1, ou seja, uma molécula de EDTA se liga a uma molécula da substância em questão através de uma ligação covalente. Como o íon cálcio (Ca^{++}) é abundante nos tecidos duros, este é o que sofre quelação.

De acordo com estes autores, a capacidade quelante do EDTA está em função direta com o seu pH, sendo o pico máximo de eficiência para cálcio alcançado em pH 7,5.

JUSSILA & PHOTO (1954) analisaram o efeito de várias soluções de EDTA sobre o tecido dentinário, dentre elas o EDTA a 10% em pH 11. Esta solução, embora eficiente na quelação do cálcio dentinário, poderia ter ação deletéria aos tecidos vitais, pois promovia a hidrólise das proteínas.

Com base nos trabalhos anteriores sobre a ação do EDTA nos tecidos orgânicos mineralizados, ØSTBY (1957) sugeriu o uso do EDTA a 15% em pH 7,3 na ampliação de canais atrésicos como alternativa aos ácidos fortes utilizados até então. O ajuste do pH na solução preconizada por este autor foi conseguido pela adição de hidróxido de sódio 5N. Neste mesmo trabalho, o autor sugere a adição de um composto de amônio quaternário para potencializar seu efeito bactericida.

HILL (1959) atesta que o EDTA não possui ação bactericida ou bacteriostática *per se*, porém é capaz de inibir o crescimento bacteriano por um processo de seqüestro dos íons

metálicos necessários para a sobrevivência dos microrganismos. Este autor, com base no trabalho de ØSTBY (1957), corrobora a sugestão feita para adição do tensoativo à base de amônio quaternário Cetavlon (brometo de N-cetil – N,N,N-trimetil amônio) à solução de EDTA. O autor verificou que esta associação, disponível comercialmente sob o nome de EDTAC, dotava o EDTA de capacidade bacteriostática, mantendo sua capacidade quelante, observando que esta solução à 15% promovia uma desmineralização das paredes dos canais radiculares entre 3 e 5 minutos de aplicação.

Neste mesmo trabalho, o autor afirma ainda que o EDTA é totalmente neutro para os tecidos gengival e periapical.

MARSHALL et al. (1960), reconhecendo a importância da desinfecção dos túbulos dentinários no sucesso da terapêutica endodôntica, estudou o efeito de diversos medicamentos sobre a permeabilidade dentinária radicular através da difusão de isótopos radioativos. Visando uma análise quantitativa da permeabilidade, foi criado o Índice de Permeabilidade Dentinária, dependente da profundidade e extensão de penetração destes isótopos. Os resultados obtidos, bastante controversos, levaram os autores a concluir que o EDTA, assim como o ácido sulfúrico, causam um decréscimo na permeabilidade dentinária. Irrigação com hipoclorito de sódio alternado com peróxido de hidrogênio ocasiona um aumento de permeabilidade.

WANDEL (1961), em seu trabalho, expunha dúvidas quanto à real eficácia clínica da solução de EDTA. Este autor afirmava que a solução de EDTA não era capaz de realizar um aumento de diâmetro de canais atrésicos, uma vez que seria impossível levar uma quantidade suficiente de EDTA ao interior destes canais.

Von der FEHR e ØSTBY (1963) realizaram um estudo comparando a capacidade do EDTAC e do ácido sulfúrico a 50% em desmineralizar dentina humana. Os resultados obtidos no experimento mostraram que o EDTAC, após 5 minutos no interior do canal radicular, promovia

desmineralização a uma profundidade de 30 μm . O mesmo foi encontrado para o ácido sulfúrico a 50%, com o mesmo tempo de aplicação.

Porém, quando as soluções testadas eram deixadas por um período superior a 40 horas no interior do canal radicular, os resultados eram significativamente diferentes. Enquanto o EDTAC produzia uma zona de desmineralização com profundidade igual a 50 μm , esta camada era de até 500 μm nos canais submetidos ao ácido sulfúrico. Os autores concluíram que a ação do EDTAC possuía caráter autolimitante, e que este era preferível ao ácido sulfúrico como solução auxiliar da instrumentação de canais radiculares.

PATTERSON (1963) verificou os efeitos *in vivo* e *in vitro* do EDTA e EDTAC. Este autor concluiu que a microdureza da superfície da dentina diminuía gradualmente após a aplicação dos agentes quelantes, e que o EDTAC era mais eficiente que o EDTA na limpeza do canal radicular e em relação à sua capacidade antimicrobiana. Atestou ainda que a ação do EDTAC continuava por até 5 dias no interior do canal radicular, não sendo, portanto, autolimitante.

WEINREB & MEIER (1965), estudando a ação quelante do EDTAC, em comparação ao ácido sulfúrico e instrumentação manual, verificaram que a solução quelante facilitava o preparo de canais radiculares atrésicos, sendo esta ação potencializada com trocas frequentes. Os autores recomendavam, portanto, uma irrigação abundante com o EDTAC para obtenção de melhores resultados.

HELING et al. (1965), comparando a ação do EDTA com a desmineralização causada pelo ácido clorídrico a 20% em dentes extraídos, constataram que o agente quelante era tão ou mais eficaz na desmineralização da dentina que o ácido forte.

STEWART et al., em 1969, propuseram uma preparação, em forma de creme, contendo EDTA e peróxido de uréia em uma base de polietilenoglicol de alto peso molecular (Carbowax).

Este produto ficou conhecido comercialmente com o nome de RC-Prep[®] e, segundo os autores, seria um auxiliar da limpeza e escultura do canal radicular. Neste estudo, demonstraram que o RC-Prep[®] combinado com o hipoclorito de sódio a 5,0% era capaz de aumentar a permeabilidade dentinária.

SEIDBERG & SCHILDER, em 1974, mostraram a propriedade autolimitante do EDTA no seqüestro de íons Ca^{++} de dentina pulverizada. Utilizando diferentes tamanhos de partículas de dentina, concluíram que, embora a reação de quelação se processe mais rapidamente em partículas pequenas, após 7 horas os resultados tornam-se estatisticamente semelhantes.

Neste mesmo experimento, estes autores demonstraram que 73% da parte inorgânica da dentina pode ser quelada em um meio com excesso de EDTA, sendo que a reação ocorre mais rapidamente na primeira hora.

McCOMB & SMITH (1975), em um estudo pioneiro, observaram sob microscopia eletrônica de varredura o efeito de diversas soluções irrigadoras utilizadas no tratamento endodôntico sobre as paredes dentinárias do canal radicular. Pela primeira vez observava-se a formação de uma camada amorfa aderida às paredes dos canais radiculares como resultado do preparo biomecânico. Estes autores, bastante surpresos com os resultados da observação ao microscópio eletrônico de varredura, concluíram que o EDTAC foi capaz de remover a *smear layer* do canal radicular, tornando as paredes dentinárias próprias para receber o material obturador. A limpeza obtida com a aplicação do EDTAC mostrou-se proporcional ao tempo em que este era deixado no interior do canal radicular.

BAKER et al. (1975), observando canais radiculares preparados com agentes quelantes por meio de microscopia eletrônica de varredura, concluíram que estes ampliavam os canalículos dentinários às custas da dentina intertubular. Os autores afirmam que esta, sendo menos mineralizada que a dentina peritubular, sofre maior descalcificação.

GOLDBERG & ABRAMOVICH (1977), acreditando na necessidade de aumentar a permeabilidade da dentina radicular de modo a facilitar a ação dos medicamentos, realizaram um estudo utilizando o EDTAC na remoção da *smear layer* e do *smear plug* formados durante a instrumentação dos canais radiculares. Neste experimento, os autores utilizaram soro fisiológico como solução irrigadora na fase de instrumentação dos canais radiculares. Em seguida, fraturaram longitudinalmente os dentes no sentido vestibulo-lingual e aplicaram duas gotas de EDTAC, com intervalo de 15 minutos, em somente uma das metades. Com o auxílio de microscopia eletrônica de varredura, relatam que a metade do dente que não recebera tratamento com EDTAC encontrava-se coberta por uma massa amorfa ou granular, e os canalículos dentinários estavam parcialmente ou totalmente obstruídos por este material (que mais tarde teria a denominação de *smear layer*). As metades tratadas com EDTAC mostravam-se livres desta massa amorfa, com os canalículos dentinários expostos e aumentados em diâmetro.

Os autores concluem que o EDTAC traz benefícios à terapia endodôntica pois auxilia na limpeza e desinfecção do canal radicular, facilita a ação das soluções irrigadoras e drogas devido ao aumento da permeabilidade radicular e, finalmente, condiciona as paredes dentinárias do canal a promover maior adesão ao cimento obturador.

RAM (1980), utilizando três preparações com propriedades quelantes (solução de EDTA a 15%, RC-Prep[®] e Salvisol), estudou a efetividade destas na limpeza do canal radicular através da microscopia eletrônica de varredura. O autor relata que, embora os agentes quelantes fossem efetivos nas porções média e cervical do canal, a porção apical apresentava sempre restos de fibras colágenas e *smear layer*. Assim, conclui que os métodos atuais de preparo radicular são ineficientes em produzir um canal limpo.

ZUOLO et al. (1987) estudaram a ação do EDTA e suas associações com tensoativos na permeabilidade da dentina radicular. Os autores utilizaram soluções de EDTA, EDTA +

Cetavlon, EDTA + Tergentol e EDTA + cloreto de cetilpiridino no preparo biomecânico dos canais radiculares de incisivos centrais superiores humanos. Para quantificação da permeabilidade dentinária, foi utilizado o método histoquímico descrito por PÉCORÁ (1985), juntamente com a análise morfométrica. Os resultados mostraram uma maior infiltração de íons cobre nos dentes tratados com EDTAC. Os terços cervical e médio da raiz apresentaram índices de permeabilidade semelhantes, enquanto o terço apical mostrou valores menores.

Outras soluções quelantes, com maior afinidade ao cálcio, são freqüentemente utilizadas na obtenção de meios de cultura livres deste íon metálico.

IZUTSU et al. (1988), estudando *in vitro* a regulação autônoma de liberação de potássio em glândulas salivares humanas, conseguia meios de cultura livres de cálcio adicionando pequenas quantidades de EGTA em pH 7,4. Neste experimento, o EGTA foi eficiente no seqüestro de íons Ca^{++} dos meios de cultura utilizados.

CZONSTKOWSKY et al. (1990), em uma revisão da literatura, concluem que a remoção da *smear layer* apresenta mais benefícios do que riscos, recomendando, portanto, o uso alternado de hipoclorito de sódio e EDTA durante o preparo biomecânico dos canais radiculares.

SAQUY (1991) avaliou a capacidade quelante do EDTA e da associação EDTA + solução de Dakin, por métodos químicos e pela análise da microdureza da dentina. Analisando por diferentes métodos a dentina humana submetida à ação quelante do EDTA misturado com líquido de Dakin, concluiu que o EDTA não é inativado pelo hipoclorito de sódio.

DOHI et al. (1991) realizaram um estudo sobre a dependência do cálcio em estímulos nervosos para liberação de mucina de glândulas submandibulares de cachorro. Meios livres de cálcio para cultura de células foram conseguidos com a adição de EGTA a 3 mM.

PÉCORÁ (1992) estudou o efeito das soluções de Dakin e de EDTA, isoladas, alternadas e misturadas, sobre a permeabilidade da dentina radicular de dentes humanos. Este autor,

corroborando os achados de SAQUY (1991), concluiu que o efeito do EDTA não é anulado pela mistura com hipoclorito de sódio.

KASUGAI et al. (1993), observando a formação de tecido mineralizado em células de polpa dental de rato, conseguiu meios de cultura livres de cálcio utilizando EGTA a uma concentração de 0,02%.

CRUZ FILHO (1994) avaliou a diminuição da microdureza dentinária em cortes transversais de raízes de incisivos centrais superiores humanos tratados com EDTAC por diferentes tempos de aplicação. Este autor concluiu que a microdureza da dentina é diminuída em função do tempo de aplicação da solução de EDTAC. Além disso, a redução da microdureza faz-se sentir no primeiro minuto de aplicação do agente quelante.

FAIRBANKS (1995) estudou a capacidade quelante do EDTA, do EDTAC e do EDTA-T pela análise da microdureza da dentina radicular. As soluções testadas eram aplicadas sobre a dentina radicular por um tempo de 5 minutos. A análise estatística dos resultados obtidos evidenciou que as soluções quelantes testadas reduziam a microdureza da dentina e que a solução de EDTA e EDTA-T agiram de modo semelhante. A solução de EDTAC foi a mais efetiva em reduzir a microdureza da dentina, no tempo pesquisado.

NAKAJIMA et al. (1997), evidenciando a necessidade de determinar corretamente a quantidade de flúor liberada por ionômeros de vidro, utilizaram o CDTA para promover a decomplexação das moléculas de AlF_3 . Constataram que o CDTA é eficiente no seqüestro de Al^{+++} somente quando este íon não excede concentrações superiores a 5 ppm.

CRUZ FILHO (1998), estudando os agentes quelantes EDTAC, EGTA e CDTA, concluiu que estes são eficientes na redução da microdureza da dentina radicular. As soluções de EGTA e CDTA a uma concentração de 1,0% são tão eficientes quanto o EDTAC a 15%. Isto possibilitaria

o uso na Endodontia de soluções quelantes menos concentradas com o mesmo efeito sobre a matriz mineral da dentina.

Di LENARDA et al. (2000) compararam os efeitos do ácido cítrico e do EDTA alternados com hipoclorito de sódio na remoção do *smear layer* em dentes instrumentados. Os autores analisaram os espécimes de forma qualitativa e quantitativa, através da microscopia eletrônica de varredura, não encontrando diferenças estatísticas significativas entre as soluções irrigadoras estudadas.

ÇALT & SERPER (2000) pesquisaram as propriedades quelantes específicas do EGTA em canais radiculares de dentes humanos através da microscopia eletrônica de varredura. Os autores observaram que, quando utilizado em uma concentração igual a 17% e associado ao hipoclorito de sódio a 5%, o EGTA era capaz de remover satisfatoriamente o *smear layer* dos canais radiculares. Comparado ao EDTA na mesma concentração, a solução experimental não provocava erosão da dentina peritubular, o que foi considerado uma vantagem, porém não era tão efetivo quanto o EDTA na remoção do *smear layer* em terço apical.

2.2. Laser

Paralelamente às pesquisas envolvendo o uso de soluções quelantes na Endodontia, outras áreas do conhecimento humano recebiam contribuições valiosas. MAIMAN, em 1960, desenvolveu o primeiro LASER. Esta palavra, um acrônimo para *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, designa um feixe de luz altamente concentrado, obtido através da emissão estimulada de radiação. Pode estar ou não no espectro visível, sendo capaz de levar uma alta quantidade de energia a um dado local com extrema precisão.

STERN & SOGNAES, em 1964, realizaram um experimento pioneiro onde esmalte e dentina foram irradiados com um laser de rubi (pulsos de 1 milissegundo, 500 a 2.000 J/cm² de potência). Tal procedimento resultou em formação de crateras na superfície irradiada, com vitrificação do esmalte.

WEICHMAN & JOHNSON (1971) relatam a tentativa de selar o forame apical de dentes com a utilização do laser de CO₂, sem contudo alcançar o sucesso desejado. No ano seguinte, WEICHMAN et al. (1972) repetiram a tentativa, desta vez com o laser de Nd:YAG (Neodímio: ítrio-alumínio-granada), falhando novamente. Estes foram os primeiros experimentos que se tem notícia sobre a utilização do laser em Endodontia.

DEDERICH et al. (1984), através da microscopia eletrônica de varredura, estudaram o efeito da irradiação com laser Nd:YAG sobre as paredes dentinárias do canal radicular. Observou-se que a ação do laser variava de nenhum efeito a derretimento e recristalização da dentina em um novo padrão. Os autores concluem que a dentina derretida e recristalizada poderia demonstrar uma permeabilidade reduzida comparada às áreas que não receberam irradiação com laser.

TANI & KAWADA (1987) investigaram os efeitos dos lasers sobre a *smear layer*, por meio de microscopia eletrônica de varredura e penetração do corante azul de metileno. Observou-se que os lasers de CO₂ e Nd:YAG provocavam vaporização e fusão da *smear layer* obliterando os canalículos dentinários pelo derretimento do *smear plug*.

ZAKARIASEN et al. (1988), em uma revisão da literatura, sugerem a possibilidade de uso do laser em retrobturações, descontaminação do canal radicular, volatilização da polpa dental e selamento dos canalículos dentinários.

KELLER & HIBST (1989) estudaram os efeitos do laser Er:YAG (érbio: ítrio-alumínio-granada) sobre os tecidos dentais mineralizados. Constataram que a energia transferida às

moléculas de água presentes nestes tecidos era tão repentina e intensa que provocava microexplosões, removendo partículas de tecido mineralizado, vaporizando-as num processo denominado ablação. Os autores concluíram que o laser Er:YAG é efetivo tanto na remoção de partículas de esmalte quanto de dentina, sem provocar a fusão na superfície dos tecidos, como pode ser constatado na aplicação do laser de CO₂.

BAHCALL et al. (1992) realizaram um experimento com o intuito de investigar os efeitos histológicos no periápice de cães após irradiação dos canais radiculares com laser Nd:YAG. Molares de cães foram tratados endodonticamente de maneira convencional e com o laser, através da irradiação do canal radicular com o auxílio de fibra ótica. Após trinta dias, os cães foram sacrificados e os tecidos periapicais dos dentes tratados foram submetidos à preparação histológica e observação em microscópio óptico. Os achados histológicos mostram uma grande incidência de necrose dos tecidos periradiculares em dentes irradiados com o laser, diferente dos achados em dentes tratados de maneira convencional. Os autores concluem que a necrose pode ter sido causada por dois fatores: ou a transferência do calor gerado no interior do canal radicular para os tecidos adjacentes ou a transferência do próprio feixe de laser, que atravessaria a dentina radicular e o cimento chegando aos tecidos periapicais.

LEVY (1992) utilizou o laser Nd:YAG transmitido por fibra ótica no interior de canais radiculares. Após a exploração inicial do canal e instrumentação com uma lima de número 15, uma fibra ótica de 200 µm de diâmetro era introduzida até o comprimento de trabalho (1 mm aquém do ápice). Através desta fibra, um feixe de laser Nd:YAG pulsátil, com potência igual a 35 W, promovia a irradiação da dentina no interior do canal radicular. Havia refrigeração abundante com um *spray* de água e ar.

Este autor observou ao microscópio eletrônico de varredura uma impressionante limpeza dos terços médio e cervical dos canais tratados com o laser, sem presença de *débris* ou *smear*

layer e com algumas áreas de dentina fundida. No terço apical, foi encontrada uma massa amorfa fusionada, sem estrutura organizada. O autor atenta para o fato de serem necessárias pesquisas mais aprofundadas quanto à energia a ser utilizada na irradiação da dentina.

BURKES et al. (1992) relatam os efeitos do laser Er:YAG com e sem irrigação por água em dentes humanos extraídos. Os autores verificaram a viabilidade de se utilizar o laser Er:YAG no preparo de cavidades para procedimentos restauradores, o efeito do *spray* de água na ablação do laser em esmalte e o aumento de temperatura produzido na operação. Os resultados indicaram um efeito de ablação deficiente em esmalte seco, com formação de uma superfície irregular e profundidade da cavidade insatisfatória. Quando o laser era usado em conjunto com um *spray* de água, a ablação do esmalte tornava-se eficiente, produzindo um preparo cavitário comparável àqueles produzidos com brocas. O aumento na temperatura produzido pelo laser também foi dependente da presença ou não de umidade. Em esmalte seco, houve um aumento de temperatura de mais de 27° C, detectado por um par termoeletrônico colocado na câmara pulpar. Com irrigação, o aumento da temperatura foi de 4° C, em média.

Assim sendo, concluíram que a irrigação com água é fundamental no uso do laser Er:YAG, pois o comprimento de onda no qual este trabalha tem grande atração pela água, favorecendo a ablação do tecido e refrigeração.

WRIGHT et al. (1993) comparou a microinfiltração de restaurações classe V onde os preparos cavitários foram feitos com broca e com laser Er:YAG (300 µJ de energia, 2 Hz). O condicionamento ácido também foi efetuado com o laser Er:YAG, com potência de 200µJ, e as cavidades restauradas com resina composta (Prismafil®, LD Caulk). Os resultados foram favoráveis ao uso do laser, e os autores concluem que é possível o uso da técnica em procedimentos restauradores.

MISERENDINO et al. (1995) investigaram o efeito do laser Nd:YAG sobre a permeabilidade dentinária das paredes dos canais radiculares, constatando sua redução. Para eles o laser pode, num futuro próximo, oferecer vantagens no preparo e desinfecção dos canais radiculares, pois obtém-se canais limpos e com obliteração de canalículos dentinários.

LAN & LIU (1995) observaram, ao microscópio eletrônico de varredura, as alterações estruturais promovidas pelo laser Nd:YAG sobre a dentina humana. Quando aplicado com 30 mJ de energia, o laser causava fusão dentinária obliterando os canalículos. Ao aumentar a quantidade de energia dispendida por pulso, foram constatadas linhas de fratura e rachaduras na massa de dentina fusionada.

GOUW SOARES et al. (1996), em um estudo utilizando o laser Er:YAG, avaliaram os seus efeitos na estrutura morfológica da superfície da dentina apical através do microscópio eletrônico de varredura. Os resultados da análise microscópica revelaram ausência de danos estruturais, como fusão, e uma superfície dentinária livre de *smear layer*. Os autores concluem que o laser Er:YAG é uma alternativa viável em casos de apicectomia.

KOMORI et al. (1997) realizaram apicectomias com o auxílio do laser Er:YAG no lugar de brocas. Relatam que o laser possui vantagens sobre os métodos convencionais, como a ausência de desconforto e vibração, menor chance de contaminação da loja cirúrgica e mínimo risco de trauma aos tecidos vizinhos reduzido.

TANJI et al. (1997a) estudaram as alterações morfológicas da superfície dentinária radicular preparada endodonticamente quando irradiada pelo laser Er:YAG em modo desfocado, com diferentes parâmetros de energia: 8,64 J/cm²; 11,29 J/cm²; 14,11 J/cm². Os autores observaram ao microscópio eletrônico de varredura que a ablação da *smear layer* formada foi eficiente, sendo que a densidade de energia mais adequada para promover um padrão microrretentivo ótimo é de 14,11 J/cm².

TANJI et al. (1997b) avaliaram morfológicamente superfícies dentinárias irradiadas pelo laser Er:YAG com três diferentes parâmetros de energia: 60 mJ, 80mJ e 100mJ. Os autores relatam que o laser Er:YAG é eficiente na remoção da *smear layer*, expondo os canalículos dentinários e criando um padrão microrretentivo que poderia melhorar o embricamento mecânico dos materiais restauradores.

TAKEDA et al. (1998a) compararam três tipos diferentes de laser (argônio, Nd:YAG e Er:YAG) e EDTA 17% quanto à remoção de *smear layer*, através da microscopia eletrônica de varredura. Os autores relatam que todos os lasers utilizados foram eficientes na remoção da *smear layer*. Entretanto, no grupo irradiado com laser de argônio, restos pulpares ainda estavam presentes no interior do canal radicular. O laser Nd:YAG provocou a fusão e recristalização da *smear layer*, enquanto o laser Er:YAG evaporou-a totalmente, deixando os canalículos dentinários abertos e limpos. Com base nestes achados, os autores concluem que o laser Er:YAG é o mais eficiente na remoção da *smear layer*, inclusive quando comparado à solução quelante.

TAKEDA et al. (1998b) avaliaram *in vitro* a capacidade de remoção de *smear layer* do laser Er:YAG utilizado em potências diferentes (1 e 2 W), utilizando como controle dentes não irradiados. Os resultados obtidos com o microscópio eletrônico de varredura mostraram não haver diferenças estatísticas significantes entre os dois grupos irradiados, e os autores concluem que o laser Er:YAG é eficiente na remoção de *smear layer*.

MATSUOKA et al. (1998) estudaram a capacidade do laser Er:YAG na remoção de *débris* próximo ao ápice de dentes instrumentados manualmente. Para tanto, utilizaram o laser em três potências diferentes (1, 2 e 3 W) e analisaram os canais por meio de um fibroscópio e microscopia eletrônica de varredura. Concluem que o laser Er:YAG é efetivo na remoção de *debris* próximo ao ápice dental, e que o fibroscópio fornece resultados consistentes em dentes intactos.

TAKEDA et al. (1998c) demonstraram as alterações morfológicas causadas pela aplicação do laser Er:YAG nas paredes do canal radicular de dentes humanos. Para tanto, irradiaram perpendicularmente a parede dos canais radiculares de dentes previamente instrumentados e cisalhados longitudinalmente, observando os espécimes ao microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluem que o laser Er:YAG é eficiente na remoção de *débris* e *smear layer* formados durante a fase de instrumentação.

CECCHINI et al. (1999), através de observações pelo microscópio eletrônico de varredura, avaliaram o efeito dos lasers de Er:YAG e Nd:YAG sobre as paredes dos canais radiculares. Os autores relatam que os canais irradiados com o laser Er:YAG apresentaram superfícies dentinárias livres de *smear layer* sem danos estruturais. As amostras irradiadas com o laser Nd:YAG também se apresentaram livres de *smear layer*, porém com fusão e recristalização da superfície dentinária.

TAKEDA et al. (1999) compararam *in vitro* a capacidade de remoção de *smear layer* de três soluções irrigadoras (EDTA 17%, ácido fosfórico a 6% e ácido cítrico a 6%) e dois tipos de laser (CO₂ e Er:YAG) em dentes previamente instrumentados com hipoclorito de sódio a 5,25% associado a peróxido de hidrogênio a 3%. Os resultados obtidos pela observação dos espécimes ao microscópio eletrônico de varredura avaliaram que os ácidos fosfórico e cítrico são tão eficientes quanto o EDTA na remoção de *smear layer* das paredes do canal radicular, não sendo capazes, contudo, de limpar seu terço apical. Tanto o laser CO₂ quanto o Er:YAG foram mais eficientes na limpeza do canal. Enquanto o primeiro funde e recristaliza a *smear layer*, o laser de Er:YAG promove sua evaporação. Os autores concluem que o laser Er:YAG é o mais eficiente na remoção da *smear layer* presente no canal radicular de dentes previamente instrumentados.

TOKONABE et al. (1999) investigaram as mudanças morfológicas causadas pelo laser Er:YAG em dentes humanos. Para tanto, promoveram a irradiação *in vitro* de amostras de

esmalte e dentina, processando-as para análise em microscópios óptico e eletrônico. Os resultados indicam dano térmico mínimo presente nos tecidos circunjacentes àqueles vaporizados pelo laser. Com base nestes achados, os autores concluem que o uso de tal equipamento é viável clinicamente para remoção de tecido dental.

KOBA et al. (1999) avaliaram os sintomas pós-operatórios e processo de cura de pacientes diagnosticados com periodontite crônica e tratados com laser Nd:YAG. Para tanto, realizaram a instrumentação endodôntica dos dentes comprometidos e dividiram os pacientes em grupos controle e experimental. Neste último, os dentes receberam irradiação com laser Nd:YAG em sua porção apical por 1 segundo. Os resultados indicaram redução de sintomatologia pós-operatória no grupo tratado com laser, sem entretanto alterações no processo de regressão da lesão, avaliado por meio de radiografias periapicais. Os autores concluem que o uso de laser Nd:YAG pulsado é vantajoso no tratamento de canais infectados.

PÉCORRA et al. (2000), valendo-se do método histoquímico desenvolvido por PÉCORRA (1985), avaliaram a permeabilidade dentinária de raízes instrumentadas manualmente com diferentes soluções irrigadoras e irradiadas com laser Er:YAG (15 Hz, 140 mJ). Os resultados obtidos indicaram um aumento considerável na permeabilidade dentinária dos dentes irrigados com água destilada e deionizada e irradiados com laser, superando os valores registrados com o uso de hipoclorito de sódio e EDTA, em dentes irradiados ou não com o laser.

SHOJI et al. (2000), na tentativa de instrumentar o canal radicular unicamente com uso do laser Er:YAG, desenvolveram uma ponta de uso endodôntico capaz de dissipar o feixe de laser pelas paredes laterais do canal. Trabalhando em um canal simulado com osso bovino e sob constante irrigação (10 a 40 mJ, 10 Hz), relatam aumentos de diâmetro significativos em relação ao canal original. Os melhores resultados obtidos foram com energia igual a 30 mJ, a 10 Hz, onde foi obtido um aumento de 129,8% em relação ao diâmetro original do canal radicular.

PÉCORA et al. (2001) estudaram *in vitro* o efeito da aplicação do laser Er:YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária sobre a adesividade de diferentes cimentos endodônticos à base de resina epóxica. Para tanto, molares humanos tinham a superfície oclusal desgastada, produzindo-se uma superfície plana de dentina. Esta superfície recebia a aplicação de laser Er:YAG, EDTAC ou nenhum dos dois tratamentos. Sobre esta eram colocados cilindros de alumínio e repletos de cimento obturador. Decorrida a polimerização do material, os cilindros eram tracionados e registrava-se a força de tração necessária para deslocar o cilindro. Estes autores inferiram que a dentina tratada com laser Er:YAG propiciou a maior adesividade, a dentina tratada com a solução de EDTAC proporcionou adesividade intermediária e a dentina que não recebeu tratamento algum mostrou a menor adesividade aos cimentos à base de resina epóxi.

ALMEIDA (2001) avaliou, *in vitro*, a infiltração marginal coronária de canais radiculares obturados com ou sem a presença de *smear layer* e dois tipos de cimentos obturadores. A *smear layer* foi removida dos canais radiculares por meio de solução de EDTA ou do laser Er:YAG. Evidenciou-se a infiltração marginal coronária pela tinta Nanquim. Para efetuar a mensuração da infiltração, os dentes eram diafanizados com salicilato de metila. Os resultados evidenciaram que o cimento Sealer 26 permitiu menor infiltração coronária que o cimento tipo Grossman, de modo estatisticamente significativo ($p < 0,01$). A utilização de procedimentos que removem a *smear layer* (hipoclorito de sódio a 1% + EDTA a 17% e hipoclorito de sódio a 1% + Laser Er:YAG) não apresentaram diferenças estatisticamente significante entre si ($p > 0,05$), propiciando menor infiltração marginal coronária que os canais irrigados somente com a solução de hipoclorito de sódio a 1% ($p < 0,01$).

RIBEIRO (2001) pesquisou a permeabilidade dentinária dos canais radiculares instrumentados com diferentes soluções irrigadoras, associadas ou não ao uso do laser de Er:YAG. Utilizou-se 50 dentes incisivos centrais superiores humanos de estoque, divididos

aleatoriamente em 10 grupos com 5 dentes cada. Suas superfícies externas foram impermeabilizadas com éster de cianoacrilato (Super Bonder[®]) e procedeu-se ao preparo biomecânico destes dentes, variando-se a solução irrigadora utilizada e a aplicação ou não do laser Er:YAG (15Hz, 300 impulsos, energia total de 42 J e 140 mJ *input*, e 51 mJ *output*). Utilizando a metodologia descrita por PÉCORA (1985), foi feita a quantificação da porcentagem de infiltração de cobre pela análise morfométrica. Os resultados mostraram que a solução de hipoclorito e sódio a 1% utilizada isoladamente e o uso da água destilada deionizada mais irradiação com laser Er:YAG apresentaram maior aumento de permeabilidade, de modo estatisticamente semelhante entre si ($p > 0,05$) e significativamente diferentes dos demais tratamentos ($p < 0,05$).

PICOLI (2001) estudou, *in vitro*, o efeito da aplicação do laser Er:YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária, sobre a adesividade de diferentes cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio. Sessenta molares superiores humanos de estoque foram selecionados e tiveram suas superfícies oclusais desgastadas, deixando exposta uma plataforma plana de dentina. Posteriormente, estes dentes foram fixados pela raiz em bases de resina acrílica e divididos em três grupos (vinte dentes em cada grupo). No grupo 1 (controle), a superfície dentinária não recebeu nenhum tratamento. No grupo 2, aplicou-se uma solução de EDTAC sobre a dentina, por 5 minutos. No grupo 3, a dentina recebeu a aplicação do laser Er:YAG com os seguintes parâmetros: potência 2,25W; distância focal 11mm; frequência de 4Hz; tempo de aplicação de 1 minuto; energia de 200 mJ; energia total aplicada ao dente, 62 J. Após o tratamento da dentina exposta, os dentes foram divididos em quatro subgrupos, constituídos de cinco dentes cada, para receberem os seguintes cimentos a serem testados: Sealer 26, Apexit, Sealapex e CRCS . A adesão foi mensurada com o auxílio de uma Máquina Universal de Ensaio. Os resultados evidenciaram haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) para os

cimentos testados e os diferentes tratamentos aplicados à superfície dentinária. Os cimentos endodônticos testados puderam ser agrupados, quanto a sua adesividade à dentina, em ordem decrescente da seguinte forma: Sealer 26, CRCS, Apexit e Sealapex. A aplicação do laser Er:YAG e da solução de EDTAC, não resultaram em um aumento significativo da capacidade adesiva dos cimentos CRCS e Sealapex. Entretanto, tanto a aplicação do laser Er:YAG, como da solução de EDTAC, foram eficientes para aumentar a adesão dos cimentos Sealer 26 e Apexit. A aplicação do laser Er:YAG só foi significativamente superior à solução de EDTAC, em propiciar um aumento da adesividade do cimento Sealer 26 à dentina.

BARBIZAM (2001) avaliou, *in vitro*, a infiltração marginal apical em canais radiculares tratados de três maneiras distintas e obturados com dois tipos de cimentos endodônticos. Os dentes sofreram então 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%.

Como pode ser visto após esta revisão da literatura, alguns pesquisadores buscam soluções quelantes que apresentem uma alternativa ao uso do EDTA ou EDTAC na desmineralização da dentina radicular e remoção da *smear layer*. Ao mesmo tempo, o laser Er:YAG surge como uma possível alternativa ao uso destas soluções, pois apresenta uma ação efetiva sobre os tecidos dentais mineralizados, promovendo sua ablação.

Desta forma, abrem-se novas perspectivas quanto à utilização destes na Endodontia, incentivando a formulação de novas perguntas e questionamentos que carecem de elucidação.

3. Proposição

O objetivo deste estudo consiste em avaliar a capacidade de remoção da *smear layer* das soluções quelantes EGTA e CDTA a 1,0% e do laser Er:YAG comparados ao EDTAC a 15% quando aplicados no interior do canal radicular.

4. Material e método

4.1. Preparo dos dentes

Para este experimento foram utilizados vinte e cinco incisivos inferiores humanos, extraídos por motivos desconhecidos, obtidos do estoque de dentes do Laboratório de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Os dentes eram mantidos em solução de timol a 0,1%, em geladeira a 9 °C até o momento do uso. Vinte e quatro horas antes de sua utilização, os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas, para eliminação de qualquer traço de timol remanescente.

Material e método

A existência de um único canal radicular, condição necessária para o emprego da metodologia proposta neste trabalho, era avaliada por meio de radiografias tomadas no sentido mesio-distal do dente.

Os dentes selecionados foram divididos aleatoriamente em 5 grupos de 5 dentes cada. A instrumentação era feita de acordo com a técnica *step-back*, 1 mm aquém do ápice anatômico e com lima de memória número 30, variando-se apenas a solução irrigadora empregada. Todas as soluções utilizadas foram aviadas no Laboratório de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. A Tabela 1 lista as soluções irrigadoras utilizadas neste experimento, bem como seu princípio ativo e o fabricante. A Figura 1 mostra as embalagens dos fármacos utilizados para aviar as soluções quelantes experimentais.

Tabela 1. Soluções irrigadoras utilizadas no preparo dos canais radiculares.

Solução irrigadora	Princípio ativo	Fabricante
NaClO	hipoclorito de sódio a 1,0%	?
EDTAC	ácido etilenodiamino tetra-acético a 15% + brometo de hexadeciltrimetilamônio (Cetrimide) a 0,1%	EDTA: Merck Cetrimide: Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, EUA.
CDTA	ácido trans-1,2-diaminociclohexano- N,N,N',N'-tetra-acético a 1,0%	Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, EUA.
EGTA	ácido bis (β -aminoetil) etilenoglicol- N,N,N',N'-tetra-acético a 1,0%	Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, EUA.



Figura 1. Embalagem dos fármacos utilizados para preparar as soluções quelantes experimentais.

No Grupo 1 foi utilizado o hipoclorito de sódio a 1,0%, intercalando cada troca de lima com 1,8 ml de solução irrigadora, num total de 10,8 ml.

A solução irrigadora utilizada no Grupo 2 foi o EDTAC em pH 7,3 alternado em volumes iguais com água destilada e deionizada a cada troca de lima, perfazendo um total de 10,8 ml.

O Grupo 3 recebeu irrigação com CDTA em pH 7,3 alternado com água destilada e deionizada, em volumes iguais perfazendo um total de 10,8 ml.

O Grupo 4 recebeu irrigação com EGTA em pH 7,3, alternado com água destilada e deionizada, obedecendo ao volume total de 10,8 ml como nos grupos anteriores.

O Grupo 5 teve como solução irrigadora água destilada e deionizada. Após a instrumentação, o canal radicular dos dentes recebeu irradiação com laser Er:YAG (KaVo Key Laser II 1242, KaVo Dental GmbH Vertriebsgesellschaft, Alemanha) com o auxílio de uma fibra óptica de 285 μm de diâmetro, gerando uma energia total de 42 J, frequência de 15 Hz e potência

Material e método

de 140mJ *input* (51 mJ *output*), totalizando em média 300 pulsos (Figuras 2 e 3). A cinemática utilizada na irradiação era um movimento retilíneo e contínuo de tração da fibra óptica, de apical para cervical, durante 20 segundos. O deslocamento da fibra foi de 0,8 mm/s, em média.



Figura 2. KaVo KEY Laser II.

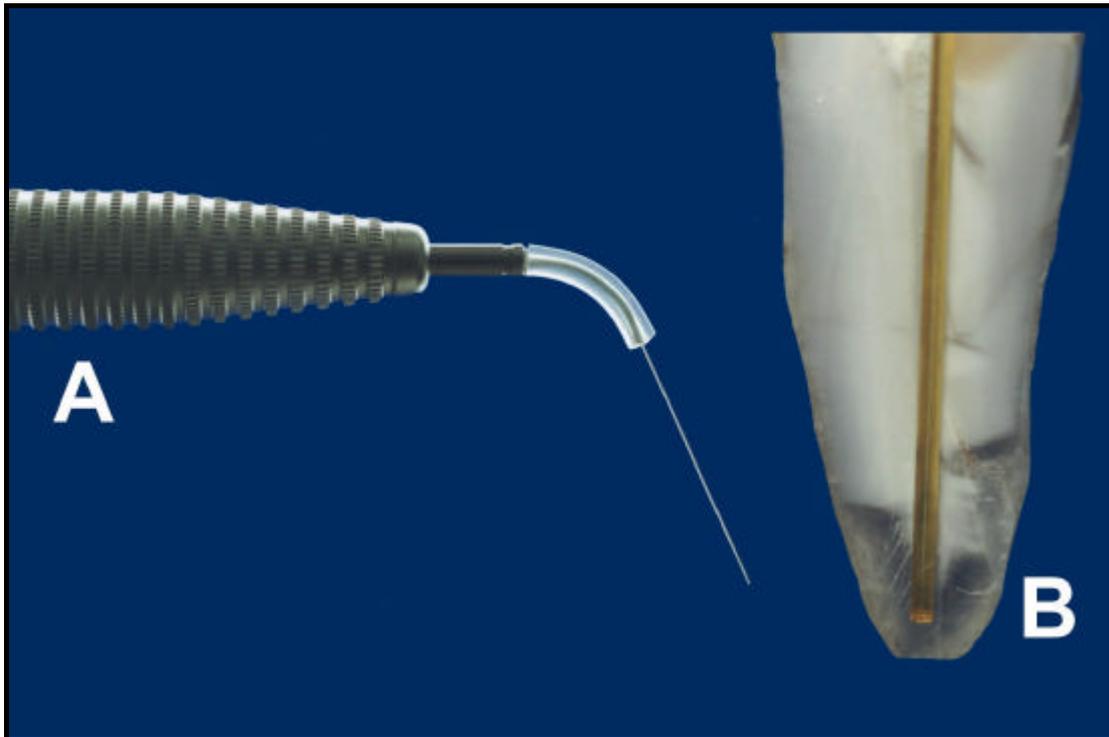


Figura 3. A) Ponta de fibra óptica 30/28 acoplada à peça de mão E 2055 (KaVo). B) Posição da fibra óptica no interior do canal radicular.

4.2. Preparo dos corpos-de-prova para microscopia eletrônica de varredura

Após o preparo dos canais radiculares, procedeu-se à secagem com cones de papel absorvente e obliterou-se a câmara pulpar com *Blu Tack*[®] (Bostik Ltd, Reino Unido), uma massa adesiva não-oleosa e que não deixava resíduos. Um disco diamantado (KG Sorensen, Brasil) em baixa rotação era utilizado para fazer um sulco longitudinal percorrendo toda a extensão das faces vestibular e palatina do dente, com o cuidado de não atingir o canal radicular. Com o auxílio de um cinzel bi-biselado e um martelo cirúrgico, os dentes eram então fraturados longitudinalmente de modo a deixar exposta toda a extensão do canal radicular (Figura 4).



Figura 4. Incisivo inferior fraturado longitudinalmente, expondo toda a extensão do canal radicular.

Em seguida, as raízes dos dentes foram preparadas para microscopia eletrônica de varredura em microscópio de baixo vácuo (JEOL 5300 LV, Japão), ilustrado na Figura 5.

Este microscópio apresenta a vantagem de dispensar a desidratação e revestimento com ouro do espécime a ser examinado, o que simplifica muito o seu processamento. Este se limita apenas à fixação da hemiseção da raiz nos *stubs* de alumínio do microscópio e à conexão das partes com tinta condutora, como pode ser visto na Figura 6.



Figura 5. Microscópio eletrônico de varredura de baixo vácuo (JEOL 5300 LV, Japão).

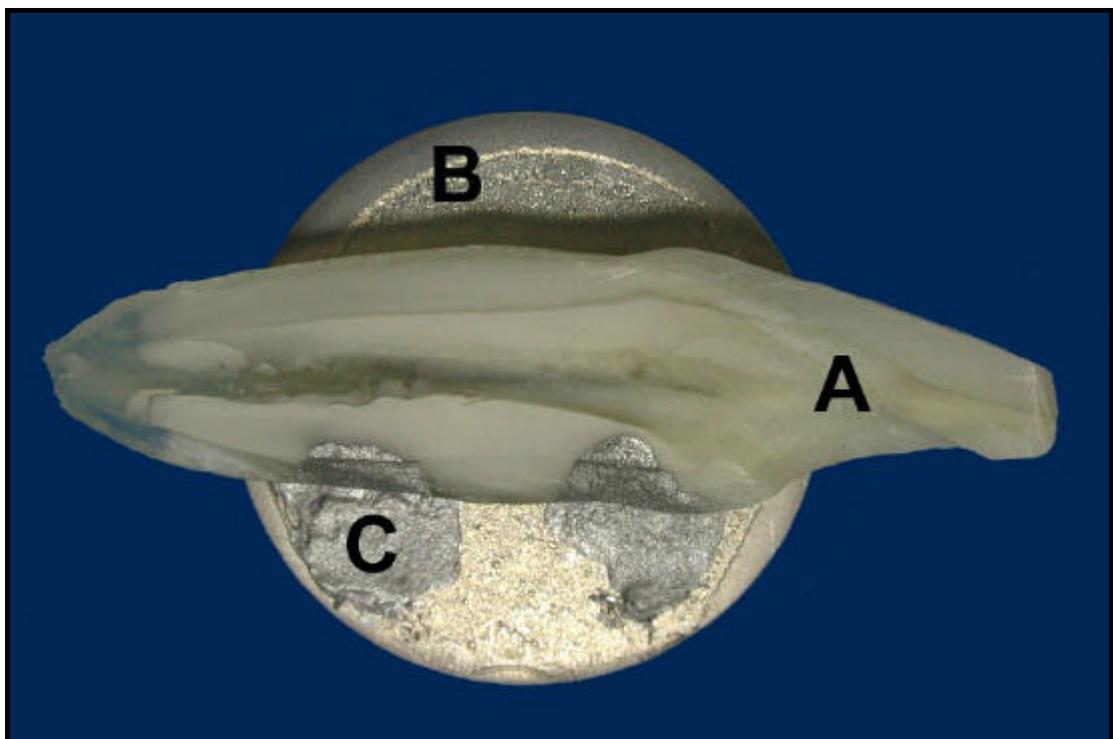


Figura 6. Hemiseção da raiz (A) fixada ao stub de alumínio (B), conectados com tinta condutora (C).

A observação ao microscópio eletrônico de varredura era feita com um aumento de 350 vezes, o que permitia uma visão ampla da área em questão sem perda de detalhes. Fotografias das regiões mais representativas dos terços médio e apical do canal radicular foram obtidas, devidamente identificadas, transportadas digitalmente para o computador e armazenadas em *CD-Recordable*, uma mídia não-volátil de baixo custo que permite a recuperação dos dados rápida e facilmente.

Fotomicrografias obtidas destas áreas foram submetidas a três avaliadores independentes previamente calibrados (endodontistas com titulação mínima de Mestre), de modo a classificar as imagens obtidas com base na quantidade de *smear layer* encontrada no interior dos canais. Os escores variavam de 1 (quantidade desprezível de *smear layer*) a 4 (obliteração total dos canalículos dentinários por *smear layer*), em números absolutos.

4.3. Desenvolvimento do software “Fotoscore”

Visando automatizar o processo de avaliação das fotomicrografias e registro dos resultados de acordo com os diferentes examinadores, foi desenvolvido um *software* em ambiente Windows, tendo como base um banco de dados no formato Access modificado por código em linguagem VBA (*Visual Basic for Applications*). Este programa, denominado *Fotoscore*, apresenta ao avaliador a imagem que deverá ser analisada em comparação a outras três; registra o escore atribuído pelo avaliador e, após o término do processo, emite um relatório contendo todos os dados. A Figura 7 é uma reprodução da interface gráfica do programa.

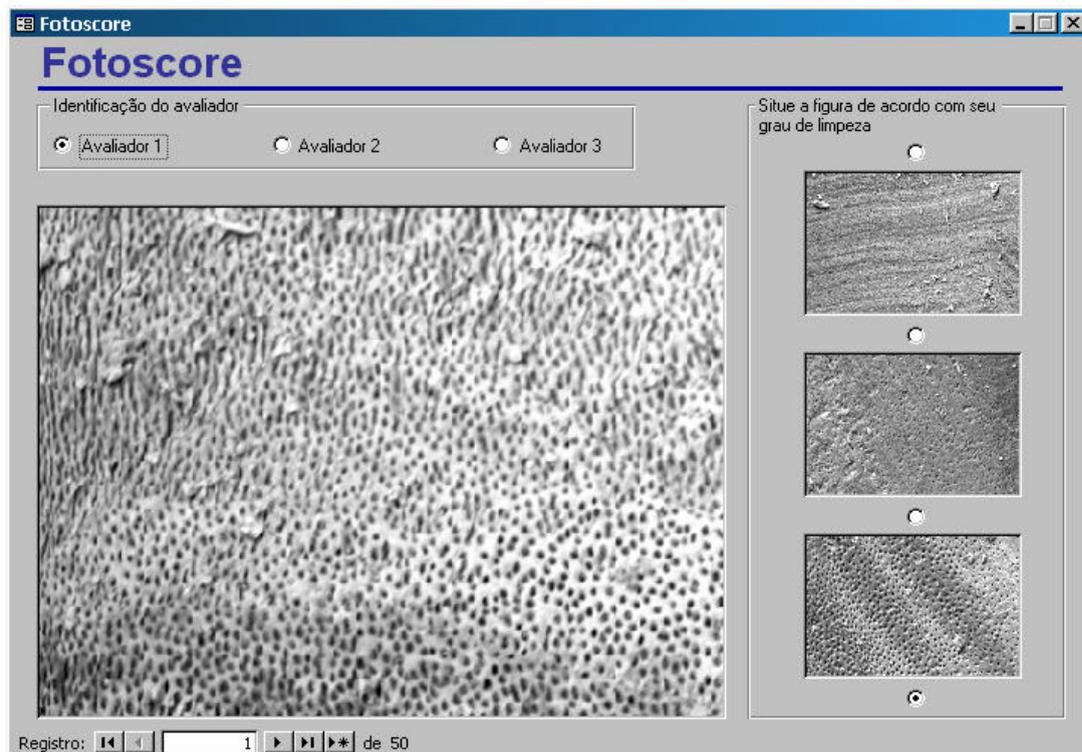


Figura 7. Interface gráfica do software “Fotoscure”, desenvolvido para a automação da atribuição de escores às fotomicrografias.

Não havia meio, por parte dos avaliadores, de saber qual grupo experimental estavam observando.

Após a observação e a atribuição de escores às fotomicrografias, os dados foram inseridos no programa GMC versão 8.0, de autoria do Prof. Dr. Geraldo Maia Campos, e submetidos à análise estatística não-paramétrica.

5. Resultados

O conjunto matemático do presente estudo é composto por dois fatores de variação. O primeiro fator, chamado de “Tratamentos”, é composto por cinco componentes independentes (hipoclorito de sódio 1,0%, EDTAC, EGTA, CDTA e água destilada + laser Er:YAG). O segundo fator de variação, denominado “Terços Radiculares”, apresenta dois componentes vinculados (médio e apical). O número total de dados é de 50 valores numéricos de natureza ordinal, obtidos a partir da moda dos escores atribuídos pelos diferentes examinadores às fotomicrografias. Este número total de dados é advindo do produto fatorial de cinco tratamentos, dois terços radiculares e cinco repetições (Tabela 2).

Tabela 2. Moda dos escores atribuídos pelos diferentes examinadores às fotomicrografias.

Terços	Tratamentos				
	NaOCl 1,0%	EDTAC	CDTA	EGTA	laser Er:YAG
médio	4	2	2	2	2
	4	2	3	4	2
	3	1	4	4	2
	3	1	3	2	2
	3	1	3	3	3
apical	4	1	4	4	2
	4	2	3	2	3
	4	1	4	4	3
	4	2	2	4	2
	4	2	4	4	4

Devido à natureza ordinal dos dados amostrais, tornava-se imperativa a utilização de testes estatísticos não-paramétricos para determinar diferenças significantes entre tratamentos e terços radiculares. Para os diferentes tratamentos testados, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis (não-paramétrico, amostras independentes, comparações múltiplas), enquanto para os diferentes terços o teste utilizado foi o de Wilcoxon (não-paramétrico, amostras vinculadas, comparação entre duas amostras). Ambos os testes foram realizados utilizando-se um *software* estatístico elaborado pelo Prof. Dr. Geraldo Maia Campos, do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (GMC, versão 8.0)

A análise estatística pelo teste de Kruskal-Wallis revelou diferenças significantes ao nível de 0,1% para os diferentes tratamentos testados (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados do teste de Kruskal-Wallis para os diferentes tratamentos.

Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado:	26,8491
Valor do X^2 para 4 graus de liberdade:	26,85
Probabilidade de H_0 para esse valor:	0,00%
Significante ao nível de 1 % ($\alpha = 0,01$)	

A fim de esclarecer quais tratamentos testados seriam significativamente diferentes entre si, efetuou-se o teste estatístico complementar de Dunn para comparações múltiplas entre as médias dos postos das amostras (Tabela 4).

Tabela 4. Comparações múltiplas entre médias dos postos das amostras.

Amostras comparadas (comparações duas a duas)	Diferenças entre médias	Valor crítico (α) a 0,1%	Significância
NaOCI X EDTAC	28,90		0,1%
NaOCI X CDTA	7,05		ns
NaOCI X EGTA	5,50		ns
NaOCI X laser Er:YAG	16,80		0,1%
EDTAC X CDTA	21,85	15,3885	0,1%
EDTAC X EGTA	23,40		0,1%
EDTAC X laser Er:YAG	12,10		1%
CDTA X EGTA	1,55		ns
CDTA X laser Er:YAG	9,75		5%
EGTA X laser Er:YAG	11,30		5%

ns = não significante.

O teste complementar revelou que os canais tratados com hipoclorito de sódio, CDTA e EGTA formam um grupo estatisticamente semelhante, apresentando a maior quantidade de *smear layer*. Os canais tratados com EDTAC apresentaram paredes dentinárias livres de *smear layer*, com exposição de grande quantidade de canalículos. Em uma posição intermediária situam-se os canais tratados com laser Er:YAG.

Para determinar se haviam diferenças estatísticas entre os terços radiculares, foi aplicado o teste de Wilcoxon (Tabela 5).

Resultados

Tabela 5. Resultados do teste de Wilcoxon para os terços radiculares.

Valor de z calculado pelo teste:	1,96
Probabilidades de H_0 para esse valor de z:	
a) em testes monocaudais:	2,5037 %
b) em testes bicaudais:	5,0074 %
Resultado do teste bicaudal:	
Não-significante ($\alpha = 0,05$)	

Devido ao fato de assumirmos como hipótese alternativa (H_1) apenas a diferença entre a quantidade de *smear layer* entre os terços radiculares, sem presumirmos qual deles seria o mais limpo, utilizamos a probabilidade de ocorrência da hipótese nula (H_0) para o valor de z calculado em testes bicaudais (5,0074%). Este teste revelou não haver diferenças estatísticas significantes entre os terços médio e apical dos canais radiculares.

As Figuras 8 a 12 mostram fotomicrografias eletrônicas de varredura das superfícies dentinárias dos terços apicais dos canais radiculares estudados.

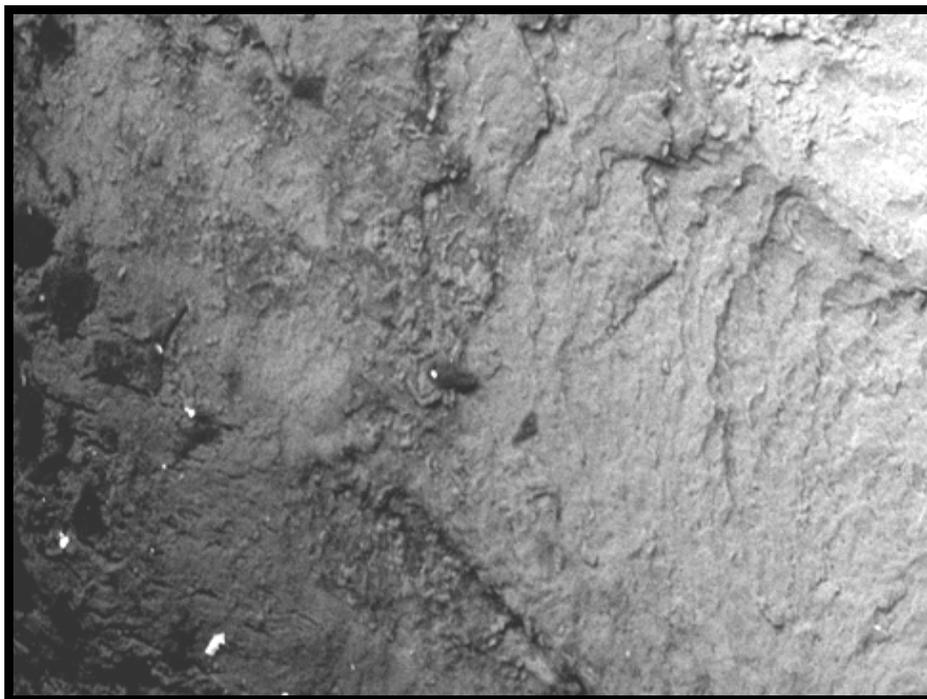


Figura 8. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção apical do canal radicular após instrumentação com hipoclorito de sódio a 1%.

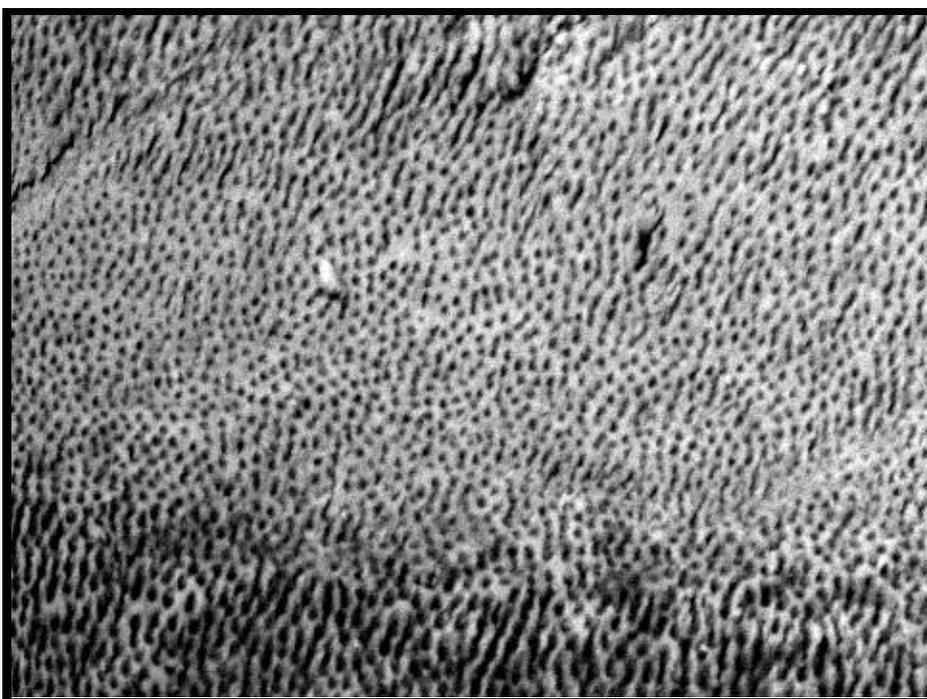


Figura 9. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção apical do canal radicular após instrumentação com EDTAC 17%. Pode-se notar a descalcificação da dentina peritubular, com ampliação dos canálculos dentinários.

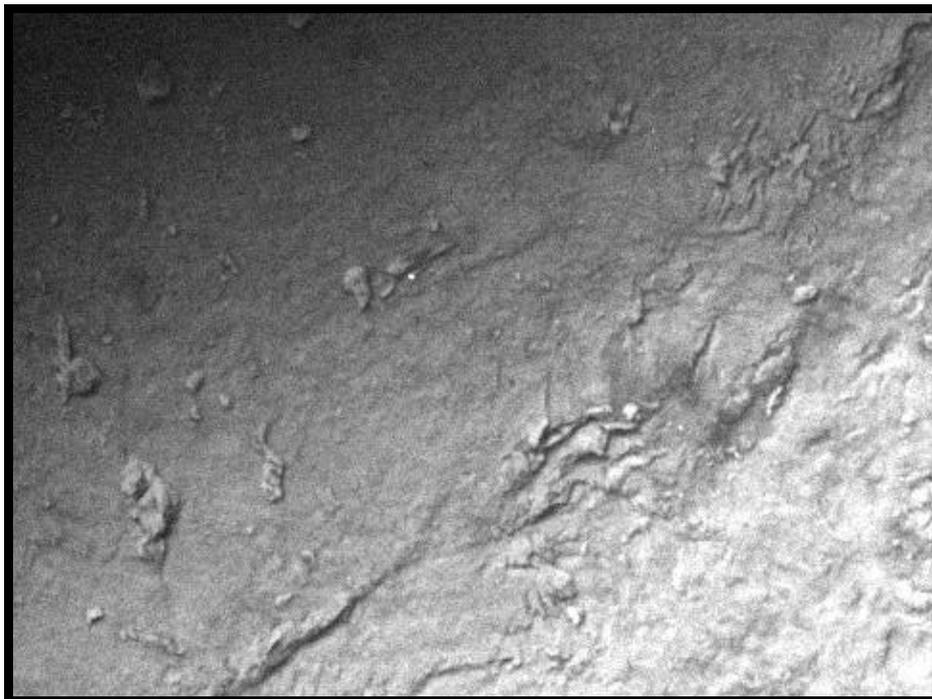


Figura 10. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção apical do canal radicular após instrumentação com EDTA a 1%.

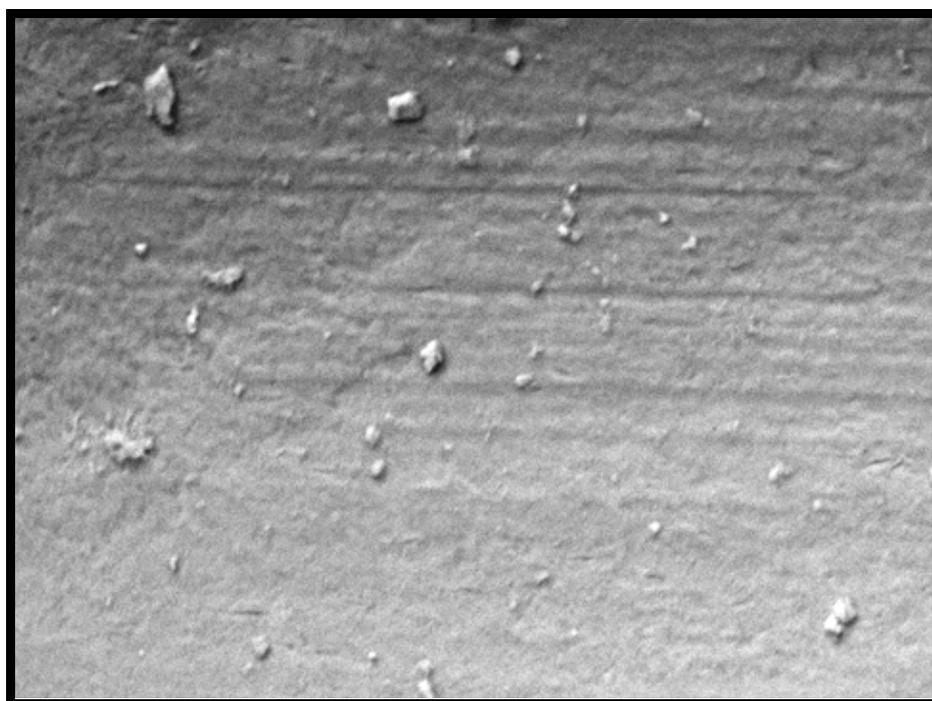


Figura 11. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção apical do canal radicular após instrumentação com EGTA a 1%. As setas indicam canalículos dentinários livres de smear layer.

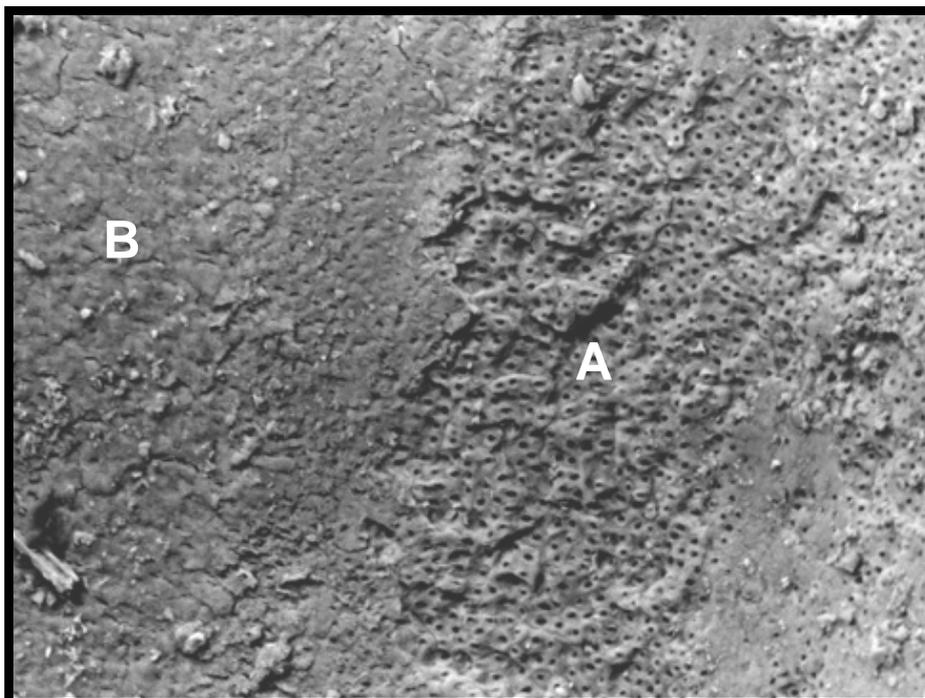


Figura 12. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção apical do canal radicular após instrumentação com água destilada e deionizada e irradiação com laser Er:YAG. A área marcada com a letra “A” indica canaliculos dentinários livres de smear layer, com padrão microrretentivo característico, enquanto a área “B” apresenta grande quantidade de smear layer.

As Figuras 13 a 17 mostram fotomicrografias eletrônicas de varredura das superfícies dentinárias dos terços médios dos canais radiculares estudados.

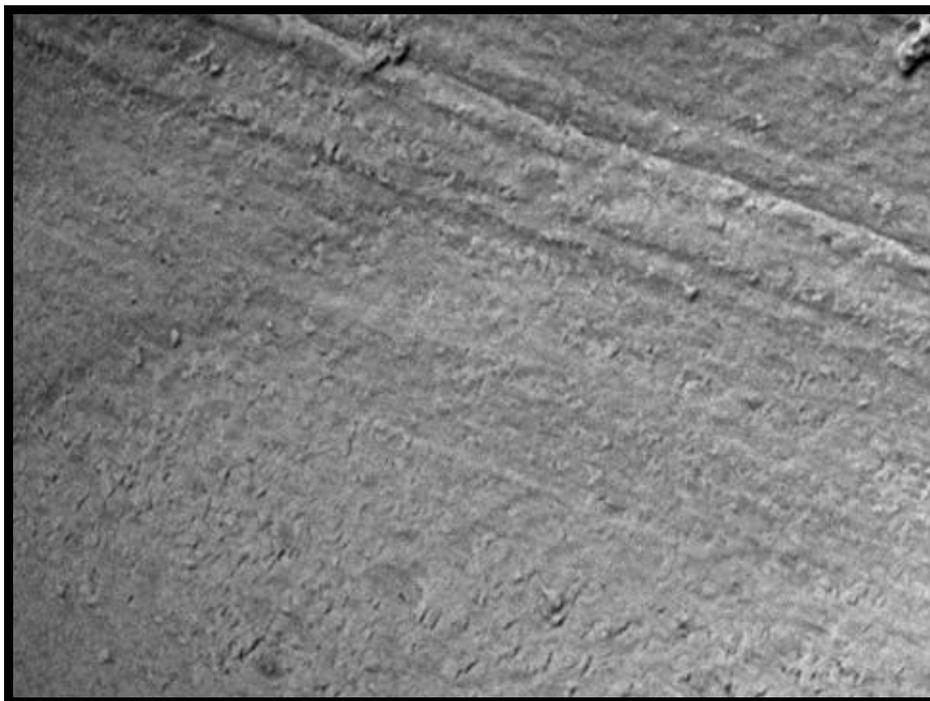


Figura 13. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção média do canal radicular após instrumentação com hipoclorito de sódio a 1%.

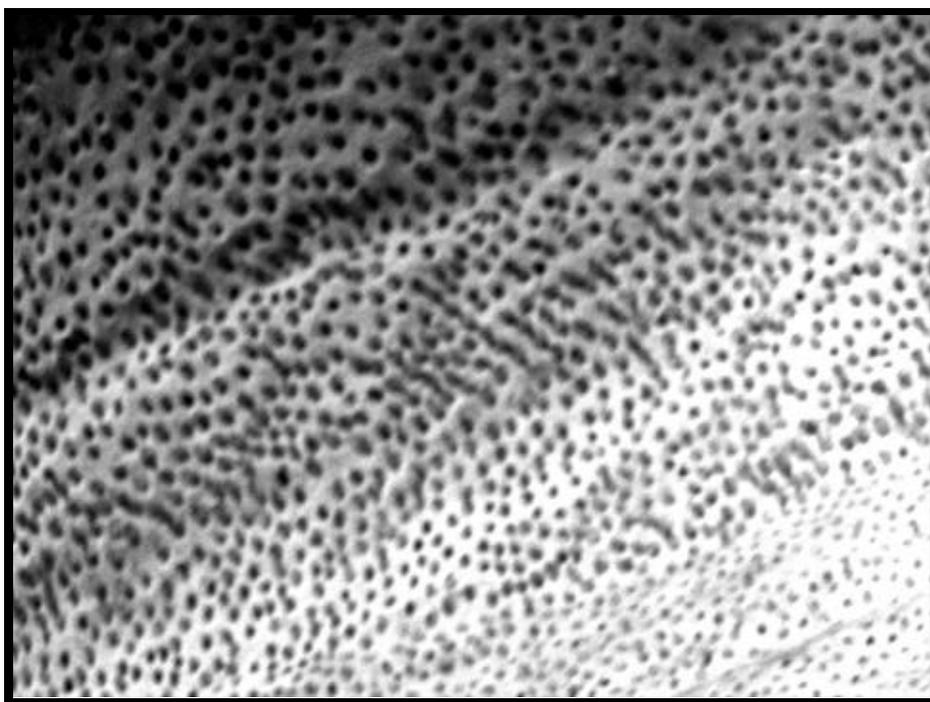


Figura 14. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção média do canal radicular após instrumentação com EDTAC 17%. Pode-se notar a descalcificação da dentina peritubular, com ampliação dos canalículos dentinários.

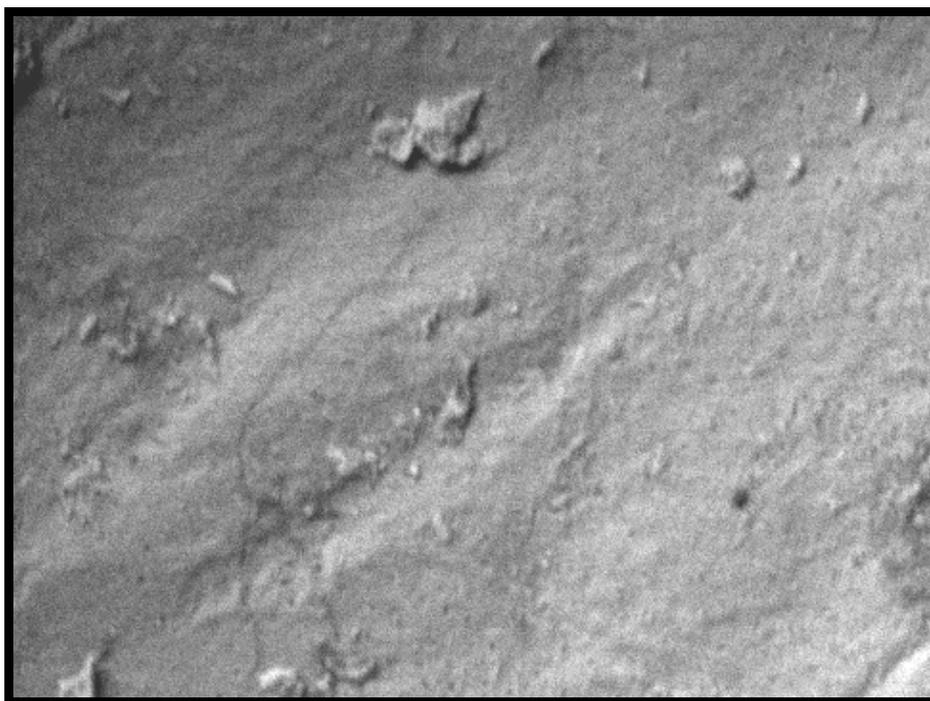


Figura 15. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção média do canal radicular após instrumentação com EDTA a 1%.

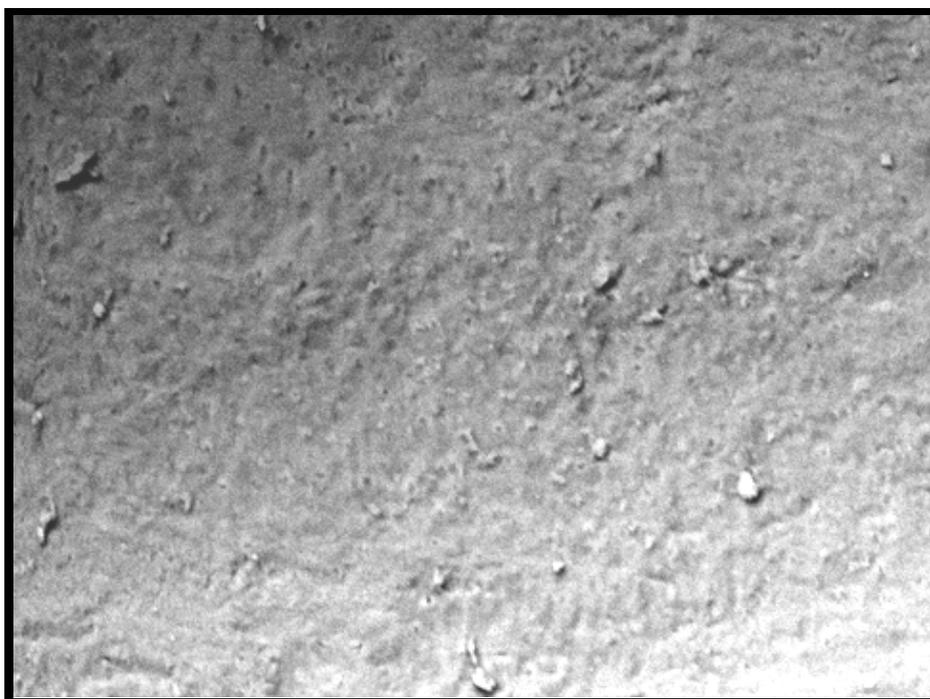


Figura 16. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção média do canal radicular após instrumentação com EGTA a 1%. As setas indicam canalículos dentinários livres de smear layer.

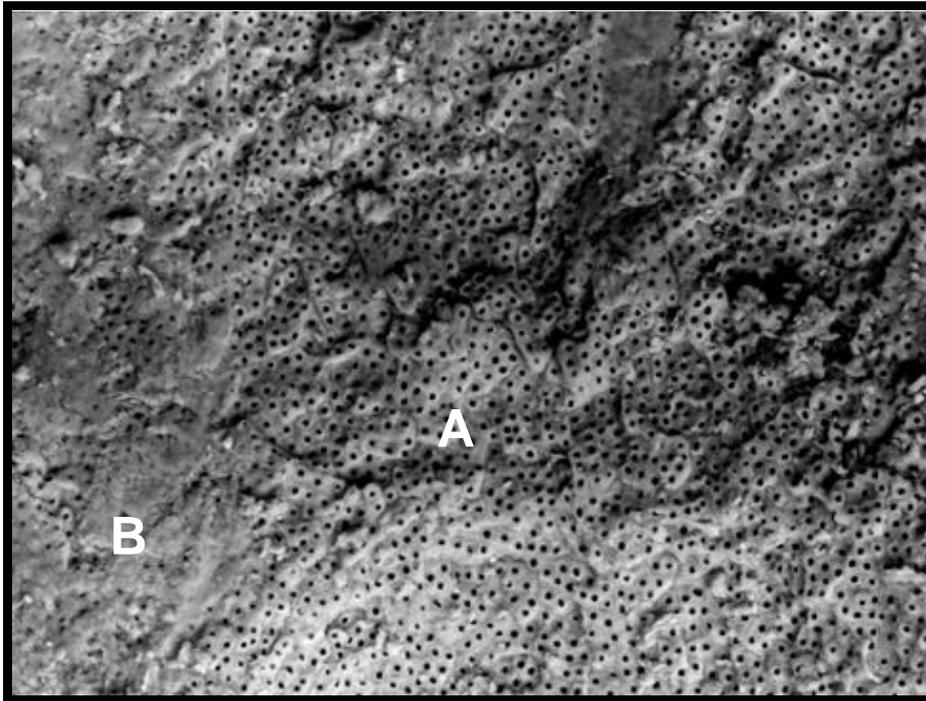


Figura 17. Fotomicrografia eletrônica de varredura, mostrando a porção média do canal radicular após instrumentação com água destilada e deionizada e irradiação com laser Er:YAG. A área marcada com a letra “A” indica canalículos dentinários livres de smear layer, com padrão microrretentivo característico, enquanto a área “B” apresenta grande quantidade de smear layer.

Discussão

O objetivo último de toda pesquisa científica é a descoberta ou o desenvolvimento de uma resolução ideal ao problema focado ou, pelo menos, uma contribuição neste sentido. Na área da saúde, percebemos que as pesquisas buscam uma cura do paciente de maneira mais rápida, econômica e eficaz do que os tratamentos já consagrados, sendo esta a base de todo o progresso científico.

Ao longo dos tempos, estudiosos da Endodontia procuraram um meio simples, economicamente viável e eficiente de tornar o sistema de canais radiculares de dentes com

Discussão

comprometimento pulpar inócuos aos tecidos de suporte. Desta forma, o dente poderia ser mantido em sua função sem qualquer dano ao organismo.

Para tanto, é primordial a transformação do sistema de canais radiculares em um meio inóspito ao crescimento bacteriano através da remoção de todo conteúdo orgânico de seu interior. Somente a utilização de instrumentos endodônticos não é capaz de remover todos os remanescentes pulpares que se alojam nas reentrâncias da complexa anatomia interna dos dentes humanos. Assim sendo, torna-se necessária a utilização de soluções irrigadoras que promovam a dissolução pulpar no interior do sistema de canais radiculares.

O hipoclorito de sódio, nas mais diversas concentrações, mostrou-se altamente eficiente na hidrólise de proteínas, transformando-as em cloraminas solúveis. Desta forma, a ação solvente do hipoclorito de sódio associada ao movimento hidráulico do líquido no interior do canal radicular remove satisfatoriamente os remanescentes pulpares que possam servir como um meio propício para o desenvolvimento bacteriano.

O hipoclorito de sódio, entretanto, não é capaz de agir sobre a matriz mineral do dente, tampouco sobre a *smear layer* formada durante o preparo biomecânico do canal radicular (McCOMB & SMITH, 1975; DAUTEL-MORAZIN et al., 1994). Em canais atrésicos, é necessária a utilização de soluções que atuem sobre a hidroxiapatita presente na dentina, promovendo sua desmineralização e, desta forma, facilitando o acesso à toda a extensão do canal radicular.

CALLAHAN (1894), tentando solucionar este problema, preconizava o uso do ácido sulfúrico a 50% no interior dos canais radiculares. Esta solução mostrava-se deletéria aos tecidos periapicais e aos instrumentos endodônticos, razão pela qual tornava-se premente a busca por um novo agente desmineralizante. O uso de ácidos fortes como agente desmineralizante perdurou por mais de 50 anos na Endodontia, como atestam trabalhos posteriores ao deste pesquisador. PRINZ

(1912), BUCKLEY (1926) e GROSSMAN (1946) foram alguns pesquisadores que sugeriam o uso de outros ácidos na terapia endodôntica.

ØSTBY (1957), em um trabalho clássico que revolucionou os antigos conceitos sobre a terapia endodôntica na época, sugeriu o uso de um agente quelante (o ácido etilenodiamino tetraacético) na ampliação de canais escleróticos. O EDTA possui ação quelante inespecífica aos íons metálicos, seqüestrando o cálcio presente na hidroxiapatita da dentina radicular em uma proporção de 1:1 e causando assim sua desmineralização. Além de não agir sobre os instrumentos endodônticos, é inócuo aos tecidos periapicais (PATTERSON, 1963) e possui ação auto-limitante (SEIDBERG et al., 1974; VOGEL, 1981).

Além de causar a descalcificação da matriz mineral da dentina, o EDTA também é capaz de remover a *smear layer* e o *smear plug* formados durante o preparo biomecânico dos canais radiculares, expondo os canalículos dentinários.

Desta forma, percebe-se que o hipoclorito de sódio e o EDTA são soluções complementares, atuando seletivamente em matrizes dentinárias orgânica e mineral, respectivamente. A irrigação alternada do canal radicular com estas soluções é capaz de promover uma superfície dentinária livre de *débris*, *smear layer* e *smear plug*.

A ação não-específica do EDTA sobre íons metálicos, entretanto, constitui causa de inquietação entre os estudiosos da área. Sua ação sobre a dentina é satisfatória devido à abundância de cálcio (Ca^{++}) presente na hidroxiapatita, em comparação a outros íons metálicos, ausentes ou em quantidade desprezível no interior dos canais radiculares.

O EGTA e o CDTA são agentes quelantes com maior especificidade para o cálcio. Esta ação seletiva possibilitaria o uso de soluções menos concentradas, com obtenção de descalcificação dentinária em montantes comparáveis ao EDTAC a 15% (CRUZ-FILHO, 1998).

Discussão

Este autor utilizou o EGTA e o CDTA a 1,0%, razão pela qual foram utilizadas as mesmas concentrações neste trabalho.

Os resultados do presente estudo mostraram que, nestas concentrações, os agentes quelantes experimentais não foram capazes de remover satisfatoriamente a *smear layer* presente nos canais radiculares dos dentes que receberam o preparo biomecânico. As superfícies dentinárias observadas pela microscopia eletrônica de varredura eram comparáveis às aquelas observadas em dentes tratados com hipoclorito de sódio a 1,0%.

Percebe-se, portanto, que a capacidade destas soluções em diminuir a microdureza dentinária não tem relação com a remoção da *smear layer*.

ÇALT & SERPER (2000), avaliando a capacidade do EGTA a 15% em remover a *smear layer*, observaram que este era efetivo na limpeza do canal radicular e não provocava a erosão da dentina peritubular como ocorria com o EDTA na mesma concentração. Porém, nestas condições, não há vantagem no uso de um quelante específico para o cálcio, pois este torna-se economicamente proibitivo frente à solução de EDTA a 15%.

Devem ser realizados estudos mais aprofundados sobre o EGTA e o CDTA, enfocando especificamente uma concentração eficaz na remoção da *smear layer* que apresente vantagens sobre o EDTA.

O laser ocupou uma posição intermediária no que diz respeito à capacidade de remoção da *smear layer* dos canais radiculares, não sendo tão eficiente quanto o EDTAC a 15% nem tão ineficaz quanto o hipoclorito de sódio a 1,0%. Uma observação da área irradiada revela um padrão que carece de uniformidade, apresentando ora regiões com grande quantidade de *smear layer*, ora áreas com grande exposição dos canalículos dentinários e padrão microrretentivo típico (Figuras 12 e 17). Isto pode ser explicado pelo padrão de dispersão da luz na ponta da fibra

óptica, que irradia apenas uma área restrita, paralela ao longo eixo da fibra ou com pequena amplitude.

TAKEDA et al. (1998a), avaliando a remoção da *smear layer* com o laser Er:YAG, empregaram uma metodologia discutível ao irradiar perpendicularmente canais radiculares de dentes já cisalhados, pois esta situação não é possível em uma aplicação *in vivo*. No mesmo ano, TAKEDA et al. (1998b) utilizaram o laser Er:YAG com o auxílio de uma fibra óptica para irradiar o interior de canais radiculares previamente instrumentados. Estes autores concluem que o laser Er:YAG é efetivo na limpeza do canal radicular, porém algumas áreas não irradiadas ainda apresentaram *smear layer*. Neste trabalho, sugere-se o desenvolvimento de uma fibra óptica mais eficaz na dispersão do feixe do laser.

Ao analisar o canal radicular sob o microscópio eletrônico de varredura com um aumento de 1000 vezes, estes autores foram capazes de selecionar apenas áreas onde o laser foi eficaz na vaporização de *débris* e *smear layer*. Porém, o sistema de canais radiculares de um dente é uma unidade, não podendo ser dividido em pequenas parcelas distintas entre si.

SHOJI et al. (2000), entretanto, criaram uma fibra óptica capaz de dispersar lateralmente o feixe de laser no interior do canal radicular. Esta fibra dispersa 80% da energia útil do laser Er:YAG lateralmente, atingindo as paredes dentinárias do canal radicular. Estes autores conseguiram ampliar o diâmetro de canais simulados, sem contudo esculpi-lo em forma telescópica, essencial à obturação satisfatória do sistema de canais radiculares.

Os melhores resultados obtidos no presente estudo foram relativos aos dentes instrumentados com EDTAC a 15%, que apresentaram paredes dentinárias livres de *smear layer* e canalículos totalmente desobstruídos.

Discussão

As controvérsias a respeito da remoção ou não da *smear layer* parecem ter dado lugar a um consenso em favor de sua retirada, o que o EDTAC é capaz de fazer satisfatoriamente a um custo extremamente acessível.

A tentativa de justificar o uso do laser Er:YAG como um coadjuvante no tratamento endodôntico pela sua ação sobre as paredes dentinárias, vaporizando a *smear layer*, não encontrou embasamento neste trabalho. O custo do aparelho, aliado à sua ineficácia na remoção completa da *smear layer*, torna-o, no momento, uma alternativa inviável ao uso clínico rotineiro visando somente esta finalidade. Mais pesquisas devem ser desenvolvidas no sentido de potencializar a ação do laser Er:YAG sobre as paredes dentinárias dos canais radiculares, enfocando principalmente o desenvolvimento de uma fibra óptica capaz de dispersar lateralmente a energia gerada pelo aparelho por toda a extensão do canal radicular. A flexibilidade limitada das fibras ópticas atuais, aliada à dispersão deficiente da energia luminosa, limita sobremaneira a ablação eficaz da *smear layer* aderida às paredes dentinárias.

Conclusões

1. O hipoclorito de sódio, o CDTA e o EGTA, a uma concentração de 1%, não foram capazes de eliminar a *smear layer* produzida pela instrumentação dos canais radiculares;
2. O laser Er:YAG mostrou-se apto a remover apenas parte da *smear layer* dos canais radiculares, nas áreas onde a ponta da fibra óptica toca;
3. O EDTAC a 15% mostrou-se altamente eficaz na remoção da *smear layer* dos canais radiculares;
4. Não há diferença entre os terços radiculares médio e apical quanto à remoção de *smear layer*.

Anexos

Anexo 1. Escores atribuídos pelos diferentes examinadores às fotomicrografias. Grupo 1.

Amostra	Avaliador A	Avaliador B	Avaliador C	Moda
NaOCl apical 01	4	4	4	4
NaOCl apical 02	4	4	4	4
NaOCl apical 03	4	4	4	4
NaOCl apical 04	4	4	4	4
NaOCl apical 05	4	4	4	4
NaOCl médio 01	4	4	4	4
NaOCl médio 02	4	4	4	4
NaOCl médio 03	3	3	3	3
NaOCl médio 04	3	4	3	3
NaOCl médio 05	3	3	3	3

Anexo 2. Escores atribuídos pelos diferentes examinadores às fotomicrografias. Grupo 2.

Amostra	Avaliador A	Avaliador B	Avaliador C	Moda
EDTAC apical 01	1	1	2	1
EDTAC apical 02	3	3	3	3
EDTAC apical 03	1	2	1	1
EDTAC apical 04	1	2	2	2
EDTAC apical 05	2	2	3	2
EDTAC médio 01	1	2	2	2
EDTAC médio 02	2	2	2	2
EDTAC médio 03	1	1	2	1
EDTAC médio 04	1	2	1	1
EDTAC médio 05	1	1	1	1

Anexo 3. Escores atribuídos pelos diferentes examinadores às fotomicrografias. Grupo 3.

Amostra	Avaliador A	Avaliador B	Avaliador C	Moda
CDTA apical 01	4	4	4	4
CDTA apical 02	3	3	4	3
CDTA apical 03	4	4	4	4
CDTA apical 04	2	2	3	2
CDTA apical 05	4	4	4	4
CDTA médio 01	2	3	3	3
CDTA médio 02	3	3	3	3
CDTA médio 03	4	4	4	4
CDTA médio 04	2	3	3	3
CDTA médio 05	4	3	3	3

Anexo 4. Escores atribuídos pelos diferentes examinadores às fotomicrografias. Grupo 4.

Amostra	Avaliador A	Avaliador B	Avaliador C	Moda
EGTA apical 01	4	4	4	4
EGTA apical 02	2	2	2	2
EGTA apical 03	4	4	4	4
EGTA apical 04	4	4	4	4
EGTA apical 05	4	4	4	4
EGTA médio 01	1	2	2	2
EGTA médio 02	4	4	4	4
EGTA médio 03	4	4	4	4
EGTA médio 04	2	2	3	2
EGTA médio 05	2	3	3	3

Anexo 5. Escores atribuídos pelos diferentes examinadores às fotomicrografias. Grupo 5.

Amostra	Avaliador A	Avaliador B	Avaliador C	Moda
Laser apical 01	2	2	2	2
Laser apical 02	3	3	3	3
Laser apical 03	3	3	4	3
Laser apical 04	1	2	2	2
Laser apical 05	4	4	4	4
Laser médio 01	2	3	3	3
Laser médio 02	2	2	2	2
Laser médio 03	1	2	2	2
Laser médio 04	2	2	3	2
Laser médio 05	3	4	4	4

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Y.M.E.M. **Estudo "in vitro" da infiltração marginal coronária em canais radiculares obturados.** Ribeirão Preto, 2001. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia da Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

BAHCALL, J.; HOWARD, P.; MISERENDINO, L.; WALIA, H. Preliminary investigation of the histological effects of laser endodontic treatment on the periradicular tissues in dogs. **J. Endod.**, v. 18, n. 1, p. 47-51, 1992.

BAKER, N.A.; ELEAZER, P.D.; AVERBACH, R.E.; SELTZER, S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. **J. Endod.**, v.1, n.4, p.127-35, 1975.

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

Referências Bibliográficas

- BARRET M.T. The Dakin-Carrel antiseptic solution. **Dent. Cosmos**, v. 59, n. 4, p. 446-8, 1917.
- BONINI, A. **Estudo in vitro da capacidade de limpeza do canal radicular por diferentes técnicas de instrumentação - Avaliação histológica e análise morfométrica**. Ribeirão Preto, 2000. 66p. Tese (Mestrado). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- BRUGNERA JÚNIOR, A.; PINHEIRO, A.L.B. **Lasers na odontologia moderna**. São Paulo, Pancast, 1998.
- BUCKLEY, J.P. **Matéria Médica, farmacologia terapeutica, clínica dental**. Editorial Labor S.A. Barcelona, p.97, 1926.
- BURKES, E.J.; HOKE, J.A ; GOMES, E.D.; WOLBARSHT, M.L. Wet versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. **J. Prosthet. Dent.**, v. 67, n. 6, p. 847-51, 1992.
- CALLAHAN, J.R. Sulfuric acid for opening root canals. **Dent. Cosmos**, v. 36, n. 12, p. 957-9, 1894.
- ÇALT, S; SERPER, A. Smear layer removal by EGTA. **J. Endod.**, v. 26, n. 8, p. 459-61, 2000.
- CECCHINI, S.C.M.; ZECELL, D.M.; BACHMANN, L.; PINOTTI, M.M.; NOGUEIRA, G.E.C.; STREFEZZA, C.; EDUARDO, C.P. Evaluation of two laser systems for intracanal irradiation. **SPIE**, v.3593, p. 31-5, 1999.
- COHEN, S.; BURNS, R.C. **Pathways of the pulp**. 7th ed., St. Louis, Missouri, USA: Mosby, 1998.
- CRUZ FILHO, A. M. **Ação do EDTAC sobre a microdureza da dentina radicular, após diferentes tempos de aplicação**. Ribeirão Preto, 1994, 86 p. Tese (Mestrado). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- CRUZ FILHO, A.M. **Avaliação da ação dos quelantes EDTAC, CDTA e EGTA sobre a microdureza da dentina radicular**. Ribeirão Preto, 1998. 98p. Tese (Doutorado). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- CZONSTKOWSKY, M.; WILSON, E.G.; HOLSTEIN, F.A. The smear layer in Endodontics. **Dent. Clin. North Am.**, v. 34, n. 1, p. 13-25, 1990.
- DAKIN, H.D. On the use of certain antiseptic substances in treatment of infected wounds. **Br. Med. J.**, v. 2, p. 318-20, 1915.
- De DEUS, Q.D. **Endodontia**. 5ª ed. Rio de Janeiro, Medsi LTDA, 1992.

- DEDERICH, D.N.; ZAKARIASEN, K.L.; TULIP, J. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following neodymium-Yttrium-Aluminium-Garnet laser irradiation. **J. Endod.**, v. 10, n. 9, p. 428-31, 1984.
- Di LENARDA, R.; CADENARO, M.; SBAIZERO, O. Effectiveness of 1 mol L⁻¹ citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. **Int. Endod. J.**, v. 33, p. 46-52, 2000.
- DOHI, T.; YAMAKI, H.; MORITA, K.; KITAYAMA, S.; TSURU, H.; TSUJIMOTO, A. Calcium dependency of adrenergic and muscarinic cholinergic stimulation of mucin release from dog submandibular gland cells. **Archs. Oral Biol.**, v. 36, n. 6, p. 443-49, 1991.
- FAIRBANKS, D.C.O. **Avaliação da capacidade quelante do EDTA, do EDTAC e do EDTA-T pela análise da microdureza da dentina radicular.** Rio de Janeiro, 1995, 82p. Tese (Mestrado). Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- FLASCHKA, H.A. **EDTA Titrations**. London, 2 ed, Pergamon Press, 1967.
- GARBEROGLIO, R.; BECCE, C. Smear layer removal by root canal irrigants. **Oral Surg.**, v.78, n.3, p.359-67, 1994.
- GOLDBERG, F.; ABRAMOVICH, A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. **J. Endod.**, v.3, n.3, p.101-5, 1977.
- GOUW SOARES, S.C.; LAGE-MARQUES, J.L.; EDUARDO, C.P. Apicectomy by Er:YAG laser: a permeability and morphological study (SEM) of the dentine cut surface. In: INTERNATIONAL LASER CONGRESS – LASERS AT THE DOWN OF THE THIRD MILLENNIUM. Athens, 1996. **Proceedings**. Bologna: Monduzzi. 1996. p.365-70.
- GROSSMAN, L.I. ; MEIMAN, B.W. Solution of pulp tissue by chemical agents. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.28, n.2, p. 223-5, 1941.
- GROSSMAN, L.I. Irrigation of root canals. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.30, n.13, p. 1915-7, 1943.
- GROSSMAN, L.I. **Root canal therapy**. Philadelphia, 2 ed, Lea & Febiger, 353p., 1946.
- GUERISOLI, D.M.Z.; SOUSA-NETO, M.D.; PÉCORA, J.D. Ação do hipoclorito de sódio em diversas concentrações sobre a estrutura dentinária. **Rev. Odontol. UNAERP**, 1(1): 3-6, 1998.
- HELING, B.; SHAPIRO, S.; SCIACKY, I. An in vitro comparison of the amount of calcium removed by the disodium salt of EDTA and hydrochloric acid during endodontic procedures. **Oral Surg.**, v. 19, n. 4, p. 531-3, 1965.

Referências Bibliográficas

- HILL, P.K. Endodontics. **J. Prosth Dent.**, v.9, n.3, p. 142-8, 1959.
- IZUTSU, K.; ENSIGN, W.; RAMSEY, B.; SCHUBERT, M.; ALLAN, B.; TRUELOVE, E. Autonomic regulation of potassium release from human labial salivary glands in vitro. **Archs. Oral Biol.**, v. 33, n. 7, p. 519-23, 1988.
- JUSSILA, O.; PHOTO, M. Uber lie Esweitining von engen wurzelkanälen mitteels chemischer verfahren. **Finska Tand. Forhandlingar**, v. 50, n. 3, p. 122, 1954.
- KASUGAI, S.; SHIBATA, S.; SUZUKI, S.; SUNAMI, T.; OGURA, H. Characterization of a system of mineralized-tissue formation by rat dental pulp cells in culture. **Archs. Oral Biol.**, v. 38, n. 9, p. 769-77, 1993.
- KELLER, U.; HIBST, R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances : II. Light microscopic and SEM investigations. **Laser Surg. Med.**, v.9, p.345-51, 1989.
- KIRK, E.C. Sodium peroxid (NaO). A new dental bleaching acent and antiseptic. **Dent. Cosmos**, v.35, n.2, p. 192-8, 1893.
- KOBA, K.; KIMURA, Y. MATSUMOTO, K.; WATANABE, H.; SHINOKI, T.; KOJY, R.; ITO, M. Post-operative symptoms and healing after endodontic treatment of infected teeth using pulsed Nd:YAG laser. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 15, n. 2, p. 68-72, 1999.
- KOMORI, T.; YOKOYAMA, K.; TAKATO, T.; MATSUMOTO, K. Clinical application of the Erbium:YAG laser for apicoectomy. **J. Endod.**, v. 23, n. 12, 1997.
- LAN, W.H.; LIU, H.C. Sealing of human dentinal tubules by Nd:YAG laser. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v.13, n.5, p.329-33, 1995.
- LEVY, G. Cleaning and shaping the root canal with a Nd:YAG laser beam: a comparative study. **J. Endod.**, v. 18, n. 3, p. 123-7, 1992.
- MADER, C.L.; BAUMGARTNER, J.C.; PETERS, D.D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. **J. Endod.**, v.10, n.10, p.477-83, 1984.
- MAIMAN, T.H. Stimulated optical radiation in ruby. **Nature.**, v.187, p. 493-4, 1960.
- MARSHALL, F.J.; MASSLER, M.; DUTE,, H.L. Effects of endodontics treatment of root dentine. **Oral. Surg.**, v. 13, n. 2, p. 208-23, 1960.

- MATSUOKA, E.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Studies on the removal of debris near the apical seats by Er:YAG laser and assessment with a fiberscope. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v. 16, n. 5, p. 255-61, 1998.
- McCOMB, D.; SMITH, D.C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **J. Endod.**, v.1, n.7, p.238-42, 1975.
- MISERENDINO, L.; LEVY, G.C.; RIZOIU, I.M. Effects of Nd:YAG laser on the permeability of root canal wall dentin. **J. Endod.**, v. 21, n. 2, p. 83-7, 1995.
- NAKAJIMA, H.; KOMATSU, H.; OKABE, T. Aluminium ions in analysis of released fluoride from glass ionomers. **J. Dent.**, v. 25, n. 2, p. 137-44, 1997.
- NIKIFORUK, G.; SREEBNY, L. Demineralization of hard tissues by organic chelating agents at neutral pH. **J. Dent. Res.**, 32(6): 859-67, 1953.
- ØSTBY N.B. Chelation in root canal therapy. **Odontologisk Tidsskrift**, 65, 3-11, 1957.
- PASHLEY, D.H. Smear layer: Physiological considerations. **Op. Dent. (Suppl 3)**, 13-29, 1984.
- PATTERSON, S.A. In vivo and in vitro studies of the effect of disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. **Oral Surg.**, v. 16, n. 1, p. 83-103, 1963.
- PÉCORA, J.D. **Contribuição ao estudo da permeabilidade dentinária radicular. Apresentação de um método histoquímico e análise morfométrica.** Ribeirão Preto, 1985, 110 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- PÉCORA, J.D. **Efeito das soluções de Dakin e de EDTA, isoladas, alternadas e misturadas, sobre a permeabilidade da dentina radicular.** Ribeirão Preto, 1992, 147 p. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- PÉCORA, J.D. Evaluation of dentin root canal permeability after instrumentation and Er:YAG laser application. **Lasers Surg. Med.**, v. 26, n. 3, p. 277-81, 2000.
- PÉCORA, J.D.; CUSSIOLI, A.L.; GUERISOLI, D.M.Z.; MARCHESAN, M.A.; SOUSA-NETO, M.D.; BRUGNERA-JUNIOR, A. 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, F. **Estudo "in vitro" do efeito da aplicação do laser Er:YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária, sobre a adesividade de diferentes cimentos**

Referências Bibliográficas

- endodônticos contendo hidróxido de cálcio.** Ribeirão Preto, 2001, 88 p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia da Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- PRINZ, H. New method of irrigation during endodontic treatment. **Dent. Cosmos**, v.75, n.1, p.21-9, 1912.
- RAM, Z. Chelation in root canal therapy. **Oral Surg.**, v. 49, n. 1, p. 64-74, 1980.
- RIBEIRO, R.G. **Estudo da permeabilidade dentinária das paredes dos canais radiculares instrumentados com diferentes soluções irrigantes, associadas ou não à irradiação de laser Er:YAG.** Ribeirão Preto, 2001. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia da Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- SAQUY, P.C. **Avaliação da capacidade quelante do EDTA e da associação EDTA mais solução de Dakin, por métodos químicos e pela análise da microdureza da dentina.** Ribeirão Preto, 1991, 90 p., Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia da Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- SCHEREIER, E. The treatment of infected roots-canals with kalium and natrium. **Dent. Cosmos**, v.35, n.9, p.863-9, 1893.
- SEIDBERG, B.H.; SCHILDER, H. An evaluation of EDTA in Endodontics. **Oral Surg.**, v. 37, n. 4, p. 609-20, 1974.
- SHOJI, S.; HARIU, H.; HORIUCHI, H. Canal enlargement by Er:YAG laser using a cone shaped irradiation tip. **J. Endod.**, v. 26, n. 8, p. 454-8, 2000.
- SHOJI, S.; HARIU, H.; HORIUCHI, H. Canal enlargement by Er:YAG laser using a cone shaped irradiation tip. **J. Endod.**, v. 26, n. 8, p. 454-8, 2000.
- STERN, R.H.; SOGNAES, R.F. Laser beam effect on dental hard tissues. **J. Dent. Res.**, v.43, n.5, p.873, 1964.
- STEWART, G.G.; KAPSIMALAS, P.; RAPPAPORT, H. EDTA and urea peroxide for root canal preparation. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 78, n. 2, p. 355-8, 1969.
- TAKEDA, F.H.; HARASHIMA, T.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Comparative study about the removal of smear layer by three types of laser devices. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v. 16, n. 2, p. 117-22, 1998a.
- 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. 548-51, 1998b.

- 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: an SEM study. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 14, n. 6, p. 270-3, 1998c.
- TAKEDA, F.H.; HARASHIMA, T.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. **Int. Endod. J.**, v.32, p.32-9, 1999.
- TANI, Y.; KAWADA, H. Effects of laser irradiation on dentin I. Effect on smear layer. **Dent. Mater. J.**, v.6, n.2, p.127-34, 1987.
- TANJI, E.Y.; MATSUMOTO, K.; EDUARDO, C. P. Scanning electron microscopic observations of dentin surface conditioned with Er:YAG laser. In: International Congress of the German Society of Laser Dentistry, 6., Frankfurt, 1997. **Abstracts**. Frankfurt: DGL, 1997b. p.6, Abstract 6.
- 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, 1997a.
- TOKONABE, H.; KOUJI, R.; WATANABE, H.; NAKAMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Morphological changes of human teeth with Er:YAG laser irradiation. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v. 17, n. 1, p. 7-12, 1999.
- VOGUEL, A. **Análise Inorgânica quantitativa**. 4 ed. Rio de Janeiro, Guanabara, p.197-8, 1981.
- Von der FEHR, F.R.; ØSTBY, N.B. Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. **Oral Surg.**, v. 16, n. 2, p. 199-205, 1963.
- WALKER, A. A definite and dependable therapy for pulpless teeth. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 23, n. 2, p. 1418-25, 1936.
- WANDEL, S. Eine kritische betrachtung zur aufbereitung von wuzelkanälen mit komplexbildnern. **Dtch. Zahnaerztliche Z.**, v.16, p.81-6, 1961.
- WEICHMAN, J.A.; JOHNSON, F.M.; NITTA, L.K. Laser in endodontics: part II. **Oral Surg.**, v.34, n.5, p.828-30, 1972.
- WEICHMAN, J.A.; JOHNSON, F.M. Laser in endodontics: a preliminary investigation. **Oral Surg.**, v.31, n.3, p.416-20, 1971.
- WEINREB, M.M.; MEIER, E. The relative efficiency of EDTA, sulfuric acid, and mechanical instrumentation in the enlargement of root canals. **Oral Surg.**, v.19, n.2, p.247-52, 1965.

Referências Bibliográficas

WRIGHT, G.Z.; McCONNELL, R.J.; KELLER, U. Microleakage of class V composite restorations prepared conventionally with those prepared with an Er:YAG laser: a pilot study. **Pediatr. Dent.**, v. 15, n. 6, p. 425-6, 1993.

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

ZAKARIASEN, K.L.; DEDERICH, D.N.; TULIP, J. Lasers in dentistry – “Star Wars” dreaming or a future reality? **J. Can. Dent. Assoc.**, v. 54, n. 1, 1988.

ZUOLO, M.; MURGEL, C.A.F.; PÉCORÁ, J.D.; ANTONIAZZI, J.H.; COSTA, W.F. Ação do EDTA e suas associações com tensoativos na permeabilidade da dentina radicular. **Rev. Odont. USP**, v. 1, n. 4, p. 18-23, 1987.

Summary

The effects of two chelating agents (CDTA and EGTA) and Er:YAG laser had their action on smear layer evaluated *in vitro* in the middle and apical thirds of root canals. Twenty five human maxillary canines with a single root were distributed randomly into five groups of five teeth each. Instrumentation was performed according to a step-back technique, up to a size 30 master apical file 1 mm from the apex. Group 1 was irrigated with 1.0% sodium hypochlorite, Group 2 received 15% EDTAC as irrigant solution, Group 3 received 1.0% CDTA and Group 4 was irrigated with 1.0% EGTA. Group 5 was irrigated with distilled water and irradiated with Er:YAG laser with the following parameters: 15 Hz, 140mJ input (51 mJ output), 42 J total

Summary

energy. Teeth were split longitudinally and prepared for examination under scanning electron microscopy. Scores from 1 to 4 were given to the fotomicrographs by three independent evaluators, and these data was submitted to statistical analysis. The teeth irrigated with NaClO (Group 1) showed the higher amount of smear layer, with statistically significant differences ($p < 0.001$) from the teeth irrigated with 15% EDTAC (Group 2). Teeth irrigated with 1.0% CDTA, 1.0% EGTA and water + Er:YAG laser (Groups 2, 3 and 4, respectively) presented intermediate amounts of smear layer. There were no differences between the radicular thirds ($p > 0.05$).