Universidade de São Paulo
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

Alexandre Capelli

**AVALIAÇÃO “IN VITRO” DA REMOÇÃO DA CAMADA
RESIDUAL (SMEAR LAYER) DE CANAIS RADICULARES
ACHATADOS INSTRUMENTADOS COM QUATRO
DIFERENTES SISTEMAS ROTATÓRIOS COM E SEM
ASSOCIAÇÃO DE ULTRA-SOM E LASER ER:YAG.**

Orientador: Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora

Ribeirão Preto

2008

Universidade de São Paulo

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

AVALIAÇÃO “IN VITRO” DA REMOÇÃO DA CAMADA RESIDUAL (SMEAR LAYER) DE CANAIS RADICULARES ACHATADOS INSTRUMENTADOS COM QUATRO DIFERENTES SISTEMAS ROTATÓRIOS COM E SEM ASSOCIAÇÃO DE ULTRA-SOM E LASER ER:YAG.

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

Orientador: Prof. Dr. Jesus Djalma. Pécora

Orientado: Alexandre Capelli

Ribeirão Preto

2008

Capelli, Alexandre

Avaliação “in vitro” da remoção da camada residual (smear layer) de canais radiculares achatados instrumentados com quatro diferentes sistemas rotatórios com e sem associação de ultra-som e laser Er:YAG. Ribeirão Preto, 2008.

115 p.: il.; 28 cm

Tese de Doutorado apresentada à FORP USP - Departamento de Odontologia Restauradora

Orientador: Pécora, Jesus Djalma

*Este trabalho foi realizado, no Laboratório de Pesquisa em Endodontia e em Laser,
do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão
Preto da Universidade de São Paulo*

“A ciência avança por meio de respostas provisórias até uma série de questões cada vez mais sutis, que se aprofundam cada vez mais na essência dos fenômenos naturais.”

LOUIS PASTEUR

Dedicatória

À minha esposa, Daniela.

Mulher que conquistou minha admiração e o meu amor.

À meu filho, Pedro

Maior alegria de minha vida

Aos meus pais, Antônio e Susana, que são os responsáveis pela minha formação moral e espiritual.

A toda minha família, especialmente meu irmão Gustavo e minha cunhada Priscila e minha sobrinha Beatriz, minha avó Adélia e meu tio Nilo.

Agradecimientos

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora.

Mestre que nunca buscou revelar verdades, mas fomentar o surgimento de uma consciência crítica e o desejo de se buscar o esclarecimento. Não foi um consolador das dores e agruras, numa atitude paternalista e ultrapassada, mas instigou o desenvolvimento de um espírito que agora não se coloca como vítima, mas como agente da vida. Estes foram os grandes ensinamentos deixados pelo mestre: a expansão da consciência e a libertação de amarras, preconceitos e posturas acanhadas diante da realidade.

Meus agradecimentos pelos anos de convivência e aprendizado.

À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo pela oportunidade de realizar meu curso de pós-graduação e, seus professores, a quem devo grande parte de minha formação intelectual e científica.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que proporcionou condições para realização do Doutorado.

Aos Professores Doutores Luis Pascoal Vansan, Paulo César Saquy, Ricardo Gariba Silva, Ricardo Savioli, Izabel Cristina Fröner, Wanderley Ferreira da Costa. Todos se mostraram importantes para minha formação intelectual e como ser humano.

Ao Prof. Dr. Jayme Maurício Leal, exemplo a ser seguido pelo carinho e dedicação com que exerce a docência.

Ao meu primo e amigo Antonio Carlos Ferreira, meu agradecimento por toda ajuda e incentivo desde o início de minha carreira na Odontologia.

Ao amigo Marcos Jacobovitz, meu agradecimento pelo incentivo, apoio e companheirismo.

À amiga Juliana Machado Barroso, pelo apoio e companheirismo durante os muitos trabalhos realizados em conjunto.

Aos amigos: José Maurício Paradella de Camargo e Fábio Tobias Perassi, que tenho como irmãos mais velhos.

Ao amigo Reginaldo Santana da Silva, companheiro de laboratório, cuja ajuda foi constante e imprescindível na realização deste e de outros trabalhos.

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

Aos amigos da 1ª Turma de Doutorado em Endodontia, Prof. Danilo Mathias Zanella Guerisoli e Laise Daniela Carrasco.

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

A todos os meus familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram com o meu desenvolvimento.

Sumário

Resumo

1	Introdução.....	1
2	Retrospectiva da literatura.....	7
3	Proposição.....	35
4	Material e Método.....	37
	4.1 Técnica de instrumentação rotatória.....	42
	4.2 Técnica de aplicação do laser.....	44
	4.3 Técnica de aplicação do ultra-som.....	46
	4.4 Preparação para microscopia eletrônica de varredura.....	47
	4.5 Análise no programa Fotoscore.....	49
5	Resultados.....	51
6	Discussão.....	81
7	Conclusões.....	91
8	Referências Bibliográficas.....	92
10	Summary.....	115

Resumo

Estudou-se, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a remoção da "smear layer" dos canais radiculares preparados com sistemas rotatórios com e sem "radial land". Após a preparação, as paredes dos canais radiculares foram submetidas aos tratamentos com ultra-som, aplicação do agente quelante EDTA a 15% e do laser Er:YAG. Noventa e seis incisivos inferiores humanos foram selecionadas e divididos aleatoriamente em quatro grupos distintos, preparados com técnica rotatória Free Tip (Pécora et al, 2002) com instrumentos de níquel-titânio, 0,5 mm aquém do ápice anatômico, variando-se apenas o tratamento final das paredes do canal radicular. No grupo 1 utilizou-se o hipoclorito de sódio a 2,5% durante a instrumentação; no grupo 2 realizou-se irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5% durante a instrumentação, recebendo posteriormente 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 250mJ input (140mJ output). A cinemática utilizada na irradiação foi de movimento helicoidal de tração da fibra óptica, de apical para cervical, durante 10 segundos, sendo repetida quatro vezes; no grupo 3 utilizou-se a solução de hipoclorito de sódio a 2,5% ativada pelo ultra-som (MiniPiezon, EMS, Suíça); no grupo 4 utilizou-se a solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e irrigação final com EDTA a 17%. Os espécimes foram 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 a presença ou ausência da superfície radial de apoio (radial land) não interferiu na limpeza das paredes dos canais radiculares. Com relação ao tratamento final, o EDTA a 15% foi capaz de eliminar a "smear layer" com maior eficácia, sendo seguido pelo ultra-som e finalmente o laser Er:YAG. Houve diferença estatística significativa entre os terços médio e apical dos canais radiculares.

1 *Introdução*

A preparação do sistema de canais radiculares é reconhecidamente uma das mais importantes etapas do tratamento endodôntico. Ela inclui a remoção de tecidos vitais e necróticos do sistema de canais radiculares, além da dentina infectada e, em casos de retratamento, a remoção de obstáculos metálicos e não metálicos (HÜLSMANN, PETERS DUMMER, 2005).

Dois propósitos devem ser cumpridos durante a instrumentação dos canais radiculares. O primeiro, limpar e modelar o sistema de canais radiculares e, o segundo, propiciar um local adequado para realizar uma obturação.

A limpeza e a modelagem, além de remover mecanicamente os restos pulpare e microorganismos do canal radicular, preparam o espaço do canal radicular para facilitar a desinfecção por soluções irrigantes e medicações. Portanto, o preparo do canal radicular é a

fase essencial da eliminação da infecção. A obturação do sistema de canais radiculares e a restauração da coroa do dente são responsáveis por prevenir a reinfecção, que é ativada através da provisão dos líquidos tissulares. No entanto, a preparação mecânica e desinfecção química não podem ser consideradas separadamente e são frequentemente referidas como preparo químico-mecânico ou biomecânico.

A terminologia "débris" representa as lascas de dentina e restos necróticos ou vitais aderidos à parede do canal radicular (HÜLSMANN, RÜMMELIN, SHÄFERS, 1997). Assim, os "débris" podem impedir a remoção de microrganismos do sistema de canais radiculares. Além disso, "débris" podem ocupar parte do canal radicular, impedindo a completa obturação do sistema de canais (WU et al., 2001).

Quando o canal radicular é biomecanizado, remove-se grande parte dos "débris". Por outro lado, o contato do instrumento com as paredes do canal radicular produz uma fina película com espessura entre 1-2µm denominada camada residual (smear layer), que contém material orgânico e inorgânico (GRANDINI; BALLERI; FERRARI, 2002; MADER, BAUMGARTENER, PETERS, 1984; SEM, WUSSELINK, TURKUN, 1995), não sendo encontrada nas regiões intocadas pelo instrumento (PASHLEY, MICHELIN, KERL, 1981; WEST, ROANE, GOERIG, 1994). Portanto, a camada residual (smear layer) é formada somente nas áreas que foram biomecanizadas por meio da atuação dos instrumentos (TEIXEIRA, FELIPPE, FELIPPE, 2005).

A camada residual (smear layer) contém partículas de dentina, resíduos de polpa vital ou necrótica, componentes bacterianos, proteínas aglomerantes, células e solução irrigante retida durante o preparo biomecânico, que acabam obliterando os túbulos dentinários (GARBEROGLIO; BECCE, 1994; GRANDINI, BALLERI, FERRARI, 2002; WEST,

ROANE, GOERIG, 1994). Dessa maneira, essa camada residual não homogênea (smear layer) impede a eliminação de microrganismos e compromete a obturação do sistema de canais radiculares.

Os "débris" pulpare e da camada residual (smear layer) produzidos pela instrumentação e devem ser removidos (GETTLEMAN et al. 1991). A presença da camada residual (smear layer) é responsável por impedir o contato direto das soluções irrigantes, penetração de medicamentos e cimentos endodônticos para dentro dos túbulos dentinários (CALT; SERPER, 2000; GENTTLEMANN, MESSER, DEEB, 1991; GOLDBERG; ABRAMOVICH, 1977). Com a remoção da camada residual (smear layer), a ação de agentes antimicrobianos é facilitada e os microrganismos presentes nos túbulos dentinários podem ser destruídos.

É, portanto, recomendado o uso de soluções irrigantes solventes teciduais e antimicrobianas em combinação com agentes quelantes na tentativa de remover "débris", assim como a camada residual (smear layer) (BAUNGARTNER, MADER, 1987; GAMBARINI, 1999; GAMBARINI, LASZKIEWICZ, 2002; HÜLSMANN, RÜMMELIN, SCHÄFERS, 1997).

A solução de hipoclorito de sódio é a mais utilizada como agente antimicrobiano e solvente de tecido pulpar devido as suas propriedades químicas, (PÉCORA et al., 1993; SPÄNGBERG, ENGSTROM, LANGELAND, 1973). Entretanto, a solução de hipoclorito de sódio não atua como agente quelante, portanto não remove a camada residual (GRANDINI, BALLERI, FERRARI, 2002; GUERISOLI et al., 2002; YAMADA, ARMAS, GOLDMAN, 1983).

Para a remoção da camada residual (smear layer) na Endodontia, os pesquisadores recomendam como agente quelante a solução de EDTA (ácido etilenodiaminotetracético sal dissódico) durante o preparo biomecânico (BAUNGARTNER; MADER, 1987; CALT; SERPER, 2000; GARBEROGLIO; BECCE, 1994; GETTLEMAN, MESSER, EL DEEB, 1991; HATA et al., 2001; PÉCORA, 1992; PÉCORA et al., 1993; SEN; WUSSELINK; TURKUN, 1995; YAMADA, ARMAS, GOLDMAN, 1983).

Procurando facilitar a atuação das soluções irrigantes, técnicas de preparo microcirúrgico para o alargamento dos canais radiculares foram desenvolvidas, objetivando a penetração de uma agulha de irrigação para levar a solução irrigante às porções apicais, com a finalidade de remover raspas de dentina incisadas e a camada residual (smear layer).

Com o introdução dos instrumentos de níquel-titânio na Endodontia, tornou-se possível modelar, de maneira segura, canais curvos até instrumentos com maiores diâmetros D_1 sem o transporte do forame (BERTRAND et al., 2001; SCHÄFER; SCHLINGEMANN, 2003; SERENE, ADAMS, SAXENA, 1995) e, penetrar com agulhas para irrigação próxima ao terço apical.

Os instrumentos, fabricados a partir da liga de níquel-titânio, receberam mudanças no desenho de sua parte ativa. As mudanças mais significativas no desenho dos instrumentos endodônticos, foram as seguintes: a) um ângulo de corte mais apropriado agindo de maneira mais efetiva sobre as paredes dos canais radiculares; b) espirais desenvolvidas para remover resíduos assim que fossem formados durante a ação dos instrumentos contra as paredes dentinárias; c) um aumento da massa periférica e um formato mais apropriado dos espaços existentes no instrumento deixando-o mais resistente, permitindo uma melhor

adaptação dos instrumentos às curvaturas dos canais radiculares; d) opção de escolha de pontas com ou sem corte.

As vantagens dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio (Ni-Ti) incluem a remoção mais eficiente de "débris" e, isto é resultado da área de escape e da rotação contínua dos instrumentos. Preparos realizados de maneira mais rápida e redução do transporte do canal também são vantagens relatadas na literatura (BECHELLI, ORLANDI, COLAFRANCESCHI, 1999; BERTRAND et al., 1999; GAMBARINI; LASZKIEWICZ, 2002; HÜLSMANN, SCHADE, SCHÄFERS, 2001).

Na última década muitos sistemas rotatórios de NiTi foram idealizados e, dentistas, físicos, engenheiros e fabricantes trabalharam com intuito de melhorar a geometria do desenho da parte ativa dos instrumentos e sua superfície objetivando potencializar seu uso na prática diária da Endodontia. Com o desenvolvimento destes novos instrumentos, surgiram também questionamentos. Poucos são os trabalhos que demonstram se a presença ou não da superfície radial de apoio (radial land), na parte ativa dos instrumentos rotatórios de NiTi, pode influenciar na limpeza das paredes dos canais radiculares (JEON et al., 2003).

Embora os instrumentos de Ni-Ti tenham facilitado a fase de modelagem durante o preparo biomecânico, as variações da anatomia interna dos canais radiculares dificultam a ação dos instrumentos em todas as suas paredes. Devido ao fato dos canais não serem cilíndricos, mas em forma oitóide e achatados (WU et al., 2000a), remanescentes teciduais podem persistir em istmos, reentrâncias e ramificações. Assim, se faz necessário à utilização de soluções químicas que auxiliem na tarefa de remover estes tecidos pulpaes.

No entanto, os métodos existentes de preparação dos canais radiculares, juntamente com soluções irrigantes em suas diferentes combinações, não são capazes de produzir

canais radiculares completamente livres da camada residual (smear layer) (BARBIZAM et al., 2002; BECHELLI, ORLANDI, COLAFRANCESCHI, 1999; BERTRAND et al., 1999; BOLANOS; JENSEN, 1980; FARINIUK et al., 2003; FERREIRA et AL., 2004; GUERISOLI et al., 2002; GUTARTS et al., 2005; HÜLSMANN, GRESSMANN, SCHÄFERS, 2003; HÜLSMANN, RÜMMELIN, SCHÄFERS, 1997, HÜLSMANN, SCHADE, SCHÄFERS, 2001; RANE, 1980; RÖDIG et al., 2002; SCHÄFER; SCHLINGEMANN, 2003; WU et al., 2000, 2001; WU; WUSSELINK, 1995).

Buscando solucionar os problemas inerentes ao preparo convencional do sistema de canais radiculares, que utiliza instrumentos endodônticos e soluções irrigantes, diversas tecnologias foram implementadas na Endodontia. Na década de 50, no século passado, RICHMAN foi o primeiro a descrever o uso do ultra-som na Endodontia. Até os dias atuais, muitos pesquisadores recomendam seu uso em combinação com técnicas de preparo biomecânico (CIUCCHI, KHETTABI, HOLZ, 1989; GUTARTS et al, 2005; LUI, KUAH, CHEN, 2007). Porém, o ultra-som é inadequado para realizar sozinho o completo preparo do sistema de canais radiculares. O objetivo de utilizar um ultra-som para energizar a solução de Hipoclorito de sódio seria remover de forma mais efetiva "débris". A agitação mecânica e o aumento de temperatura aumentam a capacidade de solvência do hipoclorito de sódio sobre os tecidos orgânicos (LEEL, WU, WESSELINK, 2004; VANSAN et al., 1990).

Muitos autores realizaram pesquisas na tentativa de determinar qual solução e método de irrigação permitem a melhor remoção de "débris" e da camada residual (smear layer) Como resultado dessas pesquisas, recomenda-se irrigar os canais radiculares com uma solução de hipoclorito de sódio, utilizada de forma alternada com EDTA durante o preparo

dos canais radiculares. Além disso, recomenda-se uma irrigação com grande volume de solução irrigante combinada com o ultra-som ao final da preparação dos canais radiculares (CAMERON 1995, CIUCCHI et al. 1989, SEN et al. 1995, PASSARINHO-NETO, 2006).

Mais recentemente, uma tecnologia incorporada aos procedimentos endodônticos com o objetivo de remover a camada residual (smear layer) foi o “laser”. Dentre uma gama enorme de “lasers”, com seus diferentes comprimentos de onda, o “laser” de Er:YAG (Erbium: ítrio-alumínio-granada) é o que tem se mostrado mais eficiente na remoção da camada residual (smear layer). Este “laser”, de alta densidade de energia, interage com a água dos tecidos e remove a camada residual (smear layer) por ablação (DOSTÁLOVÁ et al., 1997; KUMAZAKI, 1999).

Alguns estudos, como de Takeda et al. (1998a,1998b,1999), afirmam que o “laser” Er: YAG é mais efetivo que a combinação da solução de hipoclorito de sódio com a solução de EDTA na remoção da camada residual (smear layer). Entretanto, Guerisoli et al. (2002) não encontraram resultados semelhantes, colocando o “laser” Er: YAG em uma posição desfavorável quando comparado à utilização da solução de EDTA.

Trabalhos realizados por Souza Neto et al. (1999); Pécora et al. (2001) e Picoli et al. (2003), demonstram que o “laser” Er:YAG remove a camada residual (smear layer), interferindo na adesividade dos cimentos resinosos.

A literatura consultada evidencia poucos trabalhos sobre a limpeza de canais radiculares achatados (ovóides) após o uso de instrumentos rotatórios de níquel-titânio e a aplicação do ultra-som ou do “laser” Er:YAG. Também é necessário investigar se o desenho dos instrumentos de níquel-titânio, a presença ou não de *radial lands* poderia influenciar na limpeza dos canais radiculares.

2 *Retrospectiva da Literatura*

No decorrer do século XIX, os cirurgiões dentistas procuravam desenvolver técnicas para evitar a avulsão de dentes com pulpopatias e periapicopatias.

Após a criação da primeira Escola de Odontologia da América, a Baltimore College of Oral Dental Surgery, em 1839, a profissão ganhou outra dimensão e os profissionais e pesquisadores passaram a dedicar uma atenção à possibilidade de realizar os tratamentos dos canais radiculares.

Com a criação de outras Escolas na segunda metade do século XIX vários pesquisadores puderam esclarecer como e de que forma eram constituídos os tecidos dentais, com o auxílio do microscópio óptico (M'QUILLEN, 1866).

Continuando, Boll (1870) descreveu a presença da camada de odontoblastos no órgão pulpar e responsabilizou essas células pela formação do tecido dentinário.

Abbott (1880) investigou as diferenças existentes entre a dentina dos dentes permanentes e decíduos.

Nesta época, os cirurgiões dentistas que se dedicavam à Endodontia estavam preocupados em conseguir uma técnica que promovesse a limpeza e desinfecção dos canais radiculares.

Em 1889, William H. Rollins desenvolveu a primeira peça de mão especificamente para o preparo automatizado dos canais radiculares. O autor usava agulhas com desenhos especiais, que eram montadas dentro da peça de mão e realizavam rotação de 360°. Para evitar a fratura dos instrumentos, a velocidade era limitada a 100 RPM. Nos anos seguintes uma grande variedade de sistemas rotatórios, que seguia estes princípios, foi desenvolvida e colocadas no mercado. Em 1928 um contra-ângulo que combinava movimentos rotatórios e verticais foi desenvolvido pela empresa austríaca W&H (Bürmoos, Austria). Por fim, os contra-ângulos começaram a se tornar populares no mercado após o lançamento do Racer-handpiece (W&H) in 1958 e com o Giromatic (MicroMega, Besançon, France) in 1964 (HÜLSMANN, PETERS DUMMER, 2005).

Assim, as técnicas para se conseguir o preparo, a limpeza, desinfecção dos canais radiculares foram surgindo e o paradigma endodôntico foi se formando (KIRK, 1893; CALLAHAM, 1894; HARLAN, 1900; WALKER, 1936; GROSSMAN; MAIMAN, 1941; GROSSMAN, 1943; PUCCI; REIG, 1944; BADAN, 1949; NYGGARD-ØSTBY, 1957).

Na segunda metade do século XX já havia um consenso em torno do paradigma endodôntico. Técnicas de instrumentação, de obturação e soluções irrigantes já estavam praticamente definidas. No entanto, algumas tentativas têm sido feitas buscando o aperfeiçoamento dos procedimentos endodônticos.

Com o objetivo de facilitar o preparo biomecânico e torná-lo mais rápido e eficiente, diversos sistemas mecânicos foram desenvolvidos ao longo das últimas seis décadas.

Pucci e Reig (1945), descrevem em seu livro, um sistema mecanizado constituído por um contra-ângulo e instrumentos para a biomecanização dos canais radiculares.

As pesquisas iniciais sobre aplicação do ultra-som em Odontologia se iniciaram por volta de 1950. O ultra-som ou instrumentação ultra-sônica foi inicialmente desenvolvida e aplicada nos preparos cavitários na Dentística. Embora a técnica tivesse recebido críticas favoráveis nunca se tornou popular, por causa da concorrência com meios mais efetivos e convenientes como as turbinas de alta-rotação. Entretanto, uma diferente aplicação foi introduzida em 1955, quando Zinner relatou o uso do ultra-som para remover depósitos e detritos da superfície dos dentes. O Cavitron, aparelho usado para profilaxia periodontal, foi introduzido no mercado em 1957, pela Dentsply, nos Estados Unidos. Este procedimento foi melhorado e aperfeiçoado por Johnson and Wilson, e o ultra-som para limpeza começou a se tornar uma ferramenta na remoção de cálculos e placa bacteriana. Richman (1957) publicou o primeiro trabalho sobre o ultra-som como auxiliar na instrumentação e limpeza do canal radicular.

Em 1967, uma empresa suíça (MicroMega) coloca à disposição no mercado odontológico o sistema Giromatic, sendo seguido pelo sistema Dynatrak (Caulk/Dentsply).

Na década de setenta, pesquisadores, incentivados pela eficiência do ultra-som, conseguiram criar um aparelho específico para a endodontia, que conseguia realizar irrigação simultânea à instrumentação.

Martin (1976) marca uma nova etapa no tratamento endodôntico com o ultra-som, realizando inúmeras pesquisas sobre o assunto.

Na década de oitenta do século passado, o sistema Canal Finder é desenvolvido na França por Levy (apud LEONARDO; LEAL, 1998).

Durante o 126º Encontro Anual da ADA, em novembro de 1985. O aparelho produzido pela Osada Electric Corporation (Japão) consiste num gerador de frequências ultra-sônicas de pequeno porte, com frequência oscilatória de 30kHz.

Paralelamente ao desenvolvimento de motores, contra-ângulos e equipamentos ultra-sônicos, Walia et al., 1988, sugerem a utilização de uma nova liga metálica para confecção de instrumentos endodônticos. A liga de níquel-titânio, utilizada na Odontologia, primeiramente pela Ortodontia, mostrou-se mais flexível que o aço-inoxidável, trazendo consigo um novo processo de fabricação para os instrumentos endodônticos. Uma nova liga metálica, associada a um processo de usinagem dos instrumentos, possibilitaram a confecção de diferentes desenhos da parte.

Devido à alta resistência da liga de níquel-titânio a fratura torsional, os instrumentos de Ni-Ti puderam ser utilizados em motores executando movimentos rotacionais de 360º graus.

Porém, como a curiosidade científica não pára, os pesquisadores continuam em seus estudos buscando obter uma técnica de instrumentação mais fácil, mais rápida, mais eficiente e mais biológica.

Objetivando proporcionar uma visão da evolução histórica dos tratamentos endodônticos propostos durante as últimas décadas, optou-se por uma revisão cronológica da literatura, não havendo, portanto, uma divisão entre os diversos temas abordados.

Em 1957, Nyggard-Østby, preconizou o uso de uma solução do sal dissódico do ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) para a instrumentação dos canais radiculares, uma vez que, sua ação quelante, facilita a instrumentação dos canais radiculares atresiadados. Por ser biologicamente compatível com os tecidos em pH 7.3, o autor preconizava o seu emprego em substituição aos ácidos inorgânicos até então utilizados para a instrumentação de canais atresiadados – ácido sulfúrico (CALLAHAN, 1894) e ácido clorídrico (GROSMANN, 1941).

Stern e Sognnaes, em 1964, realizaram um experimento pioneiro na Odontologia, 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 e 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.

Schilder (1974) preconizou uma técnica de instrumentação dos canais radiculares denominada "Cleaning and Shaping", que significa limpando e modelando, onde se buscava uma forma cônica afunilada. Com esta técnica, poder-se-ia alcançar maior facilidade de limpeza com o uso de soluções irrigantes, conseguindo-se, durante a obturação do canal, uma adaptação melhor do cone de guta-percha e uma facilidade maior para introduzir o cimento obturador em toda área do canal.

McComb e Smith (1975), em um estudo pioneiro, observaram, por meio de 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 (camada residual ou smear layer). Estes autores, bastante surpresos com os resultados da observação por meio do microscópio eletrônico de varredura, concluíram que a solução de EDTAC foi capaz de remover a camada residual (smear layer) dos canais radiculares, tornando as paredes dentinárias próprias para receber o material obturador. A limpeza obtida com a aplicação da solução de EDTAC mostrou-se proporcional ao tempo em que este era deixado no interior do canal radicular.

Baker et al.(1975) empregando a microscopia eletrônica de varredura para analisar a capacidade de limpeza de vários agentes irrigantes, concluiu que o volume de irrigação durante o preparo químico-mecânico, desempenha importante papel na diminuição das raspas de dentina, independentemente da solução utilizada.

Walton (1976), comparou as técnicas de instrumentação convencional e escalonada, valendo-se da análise de cortes histológicos. Foi analisada a porcentagem de paredes instrumentadas em noventa e um canais radiculares retos e curvos. Como conclusão, o autor encontrou melhores resultados quanto à porcentagem de paredes lisas com preparo escalonado. Concluiu-se também que nenhuma das técnicas de instrumentação utilizadas foi totalmente eficiente em relação à limpeza do canal radicular, principalmente no terço apical do canal radicular, por ser esta a região de maior dificuldade na realização da instrumentação.

Mullaney (1979) preconiza uma técnica de instrumentação manual que recebeu o nome de "step back enlargement". O autor divide essa técnica em duas fases distintas, sendo que a primeira consiste na dilatação do canal radicular em todo o comprimento de trabalho. Um passo importante dessa fase é a reutilização das limas um número menor que a última lima usada, sob a justificativa que somente a irrigação não é suficiente para prevenir a condensação de raspas de dentina no canal radicular. Na segunda fase, usam-se três instrumentos de diâmetros sucessivamente maiores, com recuo progressivo de um milímetro em cada. As brocas de Gates-Glidden números 2 e 3 podem ser usadas, dando divergência maior em direção coronária.

Crabb (1982) realizou a instrumentação de canais radiculares in vitro, com o uso de uma unidade ultra-sônica, operada a 25000 cps, e de soluções irrigantes, como o EDTA, o salvizol, e o hipoclorito de sódio a 5 por cento, e água deionizada para o grupo controle. Com base nos resultados fornecidos pela microscopia eletrônica de varredura, concluiu que a solução de hipoclorito de sódio a 5 por cento foi a mais efetiva na remoção de detritos dos canais radiculares.

Cunningham et al., (1982) estudaram comparativamente a capacidade de limpeza dos canais radiculares entre a instrumentação ultra-sônica (Endosonic) e a instrumentação manual convencional. Para os experimentos, utilizaram dentes humanos extraídos. Após o preparo dos canais radiculares, estudaram a capacidade de limpeza, por meio de exame histológico de cortes realizados ao nível de 1, 3 e 5 mm do ápice, e concluíram que os canais instrumentados por meio do ultra-som apresentaram-se significativamente mais limpos em todos os níveis investigados.

Cameron (1982) relata sua experiência clínica com a instrumentação de canais radiculares em mais de 300 dentes, utilizando uma unidade ultra-sônica CAVIRON MODEL 700 II, munida de ponta PR30. A solução irrigante utilizada em todos os casos foi o hipoclorito de sódio a 3 por cento. O autor conclui que a instrumentação ultra-sônica possibilita re mover mais detritos do canal radicular, principalmente durante o primeiro minuto de aplicação, e que a limpeza do canal é completada após três minutos de atuação.

Yamada, Armas, Goldman, (1983), com auxílio da microscopia eletrônica de varredura, correlacionaram a instrumentação com diferentes volumes de soluções irrigantes como: solução salina (controle), solução de hipoclorito de sódio a 5,25 %, solução de EDTA a 15% e a 8,5%, e o ácido cítrico a 25%. Os resultados mostraram que a associação de 10 ml da solução de EDTA a 15% com 10 ml da solução de hipoclorito de sódio a 5,25% revelou-se eficiente na remoção da camada residual (smear layer), apresentando inclusive grande eficiência na remoção de "débris" superficiais.

Wolbarst (1984) alertou que devido à existência de água na composição do esmalte e dentina, a energia do "laser"Er:YAG seria absorvida por essa água, causando sua expansão volumétrica dessas moléculas, levando-as a explosão do tecido, o que resulta na sua ablação. Isto foi confirmado posteriormente por Hibst e Keller (1989).

Dederich, Zakariasen, Tulip, (1984), por meio de microscopia eletrônica de varredura, estudaram o efeito da irradiação com Nd:YAG sobre as paredes dentinárias do canal radicular. Os autores observaram que a ação do "laser" variava de nenhum efeito a derretimento e recristalização da dentina em um novo padrão. Os autores concluíram que a dentina derretida e recristalizada poderia demonstrar uma permeabilidade reduzida comparada às áreas que não receberam irradiação com "laser".

Baumgartner e Mader (1987) relataram que a combinação da solução de solução de hipoclorito de sódio com a solução de EDTA a 15%, causa dissolução progressiva das áreas peritubular e intertubular da dentina, aumentando o diâmetro do orifício dos túbulos das paredes do canal instrumentado, fazendo com que eles passem de 2,5 para 4µm.

Zakariasen, Dederich, Tulip, (1988), em uma revisão da literatura, aventaram a hipótese da utilização do “laser” de alta densidade em retrobturações, descontaminação do canal radicular, volatilização da polpa dental e selamento dos canalículos dentinários.

Keller e Hibst (1989) ao compararem a ação do “laser” de CO₂ e Er:YAG sobre a estrutura da dentina, concluíram que o “laser” de CO₂ causava fusão, carbonização e fissuras. Esses achados não eram observados quando se usava o “laser” Er:YAG. Este último foi capaz de remover partículas teciduais por meio de micro-explosões e vaporização, num processo denominado ablação.

Czonstkowsky, Wilson, Holstein, (1990), em uma revisão da literatura, concluem que a remoção da camada residual (smear layer) apresenta mais benefícios do que riscos, recomendando, portanto, o uso alternado da solução de hipoclorito de sódio e da solução de EDTA durante o preparo biomecânico dos canais radiculares.

Mandel et al. (1990) testaram três técnicas de instrumentação: manual seriada, ultrassônica e Canal Finder, empregadas em raízes distais de molares inferiores humanos, quanto sua capacidade de limpeza. Após avaliarem em microscopia eletrônica de varredura, observaram que nenhuma das técnicas foi capaz de remover por completo os detritos do interior dos canais radiculares, permanecendo áreas recobertas por "smear layer" e sem instrumentação.

Saquy (1991) avaliou a capacidade quelante da solução de EDTA e da associação solução de 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 da solução de EDTA misturado com líquido de Dakin, concluiu que a solução de EDTA não é inativada pela solução de hipoclorito de sódio.

Gettleman, Messer, El Deeb, (1991) demonstraram que a eliminação da camada residual (smear layer) produz paredes dentinárias mais lisas e túbulos dentinários com contornos mais nítidos, circulares e de diâmetro ligeiramente ampliados. Isso permitiu um melhor contato do material obturador, com as paredes do canal, permitindo que este penetre no interior dos canalículos aumentando assim suas propriedades físico-químicas.

Pécora (1992) estudou o efeito das soluções de Dakin e de EDTA, isoladas, alternadas e misturadas, sobre a permeabilidade da dentina radicular de dentes humanos. O autor concluiu que o efeito da solução de EDTA não é anulado pela mistura e pela alternância com a solução de hipoclorito de sódio.

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” Nd:YAG. Os achados histológicos mostram uma grande incidência de necrose dos tecidos perirradiculares em dentes irradiados com o “laser”, diferente dos achados em dentes tratados de maneira convencional. Os autores concluíram 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 óptica no interior de canais radiculares. Este autor observou, por meio do microscópio eletrônico de varredura, limpeza dos terços médio e cervical dos canais tratados com o “laser”, sem presença de “débris” ou camada residual (smear layer) e algumas áreas de dentina fundida. No terço apical foi encontrada uma massa amorfa fusionada, sem estrutura organizada. O autor atentou para o fato de serem necessárias pesquisas mais aprofundadas quanto à energia a ser utilizada na irradiação da dentina.

Burkes et al. (1992), verificaram a viabilidade de se utilizar o “laser” Er:YAG no preparo de cavidades para procedimentos restauradores. 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” Er:YAG 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” Er:YAG 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 termoeletrico colocado na câmara pulpar. Com irrigação, o aumento da temperatura foi de 4° C, em média. Com base nesses achados os autores concluíram que a irrigação 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.

Lumley et al. (1993) investigou a capacidade de remoção de “debris” e “smear layer” do interior de canais de pré-molares inferiores, comparando a técnica ultra-sônica, com a sônica. Através da análise em microscopia eletrônica de varredura, observou que

ambas as técnicas não foram capazes de limpar completamente as paredes dos canais instrumentados, não havendo diferença significativa entre as duas.

Goldeberg & Araujo (1993) avaliaram a limpeza obtida com o uso da técnica manual de instrumentação com limas tipo K, comparada a técnicas de instrumentação sônica (MM1500, Excalibur e Contra-ângulo NSK). Nenhum dos métodos utilizados, foi capaz de proporcionar canais totalmente limpos e não houve diferença estatisticamente significativa entre estes métodos.

Giardino et al. (1994) compararam a eficiência de limpeza, dos canais radiculares, utilizando duas técnicas de instrumentação, sendo uma mecânica escalonada e outra ultra-sônica, em vinte e sete dentes de macacos recém extraídos. Através do exame histológico, chegaram aos resultados de que nenhuma das duas técnicas foram eficientes na remoção da camada de pré-dentina e na limpeza da luz dos canais, e que não houve diferença estatística entre as técnicas.

Garberoglio e Becce (1994) relataram a presença de bactérias, toxinas, "débris" orgânicos, tecidos vitais, produtos da saliva e outros contaminantes nos remanescentes da camada residual (smear layer) produzida pelo preparo biomecânico das paredes dos canais radiculares.

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

Lan e Liu (1995) observaram, por meio de microscópio eletrônico de varredura, as alterações estruturais promovidas pelo “laser” Nd:YAG sobre a dentina humana. Quando aplicado com 30 mJ de energia, este “laser” causava fusão dentinária obliterando os canalículos. Ao aumentar a quantidade de energia despendida por pulso, foram constatadas linhas de fratura e rachaduras na massa de dentina fusionada.

Valli, Lata, Jagdish, (1996) avaliaram, por meio de microscópio eletrônico de varredura, a limpeza dos canais radiculares de incisivos centrais superiores. Os dentes foram instrumentados com a técnica Canal Master e com técnica manual com limas tipo K. Os autores concluíram que nenhuma das duas técnicas foi capaz de remover completamente a camada residual (smear layer) do interior dos canais radiculares.

Hülsmann et al. (1997) avaliaram, 9 técnicas diferentes de instrumentações automatizadas: Endoplaner, Excalibur, Giromatic, Intra-Endo 3-LDSY, Canal Finder System, Canal Leader 2000, Endolift, Ultra-som Piezon Master 400 com H₂O₂ (5%) como agente irrigante e outro grupo com hipoclorito de sódio (1%) e uma técnica manual utilizando limas Hedström, 150 incisivos inferiores humanos recém extraídos, divididos em dez grupos de 15 dentes cada. Depois de instrumentados os dentes foram cortados longitudinalmente e examinados em microscopia eletrônica de varredura, chegando a conclusão de que nenhuma das técnicas resultou na remoção completa da camada residual (smear layer) do interior dos canais radiculares, sendo que as técnicas com ultra-som foram as que conseguiram melhores resultados.

Siqueira et al. (1997) compararam, “in vitro”, por meio de microscopia óptica, a eficácia de limpeza de cinco diferentes técnicas de instrumentação do canal radicular. As técnicas utilizadas foram: Step-Back com limas de aço; Step-Back com limas de níquel-

titânio; ultra-sônica; Balanced force e Canal Master U. Os autores não observaram diferença estatística entre as técnicas e, concluíram que a camada residual (smear layer) deixada no interior dos canais era resultante das variações de anatomia interna destes canais.

Cobb, Rossman, Spencer, (1997) compararam “in vitro” as alterações ocorridas nas paredes dentinárias dos canais radiculares tratados com “laser” Er:YAG com refrigeração de ar/água, e “lasers” de CO₂ e Nd:YAG, utilizados com e sem refrigeração. As amostras tratadas com “laser” de CO₂ foram submetidas às densidades de energia que variaram de 100 até 400J/cm²; com “laser” de Nd:YAG de 286 até 1857J/cm² e o “laser” de Er:YAG com variação de 20 até 120J/cm². Foram utilizados 42 dentes, distribuídos em 7 grupos experimentais, dos quais o grupo controle não foi irradiado. Os autores concluíram neste experimento que as alterações na estrutura das paredes dentinárias dos canais radiculares causadas pelo “laser” de CO₂ e Nd:YAG estavam diretamente relacionadas com a densidade de energia e não ao uso de refrigeração. Esse dois “lasers” induziram alterações de superfície como carbonizações, cavitações, remineralizações, fusões dentinárias e fissuras. Ao contrário, o “laser” Er:YAG provocou alterações radiculares superficiais similares ao condicionamento ácido, isto é, removeu a camada residual (smear layer) expondo os canalículos dentinários, sem evidência de fusão e carbonização.

Israel et al. (1997) avaliaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura, os efeitos da irradiação com os “lasers” de CO₂, Nd:YAG e Er:YAG sobre a superfície radicular de dentes extraídos. Enquanto os “lasers” de CO₂ e Nd:YAG produziram uma camada vitrificada com áreas de fusão dentinária, o “laser” Er:YAG deixou canalículos

dentinários abertos, com exposição da matriz colágena e remoção da camada residual (smear layer), num efeito que segundo os autores é semelhante ao de um ataque ácido.

Tanji, Matsumoto, Eduardo, (1997) avaliaram o aspecto micromorfológico das paredes do canal radicular irradiadas com o “laser” Er:YAG em diferentes níveis de energia ($8,64\text{J}/\text{cm}^2$; $11,29\text{J}/\text{cm}^2$ e $14,11\text{J}/\text{cm}^2$). Foram utilizados 35 dentes com canais preparados convencionalmente e, posteriormente, irradiados com o “laser” nos diferentes parâmetros de energia. O grupo controle foi tratado com ácido fosfórico a 35%. Os resultados mostraram que a utilização de $14,11\text{ J}/\text{cm}^2$ de energia propiciava maior remoção da camada residual (smear layer), deixando os canalículos dentinários totalmente desobstruídos em toda extensão do canal.

Dostálová et al. (1997) investigaram, por meio de análise histológica, as respostas pulpares e ação sobre as paredes dentinárias após a aplicação do “laser” Er:YAG (345 mJ, 2 Hz, 150 pulsos). Os autores concluíram que, sob os parâmetros testados, o “laser” Er:YAG poderia ser utilizado "in vivo" na ablação do esmalte e dentina com segurança.

Matsuoka, Kimura, Matsumoto, (1998) investigaram "in vitro", por meio de microscopia eletrônica de varredura, o efeito do “laser” Er:YAG na remoção de "débris" situado no terço apical dos canais radiculares e também avaliaram a eficácia de uma fibra óptica para examinar o remanescente de "débris" nas paredes do canal radicular. Os autores concluíram que o “laser” Er:YAG é eficiente na remoção de "débris" no terço apical e que a fibroscopia serve para verificar se esta região está realmente limpa.

Takeda et al. (1998a) avaliaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura, a eficiência do “laser” Er:YAG na remoção de "débris" e camada residual (smear layer) das paredes de canais radiculares previamente instrumentados. Os autores testaram o “laser” em

1 e 2W de potência, além de um terceiro grupo que não foi irradiado, usado como controle. Os resultados mostraram que a aplicação do “laser” em ambos os níveis de potência removeu os “débris” e deixaram os canais radiculares livres da camada residual (smear layer) e com canalículos dentinários abertos. Ao contrário, o grupo controle, apresentou camada residual (smear layer) presente em todos os níveis dos canais, obstruindo os canalículos dentinários.

Cecchini et al. (1998) avaliaram, “in vitro”, por meio de par termoeletrico, os efeitos térmicos da aplicação intracanal do “laser” Er: YAG e por meio de microscópio eletrônico de varredura, as alterações morfológicas promovidas na superfície do canal radicular. Os parâmetros utilizados foram: frequência 10 Hz e energia 40 a 80 mJ na ponta da fibra óptica (output). Os resultados demonstraram aumento de 2 a 4°C na temperatura da superfície radicular externa e paredes dentinárias sem presença da camada residual (smear layer), o que possibilitou aos autores o estabelecimento de parâmetros energéticos clinicamente seguros para a utilização do “laser” Er: YAG no interior dos canais radiculares.

Bertrand et al. (1999) avaliaram o instrumento rotatório de níquel-titânio, Quantec Serie 2000, quanto à capacidade de produzir paredes dos canais radiculares livres da camada residual (smear layer) em comparação com a técnica de instrumentação manual, Convencional e Step-Back. A solução irrigante utilizada para todos os grupos foi a solução de hipoclorito de sódio a 3%. Os canais foram analisados por meio de microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que o grupo que utilizou o sistema de instrumentação Quantec produziu melhores resultados, comparado às outras técnicas, apresentando resultados semelhantes no terço médio e apical.

Cecchini et al. (1999), por meio de 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 da camada residual (smear layer) sem danos estruturais. As amostras irradiadas com o “laser” Nd:YAG também se apresentaram livres da camada residual (smear layer), porém com fusão e recristalização da superfície dentinária.

Takeda et al (1999) compararam a capacidade de remoção da camada residual (smear layer) de três soluções irrigantes e dois tipos de “laser”. Após instrumentação com limas manuais e solução de hipoclorito de sódio a 5,25% alternado com peróxido de hidrogênio a 3,0%, os canais sofreram irrigação final com um dos seguintes ácidos: solução de EDTA a 15%, ácido fosfórico a 6% e ácido cítrico a 6% ou foram irradiados com “laser” CO₂ ou Er:YAG. Os autores puderam observar neste experimento que os dentes submetidos à irrigação final com ácidos apresentaram menor quantidade de camada residual (smear layer) que aqueles irrigados com EDTA. Os dentes irradiados com “laser” CO₂ apresentaram-se com paredes dentinárias limpas, com fusão e cristalização da camada residual (smear layer). O “laser” Er:YAG foi capaz de vaporizar a camada residual (smear layer) deixando os túbulos dentinários abertos. Os autores concluíram que a irradiação com o “laser” ER: YAG foi o método mais eficiente na eliminação da camada residual (smear layer) do canal radicular.

Tokonabe et al (1999) investigaram, por meio de cortes histológicos e microscopia eletrônica de varredura, as mudanças morfológicas nas estruturas de esmalte e dentina humanas irradiadas com “laser” Er:YAG. O exame histológico revelou a presença de uma fina camada basófila ao longo dos defeitos dentinários, estas mudanças morfológicas são

evidências de dano térmico mínimo aos tecidos circundantes. Efeitos térmicos indesejáveis como trincas superficiais ou carbonização não foram observadas.

Pécora et al. (2000b), valendo-se do método histoquímico, 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” Er:YAG, superando os valores registrados com o uso de solução de hipoclorito de sódio e solução de EDTA, em dentes irradiados ou não com o “laser”.

Pécora et al. (2000a) determinaram o aumento de temperatura na superfície externa das raízes dos dentes após a utilização da irradiação do “laser” de Er: YAG com e sem irrigação em canais radiculares previamente instrumentados. Os resultados mostraram que, na presença de irrigação, o aumento de temperatura na superfície externa dos dentes irradiados com o “laser” foi menor que os irradiados com “laser” sem irrigação.

Brugnera Júnior (2001) avaliou, por meio da reação histoquímica utilizando sulfato de cobre a 10 % e solução alcoólica de ácido rubiânico a 1 %, a ação dos “lasers” de Er: YAG e Nd:YAG sobre a permeabilidade da dentina das paredes dos canais radiculares instrumentados com a utilização da água destilada deionizada e solução de solução de hipoclorito de sódio a 1 % como soluções irrigantes. O autor concluiu que os melhores resultados de permeabilidade foram alcançados com o grupo onde houve associação do “laser” de Er:YAG à água destilada e deionizada. Os menores valores apresentados foram os do grupo da associação da aplicação de “laser” de Nd:YAG com a solução de solução de hipoclorito de sódio a 1 % e o da água destilada deionizada.

Hata et al. (2001) avaliaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura, a limpeza das paredes dos canais radiculares promovida pela instrumentação manual “Step-Back” com o auxílio da associação das soluções de hipoclorito de sódio a 5%, EDTA a 15%, e “Oxidante Potencial Water” (OPW). Os autores concluíram que a solução de EDTA a 15% alternada com solução de hipoclorito de sódio a 5% promoveu maior remoção da camada residual (smear layer) das paredes dos canais radiculares

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. 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.

Marchesan (2001) verificou, por meio da microscopia óptica, a qualidade de limpeza dos canais radiculares, promovida pela técnica de instrumentação rotatória associada à solução de hipoclorito de sódio 0,5%, HCT20 ou clorexidina, em canais achatados no sentido méso-distal. A análise estatística mostrou que a solução de hipoclorito de sódio a 0,5% proporcionou paredes mais limpas que a clorexidina, que por sua vez mostrou-se superior ao HCT20 na limpeza das paredes dos canais radiculares.

Guerisoli (2002) pesquisou, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a limpeza das paredes de canais radiculares submetidos à aplicação dos agentes quelantes EDTAC, CDTA, EGTA e do “laser” Er:YAG. O grupo que recebeu irradiação com “laser” Er:YAG (KaVo Key “laser” II) foi feito por meio 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 análise estatística revelou que a solução de EDTAC a 15% foi capaz de eliminar a camada residual (smear layer) com maior eficácia, enquanto a solução de hipoclorito de sódio a 1,0% mostrou-se impotente na limpeza do canal radicular ($p<0,01$). As soluções quelantes CDTA e EGTA, em uma concentração de 1,0%, ocuparam posição intermediária juntamente com o “laser” Er:YAG quanto à capacidade de remoção de camada residual (smear layer). Não houve diferenças estatísticas significantes entre o terço médio e apical dos canais radiculares.

Marchesan et al. (2002) avaliaram a limpeza de canais radiculares, por meio da microscopia óptica, de dentes irradiados ou não pelo “laser” Er:YAG após terem sido preparados com instrumentos de níquel-titânio rotatórios. A análise estatística mostrou haver diferença significativa ($p<0,01$) entre os terços, indicando menor presença de "débris" no terço médio quando comparado ao terço apical. Entre os tratamentos não houve diferenças estatísticas significantes. Os autores concluíram que: nenhum dos tratamentos testados limpou completamente os canais radiculares; todos os tratamentos produziram resultados semelhantes na remoção de "débris"; o terço médio apresentava menor quantidade de "débris" que o terço apical; a variação na energia final na ponta da fibra óptica (output energy) não interferiu na limpeza.

Barbizan et al. (2002) avaliaram a limpeza de canais radiculares, por meio de microscopia óptica e demonstraram que a instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio tem uma atuação limitada, deixando áreas polares não instrumentadas e provavelmente infectadas.

Brugnera Júnior et al. (2002), avaliaram o efeito de soluções irrigantes comparadas ao “laser” Er:YAG na remoção da camada residual (smear layer). Os autores puderam concluir

que a irradiação com “laser” Er:YAG pode ser tão efetiva quanto a solução de EDTA 15%, quando utilizado com solução de hipoclorito de sódio, porém ela não se mostrou efetiva quando utilizada juntamente com a água destilada.

Jeon et al. (2003) avaliaram, por meio de microscópio eletrônico de varredura, a influência de diferentes lâminas de corte dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio (HERO[®] e Profile[®]) e de aço-inoxidável (Mani) na remoção da smear layer gerada no terço apical, de canais radiculares retos, utilizando o hipoclorito de sódio a 1%. Os autores concluíram que o desenho da lâmina de corte dos instrumentos rotatórios pode afetar a limpeza dos canais radiculares dos canais radiculares retos e, esta informação pode ser útil na seleção dos instrumentos de níquel-titânio.

Moura (2003) estudou “in vitro” a ação antimicrobiana do “laser” de Er: YAG em canais radiculares infectados. O autor concluiu que a água destilada e o solução de hipoclorito de sódio a 1% associados ou não à aplicação do “laser” de Er: YAG, nos parâmetros de 10 Hz, 52 mJ “output” e 10 Hz, 110 mJ “output”, não proporcionaram ação antimicrobiana em canais radiculares infectados com os microorganismos inoculados.

Seixas et al. 2003, avaliaram, “in vitro”, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a remoção da camada residual (smear layer) das paredes dos canais radiculares dentes incisivos inferiores com achatamento mésio-distal. Os dentes foram preparados com instrumentação rotatória (técnica “Free Tip Preparation”, PÉCORA et al., 2002) e irradiados com “laser” Er: YAG nos parâmetros de 140 e 250 mJ. Os resultados mostraram que a solução de hipoclorito de sódio a 2,5% utilizada de modo alternado com solução de EDTA a 15% propiciou canais radiculares mais limpos, sendo seguido do grupo que recebeu irradiação do “laser” Er: YAG com 250 mJ e finalmente dos grupos do “laser” Er:

YAG a 140 mJ e da solução de hipoclorito de sódio a 2,5% isolada. O terço apical apresentou maior quantidade de camada residual (smear layer) em comparação com o terço médio ($p < 0,01$).

Torabinejade et al. (2003a) estudaram o efeito de uma solução composta de tetraciclina, ácido cítrico e detergente (MTAD) como solução irrigante final das superfícies das paredes dos canais radiculares previamente instrumentados. Os resultados evidenciaram que a solução MTAD foi eficiente na remoção da camada residual (smear layer) não sendo observada mudança significativa na estrutura dos túbulos dentinários.

Torabinejade et al. (2003b) estudaram o efeito de várias concentrações de solução de hipoclorito de sódio na irrigação de canais radiculares com posterior irrigação com MTAD (mistura de tetraciclina, ácido cítrico e detergente). Os resultados evidenciaram que, embora o MTAD tivesse removido mais camada residual (smear layer), alguns remanescentes orgânicos da camada residual (smear layer) permaneceram espalhados pelas paredes dos canais radiculares. Os autores também relataram que a eficiência do MTAD na completa remoção da camada residual (smear layer) era aumentada quando baixas concentrações de solução de hipoclorito de sódio foram utilizadas no preparo do canal radicular. Mudanças significativas na estrutura das paredes dos canais não foram observadas.

Passarinho Neto et al. (2006) analisaram, por meio de microscopia óptica, a capacidade de instrumentos rotatórios de níquel-titânio complementados pela irrigação energizada por meio de Ultra-som em limpar incisivos inferiores. Os autores concluíram que a instrumentação rotatória com limas de Ni-Ti associado com uma irrigação final com

hipoclorito de sódio a 1% energizada pelo ultra-som deixa uma menor quantidade de "débris" na região apical de canais radiculares achatados.

Van der Sluis et al, (2006) avaliaram a influência do volume, irrigante e método utilizado para irrigar na remoção de "debris" artificialmente colocados na porção apical de canais radiculares. Os autores compararam a irrigação realizada por meio de seringa e ultra-som. Tanto a seringa como o ultra-som foram eficientes na remoção de "debris" de dentro dos canais radiculares, desde que a solução irrigante fosse o hipoclorito de sódio. Quando a água foi utilizada como irrigante, mesmo sob energização do ultra-som, não houve eliminação de "débris" de forma efetiva.

Lui, Kuah, Chen, (2007) compararam a eficácia do Smear Clear (Sybron Endo, CA), EDTA a 15% ácido, do EDTA a 15% com e sem uso do ultra-som. Os dentes foram preparados com instrumentos rotatórios ProFile[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e submetidos a diferentes regimes de irrigação final: grupo A, hipoclorito de sódio a 1%; grupo B, EDTA a 15%; grupo C, EDTA a 15% com ultra-som; grupo D, Smear Clear; e grupo E, Smear Clear com ultra-som. As amostras foram examinadas em MEV. A análise estatística mostrou que os grupos D (Smear Clear) e E (Smear Clear com ultra-som) não foram estatisticamente melhores que os grupos B (EDTA a 15%) e C (EDTA a 15% com ultra-som). O grupo C foi estatisticamente melhor que o grupo B. A adição de surfactantes ao EDTA e Smear Clear não resultou na melhor remoção de camada residual (smear layer). O uso de ultra-som com EDTA melhorou a remoção da camada residual (smear layer).

Barroso, (2007), estudou a influência do pré-alargamento cervical no desgaste promovido pelos instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NiTi) na região apical de canais simulados curvos. Esta investigação evidenciou que a utilização de brocas LA Axxess[®] e

CP Drill[®] no preparo do terço cervical dos canais possibilitaram uma maior centralização dos instrumentos rotatórios de NiTi.

Guerisoli, (2007), investigou a ação de algumas soluções quelantes na capacidade de remoção da camada residual (smear layer) no preparo de canais radiculares de dentes bovinos. Para o estudo realizou-se fotomicroscopias com 350X, o que possibilitou uma visão mais ampla do campo analisado, O autor concluiu que o EDTA e o EDDS (ácido etilediamino dissuccínico) são eficazes na remoção da camada residual (smear layer).

Pesquisadores têm buscado o desenvolvimento de soluções quelantes que apresentem uma alternativa ao uso da solução de EDTA ou EDTAC na desmineralização da dentina radicular e remoção da camada residual (smear layer). Como uma possível alternativa ao uso das soluções quelantes existe atualmente o “laser” Er:YAG , pois apresenta uma ação efetiva sobre os tecidos dentais mineralizados, promovendo sua ablação.

A revisão da literatura evidencia que pesquisas referentes à limpeza dos canais radiculares têm sido continuamente realizadas, avaliando qual a melhor solução irrigante e qual a melhor técnica de instrumentação, ou seja, qual a forma mais eficiente de limpar o sistema de canais radiculares.

O desenho dos instrumentos rotatórios e a presença ou ausência da superfície radial de apoio (radial land) pode interferir na capacidade de remoção da camada residual (smear layer) das paredes dos canais radiculares durante seu uso (JEON et al. 2003). Há instrumentos com e sem radial land e esta relação deve ser melhor investigada.

O desenvolvimento e a difusão dos sistemas rotatórios para o preparo biomecânico dos canais radiculares, as pesquisas sobre a remoção da camada residual (smear layer) pelo

uso desses instrumentos, pela ação do Laser Er:YAG e do ultra-som, bem como a interação dessas novas tecnologias com as soluções irrigante precisam ser melhor investigadas.

3 *Proposição*

O objetivo do presente trabalho consistiu em avaliar “in vitro”, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a remoção da camada residual (smear layer) das paredes dos canais radiculares, nos terços médio e apical, com a adoção de quatro diferentes sistemas rotatórios (**dois com e dois sem radial land**), e com a observância dos seguintes tratamentos finais da dentina: a) irradiação com laser Er:YAG; b) energização com ultra-som; c) irrigação com solução de EDTA.

44 *Material e Método*

A realização deste trabalho foi aprovada pelo comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Neste experimento, foram utilizados noventa e seis dentes incisivos inferiores unirradiculares obtidos do estoque de dentes do Laboratório de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, que permaneceram armazenados em solução aquosa de timol a 0,1% à temperatura de 9º graus centígrados até o momento de uso.

Os dentes foram selecionados de maneira que apresentassem comprimentos entre 20 a 22 milímetros, as raízes totalmente formadas e apenas um canal radicular..

Realizada a seleção, os dentes foram lavados em água corrente por 48 horas com o objetivo de remover traços da solução de timol.

A seguir, as coroas foram seccionadas na junção amelo-cementária com disco de carburundum montado em caneta de micro-motor (TCM-Endo , NOUVAG, Suíça).

Com auxílio de uma lima tipo K número 10 (Maillefer, Ballaigues, Suíça), o canal radicular foi explorado em toda a sua extensão até alcançar o forame apical, onde a lima podia ser vista. Uma vez determinado o comprimento total do dente, deste comprimento era recuado 0,5 milímetros, obtendo o C.R.T. (Comprimento Real de Trabalho). Este procedimento foi comum para todos os dentes utilizados no experimento.

Esses dentes, assim preparados, foram distribuídos aleatoriamente em 16 grupos de seis dentes cada, Os Dentes foram divididos de acordo com o instrumento utilizado para realização do preparo e o tratamento final realizado nas paredes dentinárias, conforme estão listados na Tabela 1. A Tabela. 1 representa o modelo matemático em estudo

Tabela 1. Escores de smear layer observada nas paredes dos canais radiculares instrumentados com diferentes sistemas, uso de laser, ultra-som e soluções irrigantes

Tratamento	Sistemas				
	Terços Radiculares	Com radial land		Sem raial land	
	Médio apical	K ^{3®}	Profile [®]	HERO [®]	RACE [®]
NaOCl		G1	G2	G3	G4
NaOCl+Laser		G5	G6	G7	G8
NaOCl + Ultra-som		G9	G10	G11	G12
NaOCl alternado EDTA		G13	G14	G15	G16

Sistemas Rotatórios:

Os sistemas rotatórios utilizados para o preparo dos canais radiculares foram os seguintes:

1- Sistemas com Radial Land:

K3[®] (SybronEndo, Glendora, USA)

ProFile[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça)

2- Sistemas sem Radial Land:

RACE (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, Suíça).

HERO[®] 642 (Micro-Mega, Besançon, França)

Dessa forma, obtivemos os seguintes grupos:

Grupo 1: instrumentação rotatória com sistema K3[®] (Sybronendo, EUA), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 2: instrumentação rotatória com sistema Profile[®] (Dentsply-Maillefer, Suíça), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 3: instrumentação rotatória com sistema HERO[®] 642 (MicroMega, França), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 4: instrumentação rotatória com sistema RACE[®] (FKG, Suíça), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 5: instrumentação rotatória com sistema K3[®] (Sybronendo, EUA), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada; aplicação do “laser” Er: YAG com fibra óptica 30/28 e parâmetros de 140 mJ input, 51 mJ output e 10 Hz.

Grupo 6: instrumentação rotatória com sistema Profile[®] (Dentsply-Maillefer, Suíça), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada; aplicação do “laser” Er: YAG com fibra óptica 30/28 e parâmetros de 140 mJ input, 51 mJ output e 10 Hz.

Grupo 7: instrumentação rotatória com sistema HERO[®] 642 (MicroMega, França), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada; aplicação do “laser” Er: YAG com fibra óptica 30/28 e parâmetros de 140 mJ input, 51 mJ output e 10 Hz.

Grupo 8: instrumentação rotatória com sistema RACE[®] (FKG, Suíça), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada; aplicação do “laser” Er: YAG com fibra óptica 30/28 e parâmetros de 140 mJ input, 51 mJ output e 10 Hz.

Grupo 9: instrumentação rotatória com sistema K3[®] (Sybronendo, EUA), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e ativado por meio de Ultra-som (Piezon Máster, EMS, Suíça) e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 10: instrumentação rotatória com sistema Profile[®] (Dentsply-Maillefer, Suíça), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% ativado por meio de Ultra-som (Piezon Máster, EMS, Suíça) e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 11: instrumentação rotatória com sistema HERO[®] 642 (MicroMega, França), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e ativado por meio de Ultra-som (Piezon Máster, EMS, Suíça) e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 12: instrumentação rotatória com sistema RACE[®] (FKG, Suíça), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e ativado por meio de Ultra-som (Piezon Máster, EMS, Suíça) e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 13: instrumentação rotatória com sistema K3[®] (Sybronendo, EUA), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% durante o preparo, solução de EDTA a 15% (Nyggard-Ostby, 1957) por 3 minutos ao final da instrumentação e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 14: instrumentação rotatória com sistema Profile[®] (Dentsply-Maillefer, Suíça) irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% durante o preparo, solução de EDTA a 15% (Nyggard-Ostby, 1957) por 3 minutos ao final da instrumentação e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 15: instrumentação rotatória com sistema HERO[®] 642 (MicroMega, França), irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% durante o preparo, solução de EDTA a 15% (Nyggard-Ostby, 1957) por 3 minutos ao final da instrumentação e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

Grupo 16: instrumentação rotatória com sistema RACE® (FKG, Suíça) irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% durante o preparo, solução de EDTA a 15% (Nygard-Ostby, 1957) por 3 minutos ao final da instrumentação e irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada.

4.1 Instrumentação Rotatória

Os terços cervicais de todos os dentes foram preparados com Brocas *Cervical Preparation Drill* – CPDrill (FFDM-Pneumat, Bourges, França). Como os dentes ficaram com comprimento médio de 13 mm após a secção das coroas, as brocas acima citadas atuaram em aproximadamente 5 mm cervicais do canal radicular, restando portanto, 8 mm a serem preparados com os instrumentos rotatórios de Ni-Ti.

O preparo do restante dos canais radiculares foi executado de acordo com a técnica *FREE TIP PREPARATION* (PÉCORA; CAPELLI, 2004). Portanto, os instrumentos de níquel-titânio foram utilizados na seguinte seqüência no Comprimento de Trabalho previamente estabelecido: 25 taper .04; 25 taper .06; 30 taper .04 no (C.T.) ; 40 taper .02 no (C.T.).

Os instrumentos foram acionados por motor elétrico (TCM 3000 – NOUVAG, Suíça) (Figura. 1) com velocidade de 350 rpm acoplados a um contra-ângulo redutor de 20:1 da marca WH com movimentos de puxar e empurrar (pecking motion) com torque de 10 Newtons, 110v/60Hz. A penetração foi realizada de maneira progressiva de milímetro em milímetro.

Figura. 1. Motor elétrico Micromotor – TCM 3000 NOVAG, Suíça.

A irrigação do canal foi realizada com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, por meio de seringa hipodérmica e agula *NaviTip*[®] (Ultradent, Salt Lake City, EUA). Entre cada uso do instrumento rotatório o canal foi irrigado com 2 ml de solução irrigante, perfazendo um total de 8 ml. Findo o preparo, o canal radicular recebeu uma irrigação final de 10 ml de água destilada e deionizada.

Cumpre salientar que a solução de hipoclorito de sódio a 2,5% foi titulada no Laboratório de Pesquisa em Endodontia da FORP – USP.

4.2 Aplicação do “laser” Er: YAG

Após instrumentação e irrigação, os dentes dos grupos G5, G6, G7 e G8 foram irradiados com o “laser” Er: YAG (K.E.Y. “laser” 1242 da Kavo Dental GmbH, Warthausen, Germany) (Figura.2) dotado de uma peça de mão 2055 e fibra óptica 30/28 (Figura.3). Esta fibra óptica possui um diâmetro de 0,285 mm e tem um fator de transmissão de 0,36, ou seja, há diferença de energia produzida no aparelho (input de 250mJ) e a energia na ponta da fibra (output de 140mJ).

Cinemática da fibra óptica durante a irradiação com “laser” Er: YAG:

A fibra óptica 30/28 foi introduzida no canal radicular até o comprimento de trabalho e, a seguir, o “laser” foi irradiado. A fibra óptica foi deslocada lentamente até o orifício cervical na câmara pulpar com movimentos helicoidais perfazendo um total de 10 segundos. Esta operação foi realizada por 4 vezes com intervalo de 30 segundos entre cada aplicação. Durante cada aplicação do “laser”, o canal estava repleto com água destilada e deionizada. Após os preparos, os dentes foram colocados em um recipiente de plástico que continha em seu interior uma gaze umedecida com água destilada e deionizada.

Figura. 2. Er: YAG (K.E.Y. “laser” 1242 da Kavo Dental GmbH, Warthausen, Germany)

Figura. 3. Peça de mão 2055 e fibra óptica 30/28

4.3 Preparo com ultra-som

Após a instrumentação com instrumentos rotatórios até o número 40 de conicidade .02 e irrigação dos canais radiculares com, foi utilizado o ultra-som MiniPiezon, EMS (Electro Medical Systems, Le Sentier, Switzerland) nos grupos G9, G10, G11, G12. A ponta ultra-sônica fina e lisa foi introduzida no canal radicular até o comprimento de trabalho e, a seguir, o ultra-som foi ligado. A ponta permaneceu imóvel dentro do canal radicular por um tempo de 3 minutos (LEE, WU, WESSELINK, 2004) onde procurava-se não tocar as paredes do canal. Durante a aplicação do ultra-som, a solução irrigante utilizada foi o hipoclorito de sódio a 2,5%.

Fig. 4. Ultra-som Mini Piezon (EMS (Electro Medical Systems, Le Sentier, Switzerland)).

4.4 Irrigação com solução de EDTA a 15%

Após instrumentação e irrigação do canal radicular com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, os dentes dos grupos G13, G14, G15 e G16 foram irrigados e inundados com solução de EDTA a 15% por meio de seringa hipodérmica e agula *NaviTip*[®] (Ultradent, Salt Lake City, EUA). Cada dente recebeu 1ml de solução irrigante. Finalizada esta etapa, o canal radicular recebeu uma irrigação final de 10 ml de água destilada e deionizada.

Cabe salientar que a solução de EDTA a 15% foi aviada no Laboratório de Pesquisa em Endodontia da FORP-USP.

4.5 Preparo dos dentes para microscopia eletrônica de varredura

Foram realizadas canaletas nas regiões vestibular e lingual das raízes por meio de um disco diamantado dupla face e, em seguida, estes foram fraturados no sentido longitudinal por meio de cinzel de duplo bixel e martelo cirúrgico. Durante o preparo das canaletas, a abertura do canal radicular foi protegida com “Blue Tac” (Bostik Ltd - Reino Unido), que é uma massa de proteção não aderente, que tem por finalidade evitar contaminação do canal radicular com pó de dentina.

Os dentes foram levados para o microscópio eletrônico de varredura de vácuo variável para a visualização dos resultados. O microscópio eletrônico de varredura utilizado foi o de marca ZEISS, modelo EVO 50, instalado no Departamento de Química da Faculdade de Química da USP de Ribeirão Preto. (Figura.5).

Fig. 5. Microscópio eletrônico de varredura ZEISS modelo EVO 50.

Estando o corpo de prova (raiz incisivo inferior) perfeitamente posicionado no microscópio eletrônico de varredura, foram realizadas as fotomicrografias das áreas mais representativas dos terços médio e apical com aumento de 400X. Após a captação das fotomicrografias e sua digitalização, três examinadores diferentes, previamente calibrados, com especialização e grau mínimo de Mestre em Endodontia avaliaram as fotos, que receberam escores de 1 (túbulos dentinários sem camada residual “smear layer”) a 4 (obliteração completa dos túbulos dentinários por camada residual “smear layer”), de acordo com a quantidade de camada residual (smear layer) observada.

Cabe salientar que para este MEV utilizado não é necessária a metalização dos corpos de prova.

4.6 Desenvolvimento do software “Fotoscore”

No intuito de automatizar o processo de avaliação das fotomicrografias e o registro dos resultados de cada examinador, optou-se pelo uso de um software em ambiente Windows desenvolvido por Guerisoli (2002). Este programa utiliza, como base um banco de dados no formato Access modificado por código em linguagem VBA (*Visual Basic for Applications*), e é denominado de *Fotoscore*. O programa apresenta a imagem que deverá ser analisada em comparação a três padrões pré-estabelecidos e o avaliador classifica a foto analisada numa posição intermediária entre esses padrões. O programa registra o escore atribuído pelo avaliador e, após o término do processo, emite um relatório contendo todos os dados. Faz-se necessário salientar que não havia possibilidade, por parte dos avaliadores, de identificar qual grupo experimental estavam observando. A Figura 6 apresenta uma reprodução da interface gráfica do programa.

Figura. 6. Interface gráfica do programa Fotoscore, desenvolvido para Windows

Os resultados foram registrados e um relatório contendo todos os dados foi emitido por meio do software. O modelo matemático foi composto por três fatores de variação a saber: a) instrumentos, com quatro componentes (K3®, Profile®, HERO® e RACE®); b) tratamentos, com quatro componentes (hipoclorito de sódio, hipoclorito de sódio e EDTA; laser Er:YAG e ultra-som); e c) terços radiculares (médio e apical). A variável que representa a quantidade da smear layer é do tipo score. Este fato determina que a análise estatística era não-paramétrica para dados independentes.

5 Resultados

O conjunto matemático obtido compõe-se de três fatores de variação. O primeiro, denominado de "Instrumentos" sendo composto por quatro componentes independentes (ProFile®, K3®, HERO® 642, RACE®). O segundo fator de variação é denominado "Tratamentos" sendo composto por quatro componentes independentes (solução de hipoclorito de sódio a 2,5%; solução de hipoclorito de sódio a 2,5% + “laser” Er:YAG; solução de hipoclorito de sódio a 2,5% + Ultra-som; solução de hipoclorito de sódio a 2,5% + solução de EDTA a 15%). O terceiro fator de variação é denominado “Terços”, sendo composto por dois componentes vinculados (médio e apical). O número total de dados é de 192 valores numéricos de natureza ordinal, obtidos a partir da moda dos escores atribuídos pelos três diferentes examinadores. Este número total de dados é resultante do produto fatorial de: quatro instrumentos; quatro tratamentos, dois terços e seis repetições (Tabela 1).

Tabela 1 - Moda dos escores atribuídos pelos diferentes examinadores as fotomicrografias

Tratamentos	Terços Radiculares	Instrumentos			
		Com <i>Radial Land</i>		Sem <i>Radial Land</i>	
		K3 [®]	Profile [®]	HERO [®]	RACE [®]
NaOCl	Médio	4	4	4	4
		3	3	4	2
		4	2	3	2
		3	3	3	4
		3	4	2	3
		2	4	3	3
	Apical	4	4	4	4
		4	3	4	3
		4	4	4	3
		4	4	4	4
		4	4	4	3
		4	4	4	3
NaOCl + EDTA	Médio	1	1	1	1
		1	1	1	1
		1	1	1	1
		1	1	1	1
		1	1	1	1
		1	1	1	1
	Apical	2	1	1	2
		1	1	1	1
		1	1	1	1
		1	2	1	1
		1	1	1	1
		1	1	1	1
NaOCl + LASER	Médio	2	4	4	3
		3	3	2	4
		3	3	3	3
		3	2	4	3
		4	3	4	4
		3	3	4	4
	Apical	3	4	4	4
		4	4	4	4
		4	3	4	3
		3	3	4	4
		4	4	4	4
		3	4	4	4
NaOCl + Ultra-som	Médio	2	2	2	2
		1	4	3	2
		2	2	2	1
		1	3	1	1
		2	3	1	1
		1	3	1	1
	Apical	2	3	4	4
		4	4	3	3
		3	3	4	4
		1	4	3	3
		4	3	3	4
		2	3	3	3

Devido à natureza ordinal dos dados, torna-se imperativa a utilização de testes não paramétricos para determinar as diferenças entre tratamentos e terços. O teste de Kruskal-Wallis (não paramétrico, amostras independentes, comparações múltiplas) foi utilizado para os diferentes instrumentos e tratamentos estudados. Para os diferentes terços utilizou-se o teste de Wilcoxon (não paramétrico, amostras vinculadas, comparações entre duas amostras).

Análise Estatística

A análise estatística dos dados experimentais foi realizada por meio da utilização do software Prism 4 (GraphPad Prism) for Windows, versão 4.00 de 03 abril de 2003 produzido pela GraphPad Software, Inc. (www.graphpad.com).

1. Fator de Variação Instrumentos

O teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado no presente estudo por tratar-se de uma avaliação de remoção da camada da camada residual (Smear Layer) pela atribuição de escores.

Os níveis para rejeição da hipótese nula (H_0) foram determinados com $p > 0,71$ evidenciando que as amostras testadas não apresentam diferença estatisticamente significativa entre si. A Tabela 2 mostra os resultados do teste.

Tabela 2. Resultados do teste de Kruskal-Wallis

Parâmetros	Valores
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado	1.3955
Valor do X^2 para 3 graus de liberdade	1.40
Probabilidade de H_0 para esse valor	70.66 %
Laudo	Não-significante ($\alpha > 0,05$)

Figura 1. Histograma traçado com as médias obtidas pelos quatro instrumentos utilizados.

O teste de Kruskal-Wallis para o fator de variação instrumentos evidenciou que não há diferença estatística significativa, ou seja, o desenho dos instrumentos não influenciou na remoção da camada residual (smear layer).

2. Fator de Variação Tratamentos

O teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis apontou diferença estatisticamente significativa ao nível de 1,0% entre os componentes do fator de variação, cujos resultados podem ser vistos na Tabela 3. Realizou-se o teste de comparações múltiplas de Dunn que pode ser visto na Tabela 4.

Tornou-se possível ordenar os componentes do fator em ordem decrescente de limpeza, ou seja, hipoclorito de sódio associado ao EDTA removendo mais camada residual (smear layer), seguido pelo hipoclorito de sódio associado ao ultra-som e ficando o hipoclorito de sódio associado ao LASER e hipoclorito de sódio utilizado isoladamente como os que menos removeram a camada residual (smear layer), não havendo diferença estatisticamente significativa entre ambos.

Tabela 3. Resultados do teste de Kruskal-Wallis.

Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado	117.9109
Valor do X^2 para 3 graus de liberdade	117.91
Probabilidade de H_0 para esse valor	0.00 %
Laudo	Significante ao nível de 1 % ($\alpha = 0,01$)

O valor de H aparece repetido como X^2 porque a sua significância é avaliada pela tabela do qui-quadrado.

Tabela 4. Comparações múltiplas duas a duas entre as médias dos postos das amostras.

Amostras comparadas (comparações duas a duas)	Diferenças entre médias	Laudo
NaOCl X NaOCl +EDTA	101.6146	0,1 %
NaOCl X NaOCl + LASER	0.2917	ns
NaOCl X NaOCl + Ultra-som	42.8854	0,1 %
NaOCl + EDTA X NaOCl + LASER	101.9063	0,1 %
NaOCl + EDTA X NaOCl + Ultra-som	58.7292	0,1 %
NaOCl +laser X NaOCl + Ultra-som	43.1771	0,1 %

Figura 2. Histograma traçado à partir das médias do hipoclorito de sódio e das associações utilizadas para o preparo biomecânico.

Segundo a metodologia empregada, o hipoclorito de sódio associado ao EDTA promoveu maior remoção da camada residual (Smear Layer), seguido pelo hipoclorito de sódio associado ao ultra-som, ficando o hipoclorito de sódio associado ao “laser” Er:YAG e o hipoclorito de sódio promovendo a menor remoção da camada residual (smear layer).

3. Fator de Variação Terço Radicular

Aplicou-se o teste estatístico não-paramétrico de Wilcoxon para comparar a remoção da camada residual (smear layer) dos terços médio e apical por se tratar de um fator de variação com 2 elementos vinculados, cujos resultados podem ser vistos na Tabela 5. O teste evidenciou diferença estatisticamente significativa entre os dois terços. Pela comparação das médias, o terço médio dos dentes teve maior remoção da camada residual (smear layer) do que o terço apical.

Tabela 5. Resultados do teste de Wilcoxon.

Parâmetros	Valores
Valor de "P"	$P < 0,0001$
Relação entre as curvas experimental e normal matemática	Aproximação da Curva Gaussiana
Laudo baseado no valor de "P"	***
Diferença estatística significativa	Significante ($P < 0,0001$)
Caráter do valor de "P"	Bicaudal
Vinculação ou Pareamento dos dados	Significativo

Figura 3. Histograma traçado à partir das médias da remoção de camada residual (Smear Layer) dos respectivos terços estudados.

Houve diferença estatística significativa quando se comparou a remoção da camada residual (smear layer) entre os terços e a remoção foi maior no terço médio do que no terço apical.

Resultados das Fotomicrografias do Grupo K3[®]

Terço Apical e Médio

As Figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 mostram fotomicrografias das superfícies dentinárias dos terços apicais e médios dos canais radiculares utilizados neste estudo.

Figura 7. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema K3[®] e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa). Observa-se camada residual (smear layer) por toda a superfície examinada com 400x.

Figura 8. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema K3[®] e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) e irradiação com “laser” Er:YAG.

Figura 9. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema K3® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + Ultra-som. Observa-se a presença de camada residual (smear layer).

Figura 10. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema K3® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + solução de EDTA a 15%. Observa-se ausência de camada residual (smear layer).

Figura 11. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema K3[®] e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa). Observa-se camada residual (smear layer) por toda a superfície examinada com 400x.

Figura 12. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema K3[®] e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) e irradiação com “laser” Er:YAG.

Figura 13. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção médio do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema K3[®] e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + Ultra-som. Observa-se a ausência de camada residual (smear layer).

Figura 14. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema K3[®] e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + solução de EDTA a 15%. Observa-se ausência de camada residual (smear layer).

Resultados das Fotomicrografias do Grupo ProFile®

Terço Apical e Médio

As Figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22 mostram fotomicrografias das superfícies dentinárias dos terços apicais e médios dos canais radiculares utilizados neste estudo.

Figura 15. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema ProFile® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa). Observa-se camada residual (smear layer) por toda a superfície examinada com 400x.

Figura 16. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema ProFile® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) e irradiação com “laser” Er:YAG.

Figura 17. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema ProFile® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + Ultra-som. Observa-se a presença de camada residual (smear layer).

Figura 18. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema ProFile® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + solução de EDTA a 15%. Observa-se ausência de camada residual (smear layer).

Figura 19. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema ProFile® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa). Observa-se camada residual (smear layer) por toda a superfície examinada com 400x.

Figura 20. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema ProFile® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) e irradiação com “laser” Er:YAG.

Figura 21. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção médio do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema ProFile® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + Ultra-som. Observa-se a presença de camada residual (smear layer) e túbulos abertos.

Figura 22. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema ProFile® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + solução de EDTA a 15%. Observa-se ausência de camada residual (smear layer).

Resultados das Fotomicrografias do Grupo HERO® 642®

Terço Apical e Médio

As Figuras 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30 mostram fotomicrografias das superfícies dentinárias dos terços apicais e médios dos canais radiculares utilizados neste estudo.

Figura 23. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema HERO® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa). Observa-se camada residual (smear layer) por toda a superfície examinada com 400x.

Figura 24. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema HERO® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) e irradiação com “laser” Er:YAG.

Figura 25. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema HERO® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + Ultra-som. Observa-se a presença parcial de camada residual (smear layer).

Figura 26. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema HERO® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + solução de EDTA a 15%. Observa-se ausência de camada residual (smear layer).

Figura 27. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema HERO® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa). Observa-se camada residual (smear layer) por toda a superfície examinada com 400x.

Figura 28. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema HERO® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) e irradiação com “laser” Er:YAG.

Figura 29. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção médio do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema HERO® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + Ultra-som. Observa-se a ausência parcial de camada residual (smear layer).

Figura 30. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema HERO® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + solução de EDTA a 15%. Observa-se ausência de camada residual (smear layer).

Resultados das Fotomicrografias do Grupo RACE[®]

Terço Apical e Médio

As Figuras 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 e 38 mostram fotomicrografias das superfícies dentinárias dos terços apicais e médios dos canais radiculares utilizados neste estudo.

Figura 31. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema RACE® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa). Observa-se camada residual (smear layer) por toda a superfície examinada com 400x.

Figura 32. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema RACE® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) e irradiação com “laser” Er:YAG.

Figura 33. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema RACE® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + Ultra-som. Observa-se a presença de camada residual (smear layer)

Figura 34. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção apical do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema RACE® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + solução de EDTA a 15%. Observa-se ausência de camada residual (smear layer)

Figura 35. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema RACE® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa). Observa-se camada residual (smear layer) por toda a superfície examinada com 400x.

Figura 36. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema RACE® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) e irradiação com “laser” Er:YAG.

Figura 37. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção médio do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema RACE® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + Ultra-som. Observa-se a ausência parcial de camada residual (smear layer) e alguns túbulos abertos.

Figura 38. Fotomicrografia eletrônica de varredura, da porção média do canal radicular após instrumentação rotatória com sistema RACE® e irrigação com NaOCL a 2,5% (seringa) + solução de EDTA a 15%. Observa-se ausência de camada residual (smear layer).

Figura 39. Compilação das fotomicrografias dos instrumentos rotatórios + irrigação com NaOCL a 2,5%

Figura 40. Compilação das fotomicrografias dos instrumentos rotatórios + irradiação do laser Er:YAG

Figura 41. Compilação das fotomicrografias dos instrumentos rotatórios + energização ultra-sônica

Figura 42. Compilação das fotomicrografias dos instrumentos rotatórios + irrigação com NaOCL a 2,5% associado ao EDTA a 15%

6 *Discussão*

As regras para a preparação mecânica dos canais radiculares estão submetidas a um paradigma onde é realizado o acesso ao sistema de canais radiculares, preparação deste sistema por meio de instrumentos e soluções irrigantes e, posterior selamento deste sistema de canais (PÉCORA & CAPELLI, 2005). Entretanto, evidências demonstraram que apesar dos avanços nos instrumentos e equipamentos utilizados em Endodontia ao longo dos anos, nenhuma técnica existente é capaz de promover a remoção de todos os remanescentes orgânicos e inorgânicos do sistema de canais radiculares. Todas as técnicas de preparo apresentam algumas deficiências, e muitas partes desse sistema de canais radiculares permanecem sem serem tocadas e, provavelmente contaminadas (HÜLSMANN; STRIGA, 1993; HÜLSMANN, RÜMMELIN, SCHÄFERS, 1997). Por exemplo, ístimus comunicantes podem estar presentes entre os canais mesiais de muitos molares mandibulares (ARDILA et al. 2003) Além disso, canais com forma ovóide podem ser

difíceis de limpar estando presentes em aproximadamente um quarto dos canais (WU et al. 2000a).

A escolha pelo incisivo inferior ocorreu devido à existência na literatura atual de poucos trabalhos sobre a preparação de canais com achatamento mésio-distal. Áreas de difícil acesso para instrumentação e obturação são freqüentemente encontradas nas extensões vestibular e lingual destes canais radiculares (WU et al., 2000a). Por causa da eficácia limitada da irrigação nestas áreas polares, "débris" e camada residual (smear layer) podem acumular-se e permanecer nestas regiões das paredes do canal radicular, diminuindo a qualidade do preparo e da obturação, colocando em risco o sucesso do tratamento a longo prazo.

Uma preparação completa com instrumentos de aço-inoxidável pode produzir um alto risco de perfurações ou significativa mudança na trajetória original do canal radicular (BARBIZAN et al., 2002). No entanto, tem sido questionado se a grande flexibilidade dos instrumentos de níquel-titânio (NiTi) proporcionaria um adequado controle e uma completa preparação destas áreas de extensão (RODIG et al., 2002).

Para tentar suprir a deficiência dos instrumentos e técnicas de preparo, as soluções irrigadoras e outros equipamentos são acrescentados na tentativa de limpar as áreas não instrumentadas. Os instrumentos, dependendo do seu desenho, podem remover uma parte desses tecidos. Outra parte desses tecidos pode ser compactada apicalmente e ainda, poderá ocorrer a compactação desses tecidos contra as paredes dentinárias. Quando o canal radicular apresenta muitas irregularidades em sua conformação anatômica, parte desses tecidos é forçada para as depressões e reentrâncias anatômicas (HÜLSMANN, HERBST, SCHÄFERS, 2003).

Para a avaliação da limpeza dos canais radiculares a maioria dos estudos utiliza dois parâmetros para calcular: "débris" e camada residual (smear layer). "Débris" podem ser definidos como lascas de dentina, remanescentes de tecido e partículas fracamente aderidas às paredes do canal radicular. A camada residual (smear layer) é definida pela Associação Americana de Endodontia no glossário de terminologias "Terminologias Contemporâneas para Endodontia" como: uma fina película de "débris" retidos na dentina ou outras superfícies, após a instrumentação com limas manuais ou rotatórias; é constituída de partículas de dentina, remanescentes vitais ou necróticos de tecido pulpar, componentes bacterianos e solução irrigante retida.

A camada residual (smear layer) solubiliza-se nos ácidos utilizados durante o processamento histológico, não sendo possível visualizá-la por meio de microscópio óptico, portanto, para examiná-la é necessária a utilização de um microscópio eletrônico de varredura. Assim sendo, a metodologia padrão para avaliação da remoção da camada residual (smear layer) da parede dos canais radiculares após a instrumentação é a técnica que utiliza o Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Observações realizadas no MEV em menor aumento detectam fragmentos pulpare ou "débris" (30X a 50X), enquanto que grandes magnificações identificam a presença de camada residual (smear layer) e a abertura dos túbulos dentinários (350X a 2000X). O uso de pequena magnificação, 50X (WU & WESSELINK 1995) ou 150X (GOLDMAN et al. 1988), propicia a visão de uma grande área das paredes do canal a ser avaliada, entretanto não possibilita um estudo metuculoso desta superfície. Somente uma grande quantidade de "débris" pode ser visualizada e a camada residual (smear layer) e os túbulos dentinários são difíceis de serem observados. O uso de grande magnificação (2000X, CAMERON, 1995)

proporciona um exame mais próximo, porém isso significa uma limitação na área a ser estudada. Neste estudo optou-se por utilizar uma magnificação de 400X para observação da camada residual (smear layer), porque permite uma visualização da camada residual (smear layer) sem limitar demasiadamente a região a ser analisada.

Quando são realizados estudos por meio de imagens, uma das alternativas é aplicar a elas um escore. Os escores utilizados são considerados como uma análise qualitativa da camada residual (smear layer) presente na parede do canal radicular. Devido à natureza subjetiva do escore e a grande variedade de escores utilizados nos diferentes estudos, fica difícil estabelecer uma correlação entre todos os dados. Uma padronização para estes testes poderia fornecer informações que futuramente poderiam ser comparadas. Além disso, poucos estudos possuem reprodutibilidade no que diz respeito a descrição dos escores. Para a maior parte das publicações não fica claro como foi realizado o experimento de modo que o examinador, durante a análise no MEV, não tivesse a possibilidade de identificar o instrumento que foi utilizado no preparo de cada grupo. Na tentativa de minimizar a subjetividade da avaliação das fotomicrografias e dificultar a identificação dos grupos analisados, foi utilizado neste experimento, um programa denominado Fotoescore que 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.

Para realizar o preparo cervical de todos os grupos foram utilizadas brocas CP drill (FFDM – Pneumat), uma vez que, Barroso (2007) demonstrou que estas brocas, desenvolvidas especificamente para preparo cervical, melhoram a centralização dos instrumentos rotatórios durante o preparo da região apical.

Novos instrumentos endodônticos são constantemente desenvolvidos pelas indústrias. Estes instrumentos são fabricados com diferentes ligas metálicas como também apresentam variados desenhos de sua parte ativa. Os instrumentos de NiTi são alargadores helicoidais cônicos, que tem como função aumentar ou ampliar, por meio de corte, um canal radicular preexistente. Para que o alargamento ocorra, é necessário que algum ponto, ou área da Haste Helicoidal de maior diâmetro pressione a parede do canal radicular de menor diâmetro. As Hélices Helicoidais possuem guias que podem ser do tipo aresta ou plano de corte. Quando estas guias são do tipo plano de corte recebem o nome de “radial land” ou superfície radial de apóio.

A utilização de quatro diferentes sistemas rotatórios (sendo que dois possuem “radial land” e dois não) foi baseada na hipótese que os instrumentos que apresentam “radial land” teriam uma tendência a formar mais camada residual (smear layer), devido a sua maior superfície de contato com as paredes dentinárias. Enquanto que os instrumentos com arestas cortantes (sem “radial land”) cortariam de forma mais eficiente a dentina (JEON et al, 2003, HÜLSMANN; SCHADE; SCHÄFERS, 2001, HÜLSMANN, HERBST, SCHÄFERS, 2003).

Neste estudo, de acordo com a metodologia empregada, a análise estatística evidenciou que não há diferença significativa quanto à produção da camada residual (smear layer) na parede dos canais radiculares, demonstrando que a presença ou ausência de superfície radial de apoio (radial land) não é capaz de modificar a quantidade de camada residual (smear layer) presente nas superfícies das paredes dos canais radiculares. Estes resultados evidenciam que toda vez que o instrumento atua sobre a superfície dentinária, há a formação de camada residual (smear layer) na parede dos canais radiculares,

independente da presença ou ausência de “radial land”. Estes achados discordam maioria dos autores (Jeon et al, 2003, Hülsmann; Schade; Schäfers, 2001, Hülsmann; Herbst; Schäfers, 2003).

Uma explicação provável para os achados discordantes com relação aos outros autores, seria a escolha do sentido de clivagem do dente. Se um dente com achatamento méso-distal for clivado de vestibular para lingual ou vice-versa, teremos para a análise no MEV as regiões que foram tocadas pelos instrumentos (mesial e distal). No entanto, se os dentes forem clivados de mesial para distal (região proximal) restarão para a análise as regiões vestibular e lingual dos dentes, que na maioria das vezes não são tocadas pelos instrumentos como demonstrado por Barbizan, et al., (2002). Dessa forma, do se os instrumentos não tocam as paredes dentinárias, não há presença de camada residual (smear layer). Isto poderia modificar a percepção e a leitura das áreas por parte dos examinadores, fazendo parecer que os túbulos dentinários estão menos obliterados pela camada residual (smear layer). Neste estudo, a clivagem foi realizada no sentido vestibulo-lingual e as fotomicrografias foram realizadas nas regiões proximais, onde os instrumentos tocaram as paredes dentinárias. A escolha da região a ser fotografada é fator determinante no resultado da investigação científica. O ideal seria a obtenção de imagens com visão tridimensional (3D), o que no momento é inviável.

Com relação à utilização do “laser” Er:YAG, ela se justifica, pois alguns autores observaram a capacidade de remoção da camada residual (smear layer) por vaporização em áreas irradiadas pela luz do “laser” Er:YAG (MATSUOKA, KIMURA, MATSUMOTO, 1998; TAKEDA et al, 1998a, 1998b, 1998c; 1999).

Neste trabalho, a análise estatística evidenciou que o “laser” Er:YAG ocupa uma posição intermediária quanto à capacidade de remoção da camada residual (smear layer) dos canais radiculares. Este não se mostrou tão eficiente quanta solução de EDTA, nem tão pouco efetivo quanto a solução de hipoclorito de sódio a 2,5% utilizado isoladamente. Estes resultados estão de acordo com estudos anteriores (CAPELLI, et al. 2003; SEIXAS, et al., 2003; GUERISOLI, et al., 2002). Além disso, os canais radiculares irradiados com “laser” Er:YAG, observados por meio da microscopia eletrônica de varredura, não apresentavam um padrão de uniformidade. A dispersão da luz e a irradiação de poucas áreas da dentina, devido à pequena amplitude de movimentos de tração da fibra ótica dentro dos canais, podem explicar tais resultados. As Fotomicrografias mostraram que somente algumas áreas apresentavam-se sem camada residual (smear layer). Além disso, houve a formação de “crateras” na superfície irradiada pela luz “laser”, o que resultou em paredes dentinárias irregulares. (Figuras 12; 16; 20; 24)

A hipótese de melhoria da limpeza das paredes dos canais radiculares por meio da realização de outras movimentações da fibra ótica pode ser descartada, uma vez que Pécora et al. 2002, avaliaram cinco diferentes cinemáticas e não encontraram diferença significativa entre elas. Os autores demonstraram que a pouca efetividade do “laser” não está relacionada à movimentação da fibra ótica dentro do canal radicular, mas sim na sua forma de atuação. Sendo a fibra ótica rígida, e o raio “laser” saindo pela sua extremidade, sua ação restringe-se somente onde houver contato da fibra ótica com as paredes do canal radicular, de forma a constituir, assim, uma limitação. Este estudo demonstrou que a utilização do “laser” Er:YAG como coadjuvante no tratamento das paredes dentinárias para remoção da camada residual (smear layer) não se justifica no atual momento.

O fracionamento do canal em pequenas partes e a escolha de áreas específicas com grandes aumentos, acima de 1000X, talvez possa explicar a diferença entre nossos resultados e os encontrados por Takeda et al., 1998 a,b,c, onde o “laser” Er:YAG mostrou-se superior a solução de EDTA com relação à remoção da camada residual (smear layer). O sistema de canais radiculares deve ser considerado como um todo.

A opção por realizar a irrigação ultra-sônica com hipoclorito de sódio e não com água se deu pela verificação de resultados de estudos anteriores, que concluíram que a água ativada por meio de ultra-som não é tão efetiva quanto o NaOCl a 2,5% na remoção de “debris” das extensões no terço apical dos canais radiculares (CAMERON 1987, CHEUNG; STOCK 1993, GUERISOLI et al. 2002; VAN DER SLUIS et al., 2006). Assim sendo,

Os resultados encontrados neste estudo demonstraram que o ultra-som atua sobre a camada residual (smear layer) removendo-a de forma parcial, principalmente no terço médio dos canais radiculares. A análise estatística evidenciou que o ultra-som foi mais efetivo que o “laser” de Er:YAG, porém menos eficiente que a solução de EDTA.

O diâmetro e a conicidade dos canais radiculares são apontados por alguns autores para justificar os resultados do ultra-som. Segundo Van Der Sluis et al., (2006), o diâmetro e a conicidade dos canais teriam influência na amplitude de oscilação da ponta do instrumento durante sua utilização com a energia ultra-sônica. A oscilação da ponta dos instrumentos ultra-sônicos decresce proporcionalmente a diminuição do diâmetro do canal radicular. Estes autores também demonstraram que o ultra-som proporciona uma melhor limpeza das paredes dentinárias no terço médio quando comparado ao terço apical. Estes resultados estão de acordo com os encontrados neste estudo. As imagens demonstram que o

terço médio apresentou-se mais limpo que o terço apical (Fig. 9, 17, 25, 33 - terço apical; 13, 21, 29, 37 – terço médio). No terço médio foi possível verificar túbulos dentinários abertos enquanto que no terço apical eles raramente puderam ser vistos. Estes resultados confirmam que a limpeza da porção apical dos canais radiculares foi menos influenciada pela ativação ultra-sônica, o que também foi confirmado por Mayer, Peters, Barbakow, (2002).

A análise estatística no presente estudo, evidenciou que os melhores resultados foram conseguidos nos dentes onde a solução de EDTA a 15% foi utilizada. Estes achados estão de acordo com outros autores (BRUGNERA JÚNIOR et al., 2002; CAPELLI et al, 2002; CAPELLI et al, 2003; CZONSTKOWSKY, WILSON, HOLSTEIN 1990; GENGIZ, AKTENER, PISKIN, 1990; GOLDBERG, F; ABRAMOVICH, 1977; GUERISOLI et al., 2002; GUERISOLI, 2007; HATA et al., 2001; PÉCORA et al., 1992; ; SEIXAS et al., 2003; YAMASHITA et al., 2003). Os melhores resultados da solução de EDTA em comparação com ultra-som e o “laser” Er:YAG podem ser explicados pela sua maneira de ação.. A solução de EDTA é uma solução líquida do sal dissódico do ácido etilenodiaminotetracético com pH de 7.3. Neste pH, esta solução é altamente eficiente na quelatação do cálcio. Por ser uma solução, a solução de EDTA praticamente assume a forma do sistema de canais radiculares, penetrando nas suas reentrâncias, o que faz com que ele atue de forma mais homogênea, quando comparada a irradiação pelo “laser” Er:YAG e o ultra-som.

Para os terços apical e médio, a análise estatística evidenciou quantidades mais significativas de camada residual (smear layer) no terço apical que no médio, mesmo quando se utiliza NaOCl associado com EDTA ou NaOCl associado ao ultra-som. Estes

achados estão de acordo com muitos trabalhos encontrados na literatura (BERTRAND et al. 2001; GUERISOLI, DMZ, 2007; MARCHESAN et al., 2002; PASSARINHO-NETO et al., 2005; SCHÄFER; SCHLINGEMANN, 2003; SEIXAS et al., 2003; YAMADA, ARMAS, GOLDMAN, 1983; YAMASHITA et al., 2003) onde o terço apical mostrou-se com maior quantidade de camada residual (smear layer) que o terço médio.

Sendo assim, agentes quelantes como o EDTA continuam sendo indispensáveis para uma adequada irrigação e limpeza da camada residual (smear layer), mesmo quando o ultra-som é utilizado.

Este trabalho possibilita novas perspectivas de pesquisa, tais como:

- a) Investigar se a utilização de instrumentos de Ni-Ti mais calibrosos possibilitarão melhor limpeza do terço apical dos canais radiculares.
- b) Investigar se a utilização de instrumentos de Ni-Ti mais calibrosos possibilitarão uma melhor atuação das pontas ultra-sônicas.
- c) Investigar novas soluções irrigadoras como, por exemplo, o vinagre de maçã e sua associação ao ultra-som

7 Conclusões

Segundo a metodologia empregada e os resultados obtidos, é lícito concluir:

1. O desenho da parte ativa (presença ou ausência de radial land) do instrumento utilizado neste estudo não influenciou na remoção da camada residual (smear layer).
2. A solução de hipoclorito de sódio associada ao EDTA promoveu maior remoção da camada residual (smear layer), seguida pelo hipoclorito de sódio ativado pelo ultra-som. O hipoclorito de sódio associado ao LASER e o hipoclorito de sódio, promoveram a menor remoção da camada residual (smear layer).
3. Houve diferença estatística significativa quando se comparou a remoção da camada residual (smear layer) entre os terços, sendo que a remoção foi maior no terço médio do que no terço apical.

Referências Bibliográficas

- ABBOT, F. The minute of dentine and enamel. **Dent. Cosmos**, v. 22, n. 8, p. 393-402, 1880.
- ABBOT, P.V.; HEIJKOOP, P.S.; CARDACI, S.C.; HUME, W.R.; HEITHERSAY, G.S. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics, **Int. Endod. J.**, v. 24, p. 308–316, 1991.
- ABOU-RASS, M.; PICCININO, M.V. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 54, n. 3, p. 323-328, Sept.1982.
- AHLQUIST, M.; HENNINGSSON, O.; HULTENBY, K.; OHLIN, J. The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. **Int. Endod. J.**, v. 34, p. 533-537, 2001.
- AHMAD, M.; PITTFORD, T.R.; CRUM L.A. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. **J Endod.**, v.13: p.93–101, 1987.
- AHMAD, M.; PITTFORD, T.R.; CRUM L.A.; WALTON, C., Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance, **J. Endod.**, v.14, p. 486–493, 1988.
- ALBRECHT, L.J.; BAUMGARTNER, J.C.; MARSHALL, J.G. Evaluation of Apical Debris Removal Using Various Sizes and Tapers of ProFile® GT Files. **J. Endod.**, v.30, n.6, 2004.

- ALMEIDA, Y.M.E.M. **Estudo "in vitro" da infiltração marginal coronária em canais radiculares obturados.** Ribeirão Preto, 2001. Dissertação (Mestrado) em Faculdade de Odontologia da Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS. Glossary. Contemporary Terminology for Endodontics, 6th ed. Chicago. **Am. Ass. Endod.**, USA, 1998.
- ARDILA, C.N.; WU, M.-K.; WESSELINK, P.R. Percentage of filled canal area in mandibular molars after conventional root canal instrumentation and after a noninstrumentation technique (NIT), **Int. Endod. J.**, v. 36, p. 591–598. 2003.
- BADAN, M. **Oxigenoargentoterapia.** Mogi-Mirim, Pacini & Piccolomini, 1949.
- 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 solution. **J. Endod.**, v.1, n.4, p.127-35, Apr. 1975.
- BARBIZAM J.V.; FARINIUK L.F.; MARCHESAN M.A.; PÉCORA J.D.; SOUSA-NETO M.D. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. **J. Endod.**, v.28, p.365-6, 2002.
- BARATTO-FILHO F, CARVALHO JR JR, FARINIUK LF, SOUSA-NETO MD, PECORA JD, CRUZ-FILHO AM. Morphometric analysis of the effectiveness of different concentrations of sodium hypochlorite associated with rotary instrumentation for root canal cleaning. **Braz. Den. J.**, v. 15, p. 36-40, 2004.
- BARRETT, M.T. The internal anatomy of the teeth with special reference to the pulp with Branches. **Dent. Cosmos** v. 67(6):n.6, p. 581-92, June, 1925.
- BARROSO, J.M.; CAPELLI, A.; GUERISOLI, D.M.Z.; SAQUY, P.C.; PÉCORA, J.D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary premolars. *Brazilian Dental Journal*, v. 16, n. 1, p. 30-34, 2005.
- BAUMGARTNER, J.C.; MADER, C.L. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. **J. Endod.**, v. 13, n. 4, p. 147-57, 1987.
- BECHELLI, C.; ORLANDI, S.Z.; COLAFRANCESCHI, M. Scanning electron microscope study on the efficacy of root canal wall debridement of hand versus Lightspeed instrumentation. **Int. Endod. J.**, n. 3, p. 484-493, 1999.

- BERTRAND M.F., PIZZARDINI, M.M.; MÉDIONI, E.; ROCCA, J.P. The removal of smear layer using Quantec system. A study using the scanning electron microscope. **Int. Endod. J.**, v. 32, p. 217-224, 1999.
- BERTRAND, M.F.; LUPI-PÉGURIER, L.; MULLER, M.; BOLLA, M. Curved molar root canal preparations using HERO® 642 rotary nickel-titanium instruments. **Int. Endod. J.**, v.34, p.631-6, 2001.
- BOLANOS, O.R.; JENSEN, J.R. Scanning electron microscope comparison of efficacy of various methods of root canal preparation. **J. Endod.**, v. 6, p. 815-22, 1980.
- BOLL, F. Formation of the dentine. **Dent. Cosmos** v. 12, n. 8, p.187-93, Março, 1870
- BRISENO, B.M.; SOBARZO, V.; DEVENS, S. The influence of different engine-driven, sound ultrasound systems and the Canal Master on root canal preparation: an in vitro study. **Int. Endod. J.** v. 26: p. 190–197, 1993.
- BRUGNERA JÚNIOR, A. **Estudo da ação dos “laser”s Er: YAG E Nd: YAG sobre a permeabilidade da dentina das paredes dos canais radiculares instrumentados.** 101 p. Tese (Doutorado) em Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- BRUGNERA-JÚNIOR, A.; CRUZ, F.M.; ZANIN, F.; PÉCORA, J.D. Clinical results evaluation of dentinary hypersensitivity patients treated with laser therapy. Progress in Biomedical Optics **SPIE**, v. 3593, n. 1, p. 66-8, 1999.
- BRUGNERA-JÚNIOR, A.; PINHEIRO, L.B. **“laser” na Odontologia Moderna.** São Paulo, Pancast, 1998.
- BRUGNERA-JÚNIOR, A.; ROE, I.M.; GUERISOLI, D.M.Z.; BARBIZAM, J.V.B.; PÉCORA, J.D. SEM evaluation of smear layer removal by Er:YAG laser in root canals. lasers in Laser in Dentistry VIII, **SPIE**, v. 4610, p. 148-153, 2002.
- BRYANT, S.T.; THOMPSON, S.A.; AL-OMARI, M.A.; DUMMER, P.M. Shaping ability of ProFile® rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 1. **Int. Endod. J.**, v. 31: p. 275-81, 1998.
- BURKES JR, E.J.; HOKE, J.; GOMES, E.; WOLBASHT, M. Wet versus dry enamel ablation by Er: YAG laser. **J. Prosthet. Dent.**, v. 67, p. 847-51, 1992.
- SERAFINO, C.; GALLINA, G.; CUMBO, E.; PONTICELLI, F.; GORACCI, C.; FERRARI, M. Ultrasound effects after post space preparation: an SEM study, **J. Endod.**, v. 32, p. 549–552, 2006.

- CALLAHAN, J.R. Sulfuric acid for opening root canals. **Dent. Cosmos**, v. 36, n. 12, p. 957-959, Dec. 1894.
- CALT, S.; SERPER, A. Smear layer removal by EGTA. **J. Endod.**, v. 26, n. 8, p. 459-461, 2000.
- CAMARGO, S.C.C.; GAVINI, G.; EDUARDO, C.P.; AUN, C.E.; COIL, J.M. An in vitro evaluation of Er: YAG laser irradiation in apicoectomy and retro filling cavity preparation, compared to two different techniques: an WITHOUT observation. **SPIE**, San José, C.A., vol.3248, p. 25-26, Jan. 1998.
- CAMERON, J.A. Factors affecting the clinical efficiency of ultrasonic endodontics: a scanning electron microscopy study, **Int. Endod. J.**, v. 28, p. 47-53, 1995.
- CAMERON, J.A. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. **J. Endod.**, v. 9: p. 289-292, 1983.
- CAMERON, J.A. The use of ultrasound in the cleaning of root canals: a clinical report. **J. Endod.**, v. 8: p. 472-474, 1982.
- CAMERON, J.A. The choice of irrigant during hand instrumentation and ultrasonic irrigation of the root canal: a scanning electron microscope study, **Aust. Dent. J.**, v. 40, p. 85-90. 1995.
- CAMERON, J.A. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. **J. Endod.**, v. 13: p. 541-545, 1987.
- CAMERON, J.A. The use of ultrasound and an EDTA-urea peroxide compound in the cleansing of root canals: an SEM study, **Aust. Dent. J.**, v. 29, p. 80-85, 1984.
- CAMERON, J.A. The use of ultrasound for the removal of the smear layer The effect of sodium hypochlorite concentrations: SEM study, **Aust. Dent. J.**, v. 33, p. 193-200, 1988.
- CAPELLI, A., SEIXAS, F. H., PÉCORA, J. D. Instrumentação Rotatória Eletromecânica dos Canais Radiculares. **Rev. Gaúcha de Odont.** Porto Alegre, v. 50, n. 2, p. 89 - 92, 2002.
- CAPELLI, A.; SEIXAS, F.H.; GUERISOLI, D.M.Z.; PÉCORA, J.D.; Estudo, por meio de MEV, da limpeza de canais preparados com limas rotatórias e diferentes substâncias auxiliares. **Pesquisa Odontológica Brasileira. São Paulo.** v. 16, p.177, 2002.
- CAPELLI, A.; GUERISOLI, D.M.Z.; PÉCORA, J.D. Remoção da Smear Layer com Laser Er:YAG. **Revista Gaúcha de Odontologia**, v. 51, n. 3, p. 162-166, 2003.
- CAPELLI, A.; BRUGNERA JUNIOR, A.; SEIXAS, F.H.; MARCHESAN, M.A.; GUERISOLI, D.M.Z.; PÉCORA, J.D. In vitro evaluation of smear layer removal of root

- canals by irradiation with Er:YAG laser after Ni-Ti rotary instrumentation. **Lasers In Dentistry IX**, v. 4, n. 2, p. 170-175, 2003.
- CECCHINI, S.C.; ZEZELE, D.M.; BACHMANN, L.; PINOTTI, M.; NOGUEIRA, G.E.C.; EDUARDO, C.P. Thermal effects during in vitro intra-canal application of Er: YAG laser. In: **International Congress on “laser”s in Dentistry**, 6, Maui, Hawaii, 1998.
- CECCHINI, S.C.M.; ZEZELE, 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.
- CHENAIL, B.L.; TEPLITZKY, P.E. Endosonics in curved root canals. **J. Endod.**, v. 11: p. 369–374, 1985.
- CHEUNG, G.S.; STOCK, C.J. In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. **Int Endod J.**, v.26: p.334–343, 1993.
- CIUCCHI, B.; KHETTABI, M.; HOLZ, J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v. 22, n. 1, p. 21-8, 1989.
- COBB, I. M.; ROSSMAN, J. A.; SPENCER, P. The effects of CO₂, Nd:YAG laser with and without surface coolant on tooth root surfaces. **J Clin Period**, v. 24, n. 9, p. 595-602, 1997.
- COHEN, S.; BURNS, R.C. **Pathways of the pulp**. 7th ed. St. Louis, Mosby, 1998.
- COOLIDGE, E. D. Studies of germicides for the treatment of root canals. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 16, n. 4, p. 698-712, Aug. 1929.
- CRABB, H.S.M. The cleansing of root canals. **Int. Endodont. J.**, v.15, n.3, p.62-6, 1982.
- CRUZ-FILHO, A.M. **Ação da solução de EDTAC sobre a microdureza da dentina radicular, após diferentes tempos de aplicação**. 86 pag. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 1994.
- CUNNINGHAM, W.T.; MARTIN, H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 53: p. 527–531, 1982.
- CUNNINGHAM, W.T.; MARTIN, H.; FORREST, W.R. Evaluation of root canal debridement by the endosonic ultrasonic synergistic system, **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 53 p. 401–404, 1982.
- CUSSIOLI, A.L. **Estudo “in vitro” do efeito da aplicação do “laser” Er:YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária sobre a adesividade de diferentes cimentos**

- endodônticos à base de resina epóxica.** 63 pag. Dissertação (Mestrado) em Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.
- CZONSTKOWSKY, M.; WILSON, E.G.; HOLSTEIN, F.A. The smear layer in Endodontics. **Dent. Clin. North Am.**, v.34, n. 1, p. 13-24, 1990.
- DAKIN, H.D. On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. **Brit. Med. J.**, v. 2, p. 318-320, 1915.
- 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.
- DOSTÁLOVÁ, T.; JELÍNKOVÁ, H.; KREJSA, O.; HAMAL, K.; KUBELKA, J.; PROCHÁZKA, S.; HIMMLOVÁ, L. Dentin and Pulp Response to Erbium: YAG laser Ablation: A Preliminary Evaluation of Human Teeth. **J. Clin. "laser" Med. Surg.**, v.15, n.3, p.117-21, 1997.
- DRUTTMAN, A.C.; STOCK, C.J. An in vitro comparison of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. **Int. Endod. J.**, v. 22: p. 174–178, 1989.
- DUMMER, P.M.H.; ALODEH, M.H.A.; AL-OMARI, M.A.O. A method for the construction of simulated canals in clear resin blocks. **Inter. Endod. J.**, v. 24, p. 63–6, 1991.
- ECONOMIDES, N.; LIOLIOS, E.; KOLOKURIS, I.; BELTES, P. Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. **J. Endod.**, v. 25, n.2, p.123-5, 1999.
- ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J.A.P., Endodontia: princípios biológicos e mecânicos. São Paulo: Artes Médicas, 1999.
- EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. Consensus report of the European Society of Endodontology quality guidelines for endodontic treatment. **Int. Endod. J.**, v. 27, n. 3, p. 115-24, 1994.
- FARNIUK, L.F.; BARATO-FILHO, F.; CRUZ-FILHO, A.M.; SOUZA-NETO, M.D. Histologic analysis of the cleaning capacity of mechanical endodontic instruments activated by the Endoflash System. **J. Endod.**, v. 29: p. 651-3, 2003;.
- FEATHERSTONE, J.D.; WHITE, J.M. (Eds.). **Lasers in Dentistry**. San Jose, p. 223-7. SPIE 2394, 1995.
- FERREIRA, R.B.; E. ALFREDO, M. PORTO DE ARRUDA, Y.T. SILVA SOUSA AND M.D. SOUSA-NETO. Histological analysis of the cleaning capacity of nickel-titanium rotary instrumentation with ultrasonic irrigation in root canals, **Aust. Endod. J.**, v. 30, p. 56–58, 2004.

- FOGARTY, T.J.; MONTGOMERY, S. Effect of preflaring on canal transportation. Effect of ultrasonic, sonic and conventional techniques. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.72: p. 345–350, 1991.
- GAMBARINI G, LASZKIEWICZ J. A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. **Int. Endod. J.**, v. 35, p. 422-7, 2002.
- GAMBARINI, G. Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique. **J. Endod.**, v. 25, n. 12, p. 800-803, 1999.
- GARBEROGLIO, R.; BECCE, C. Smear layer removal by root canal irrigants. A comparative scanning microscopic study. **Oral Surg.**, v. 78, n. 5, p. 359-67, 1994.
- GELANI, V.; HUSSNE, R.R.; LEONARDO, R.T.; CAPELLI, A. Remoção do Material Obturador dos Canais Radiculares Empregando Instrumentos de níquel-titânio, Sistema Quantec, Acionados a motor. **J. Brasileiro de Endod.**, v. 5, n. 17, p. 108-114, 2004.
- GENGIZ, T.; AKTENER, B. O.; PISKIN, B. The effect of dentinal tubules orientation on the removal of smear layer by root canal irrigant. A scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v. 23, n. 3, p. 163-71, 1990.
- GETTLEMAN, B.H.; MESSER, H.H.; EL DEEB, M.E. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. **J. Endod.**, v. 17, n. 1, p. 15-20, Jan. 1991.
- GIARDINO, L.; GONZÁLES, Y.M.; ANDREANA, S.; PASCON, E.A.; LANGELAND, K. Evaluación histológica del sistema canalicular bajo dos diferentes técnicas de instrumentación: estudio experimental y revisión bibliográfica. **Acta Odont. Venez.**, v. 32, n. 2, p. 8-12, 1994.
- GLASER, C.G.; GOERIG A.C.; ZISLIS, T.; PUGH R.J.; LUCIANO J. Scanning electron microscopic evaluation of endosonic and hand instrumentation in the debridement of root canal systems. **Quint Int.** v. 20: p. 525–530, 1989.
- GLOSSEN CR, HALLER RH, DOVE SB, DEL RIO CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti Enginedriven and K-Flex Endodontic instruments. **J. Endod.**, v. 21, p. 146–51, 1995.
- GOLDBERG, F.; ABRAMOVICH, A. Analysis of the effect of EDTAC on the root canal. **J. Endod.**, v. 3, n. 3, p.101-5, Mar. 1977.
- GOLDBERG, F.; ARAUJO, J.A Estudio comparativo de la limpieza obtenida com el uso de la instrumentación manual y de la instrumentación com aparatología automática en conductos mesiales de molares inferiores. **Rev. Assoc. Odont. Argent.**, v. 81, n. 4, p. 258-61, 1993.

- GOLDMAN, L.; GRAY, J.A.; GOLDMAN, J.; GOLDMAN, B.; MEYER, R. Effects of laser impacts on teeth. **J. Am. Dent.Assoc.**, v. 70, p. 601-6, 1965.
- GOLDMAN, L.; HORNBY, P.; MEYER, R.; GOLDMAN, B. Impact of the laser on dental caries. **Nature**, v. 203, n. 4943, p. 417, Jul. 1964.
- GOLDMAN, M.; R.R. WHITE, C.R. MOSER AND J.I. TENCA. A comparison of three methods of cleaning and shaping the root canal in vitro, **J. Endod.**, v. 14, p. 7-12, 1988.
- GOLDMAN, M.; WHITE, R.R.; MOSER, C.R; TENCA, J.I. A comparison of three methods of cleaning and shaping the root canal in vitro. **J. Endod.**, v. 14, p. 7-12, 1988.
- GOODMAN, A.; BECK, M.; MELFI, R.; MEYERS, W. An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars, **J. Endod.** v. 11, p. 249-256, 1985.
- GRANDINI, S.; BALLERI, P.; FERRARI M. Evolution of Glyde File Prepin combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant. **J. Endod.**, v. 28, n. 4, p. 300-3, 2002.
- GROSSMAN, L.I. Irrigation of root canals. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 30, n. 13, p. 1915-1917, Dec. 1943.
- GROSSMAN, L.I.; MEIMAN, B.W. Solution of pulp tissue by chemical agents. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 28, n. 2, p. 223-225, Feb. 1941.
- GUERISOLI, D.M.Z.; MARCHESAN, M.A.; WALMSLEY, A.D., LUMLEY, P. J.; PÉCORA, J.D. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. **Int. Endod. J.** v. 35, p. 418-21, 2002.
- GUERISOLI, D.M.Z. **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.** 94 pag. Dissertação (Mestrado em Faculdade de Odontologia da Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.
- GUERISOLI, D.M.Z.; SOUSA NETO, M.D.; PÉCORA, J.D. Ação do solução de hipoclorito de sódio em diversas concentrações sobre a estrutura dentinária. **Rev Odont UNAERP**, v. 1, n. 1, p. 7-11, 1998.
- GUTARTS, R; NUSSTEIN, J; READER, A, BECK, M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. **J Endod.**, v. 31: p.166 -70, 2005.
- HAIKEL, Y; ALLEMANN, C. Effectiveness of four methods for preparing root canals: a scanning electron microscope study. **J Endod.** v.14: p. 340-345, 1988.
- HAAPASALO, M.; HOMAN ZANDI, U.E.; COIL, J.M. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. **Endod. Topics**, v. 10, p. 77-102, 2005

- HARLAN, A.W. Pulp-digston. **Dent. Cosmos.** v. 42, n. 12, p. 1272-4, Dec. 1900.
- HATA, G.; HAYAMI, S.; WEINE, F.S.; TODA, T. Effectiveness of oxidative potencial water as a root canal irrigant. **Int. Endod. J.**, v. 34, p. 308-317, 2001.
- HEARD F. AND R.E. WALTON. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals, **Int. Endod. J.**, v. 30, p. 323–331, 1997.
- HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances:I. Light microscopic and SEM investigations. **Laser Surg. Med.**, v. 9, n. 4, p. 338-44, 1989.
- HUQUE, J.; KOTA, K.; YAMAGA, M.; IWAKU, M.; HOSHINO, E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. **Inter. Endod. J.**, v. 31, p. 242–50, 1998.
- HÜLSMANN M.; GRESSMANN G.; SCHÄFERS F. A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO® 642 rotary Ni-Ti instruments. **Inter. Endod. J.**, v. 36, p. 358-66, 2003.
- HÜLSMANN, M.; HERBST, U.; SCHÄFERS, F. A comparative study of root canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary Ni–Ti instruments. **Int. Endod. J.**, v. 36, p. 748–756. 2003
- HÜLSMANN M.; SRYGA, F. Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. **J Endod.**, v.19; p. 141–145, 1993.
- HÜLSMANN, M.; RÜMMELIN, C.; SCHÄFERS, F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: A comparative SEM investigation. **J. Endod.**, v. 23, n. 5, p. 301-6, 1997.
- HÜLSMANN, M.; SCHADE, M.; SCHÄFERS, F.A comparative study of root canal preparation with HERO® 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 5, p. 538-546, 2001.
- HÜLSMANN, M.; PETERS, O.V.; DUMMER, P.M.H. Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. **Endod. Topics**, v. 10, p. 30–76, 2005.
- IBELLI, G.S.; BARROSO, J.M.; CAPELLI, A.; SPANÓ, J.C.E.; PÉCOR, J.D. Influence of cervical preflaring on apical size determination in maxillary lateral incisors. **Braz. Dental J.**, v. 18, p. 102-106, 2007.
- ISRAEL, M.; COBB, C. M.; ROSSMAN, J. A.; SPENCER, P. The effects of CO₂, Nd:YAG and Er:YAG lasers with and without surface coolant on tooth surfaces. An in vitro study. **J Clin Periodontol**, v. 24, n. 9, p. 595-602, 1997.

- JENSEN, S.A.; WALKER, T.L.; HUTTER, J.W.; NICOLL, B.K. Comparison of cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals, **J. Endod.** v. 25, p. 735–738, 1999.
- JEON, I.S.; SPÅNGBERG, L.S.W.; YOON, T.C.; KAZEMI, R. B; KUM, K.Y. Smear layer production by 3 rotary reamers with different cutting blade designs in straight root canals: A scanning electron microscopic study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol Endod.**, v. 96, p. 601-72, 2003.
- JODWAY, B.; HÜLSMANN, M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3[®] rotary Ni-Ti Instruments. **Inter. Endod. J.**, v. 39, p. 71–80, 2006.
- KARADAG, L.S.; TINAZ, A.C.; MIHCIOGLU, T. Influence of passive ultrasonic activation on the penetration depth of different sealers, **J. Contemp. Dent. Pract.** 517, 2004.
- KAYANO, T.; OCHIARI, S.; KIYONO, K.; YAMAMOTO, H.; NAKAJIMA, S.; MOCHIZUKI, T. Effect of Er:YAG laser irradiation on human extracted teeth. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v. 4, p. 147-50, Apr. 1991.
- KELLER, U.; HIBST, R. Erbium:YAG laser in caries therapy: Indications and first clinical results. In: International Congress on Lasers in Dentistry, Proceedings. Salt Lake City, International Society of lasers in Dentistry, **SPIE**, p. 151-2, Salt Lake City, 1992.
- KELLER, U.; HIBST, R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. **lasers Surg. Med.**, v. 9, n. 4, p. 345-51, 1989.
- KELLER, U.; HIBST, R. GEURTSSEN, W.; SCHILKE, R.; HEIDEMANN, D.; KLAIBER, B.; RAAB, W.H.M. Erbium:YAG laser application in caries therapy. valuation of patient perception and acceptance. **J. Dent.** v. 26, p. 649-56, 1998.
- KELLER, U.; HIBST, R. Patient's response to cavity preparation using the Er:YAG laser. In: **SPIE**, v. 2922, p. 84-87, 1996.
- KENNEDY, W.A.; WALKER III, W.A.; Gough, R.W. Smear layer removal effects on the apical leakage. **J. Endod.**, v.12, n. 1, p. 21-27, 1986.
- KIMURA, Y.; YONAGA, K.; YOKOYAMA, K.; KINOSHITA, J.; OGATA, Y.; MATSUMOTO, K. Root surface temperature increase during Er: YAG laser irradiation of root canals. **J. Endod.**, Chicago, v. 28, n. 2, p. 76-8, 2002.
- KIRK, E.C. Sodium peroxid. A new dental bleaching agent and antiseptic. **Dent Cosmos**, v. 35, n. 2, p. 192-198, Feb. 1893.
- KOCH K, BRAVE D. Real World Endo: design features of rotary files and how they affect clinical performance. **Oral Health**: 39-49, 2002.

- KOMORI, T.; YOKOYAMA, K.; MATSUMOTO, Y.; MATSUMOTO, K. Erbium:YAG and Holmium:YAG laser root resection of extracted human teeth. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v.15, n.1, p.9-13, 1997.
- KRELL, K.V.; JOHNSON, R.J. MADISON, S. Irrigation pattern during ultrasonic canal instrumentation Part I. K-type files, **J. Endod.** v. 14, p. 65–68, 1988.
- KUM KY, SPÅNGBERG L, CHA BY, IL-YOUNG J, SEUNG-JONG L, CHAN-YOUNG L. Shaping ability of three ProFile[®] rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. **J. Endod.** v. 26, p. 719-23, 2000.
- KUMAZAKI, M. Removal of hard dental tissue (cavity preparation) with the Er:YAG laser. 6th Inter. Congress. on laser in Dentstry, **SPIE**, 1999.
- KUTTLE, Y. Microscopic investigation of root apexes. **J. Amer. Dent. Ass.**, v. 50, n. 5, p. 544-52, 1955.
- LAGE-MARQUÊS, J.L.; EDUARDO, C.P. O emprego do laser na Endodontia. In: BERGER, C.A., Endodontia, São Paulo, Pancast, p. 399-414, 1998.
- 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.
- LANGELAND, K.; LIAO, K.; PASCON, E.A. Work-saving devices in endodontics: efficacy of sonic and ultrasonic techniques, **J. Endod.**, v. 11, p. 499–510, 1985.
- LEE, S.J.; WU, M.K.; WESSELINK, P.R. The effectiveness of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals, **Int. Endod. J.**, v. 37, p. 607–612, 2004.
- LEEL, S.; WU, M.K.; WESSELINK, P. R. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. **Inter. Endod J.**, v. 37, p. 672–678, 2004
- LEONARDO, M. R.; LEAL, J. M. Endodontia: tratamento de canais radiculares. 3^o ed., São Paulo, Panamericana, 1998.
- LEV, R.; READER, A.; BECK, M.; MEYERS, W. An in vitro comparison of the step-back technique versus a step-back ultrasonic technique for 1 and 3 minutes, **J. Endod.**, v. 13, p. 523–529, 1987.
- 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.
- LOPES, H.P.; SIQUEIRA JR; F., ELIAS, C. Instrumentos Endodônticos. In: LOPES, H.P., SIQUEIRA JR, F. Endodontia. biologia e técnica. Rio de Janeiro: Medsi, 1999(a).

- LUI, J.N.; KUAH, H.G.; CHEN, N.N. Effect of EDTA with and without Surfactants or Ultrasonics on Removal of Smear Layer. **J Endod.**, v. 33: p. 472-475, 2007.
- LUMLEY P.J.; WALMSLEY, A.D.; WALTON, R.E.; RIPPIN, J.W. Effect of precurving endosonic files on the amount of debris and smear layer remaining in curved root canals. **J Endod.** v.18: p.616–619, 1992.
- LUMLEY, P.J.; A.D. WALMSLEY, R.E. Walton and J.W. Rippin, Cleaning of oval canals using ultrasonic or sonic instrumentation, **J. Endod.**, v.19, p. 453–457, 1993.
- M’QUILLEN, J.H.M. Microscopy of dental tissues. **Dent. Cosmos**, v. 7, n. 9, p. 449-55, Apr. 1866.
- MADER, C.L.; BAUMGARTNER, 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. Simulated optical radiation in ruby. **NATURE**, vol.187, p. 493-494, 1960.
- MANDEL, E.; MACHTOU, P.; FRIEDMAN, S. Scanning electron microscope observation of canal cleanliness, **J. Endod.** v. 16, p. 279–283, 1990.
- MARCHESAN, M.A. **Análise histológica da capacidade de limpeza promovida pela instrumentação rotatória, associada à soluções irrigantes, com limas de níquel-titânio em canais radiculares com achatamento mésio-distal.** 44 p. Monografia (Especialização) em Curso de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2001.
- MARCHESAN, M.A. **Estudo por meio da microscopia óptica, do efeito da irradiação do laser Er: YAG sobre a limpeza dos canais radiculares.** 70p. Dissertação (Mestrado) em Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.
- MARCHESAN, M.A.; GUERISOLI, D.M.Z.; BRUGNERA JÚNIOR, A.; BARBIN, L.E.; PÉCOR, J.D. Morphometric analysis of canal cleaning after rotary instrumentation with or without “laser” irradiation. Lasers in Dentistry VIII, **SPIE** v. 4610, p. 144-147, 2002.
- MARSHALL, F.J.; MASSLER, M.; DUTE, H.L. Effects of endodontic treatment of root dentine. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**, v. 13, n. 2, p. 208-223, Feb. 1960.
- MARTIN, H. Ultrasonic disinfection of the root canal. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v.42, n.1, p.92-9, 1976.
- MATSUMOTO, K.; NAKAMURA, Y.; MAZEKI, K. Clinical application of the Er:YAG laser for class V cavity preparation. **J. Showa Univ. Dent. Soc.**, v. 15, n. 4, p. 335-40, Dec. 1995.

- MATSUOKA, E.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Studies on the removal of debris near the apical seats by Er: YAG laser and assessment with fiberscope. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v.16, n.5., p.255-61, 1998.
- MAYER, B.E.; PETERS, O.A.; BARBAKOW, F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study, **Int. Endod. J.**, v. 35, p. 582–589. 2002.
- 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, July 1975.
- McCOMB, D.; SMITH, D.C.; BEAGRIE, G.S. The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study, **J. Br. Endod. Soc.**, v. 9. P. 11–18, 1976.
- McSPADDEN, J.T. Advanced geometries in endodontic micro files: The rationale Chattanooga, The NT Company, 1996.
- 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.
- MJÖR, I.A.; SMITH, M.R.; FERRARI, M.; MANNOCCI, M. The structure of dentine in the apical region of human teeth. **Int. Endod. J.**, v. 34, p 341-5, 2003.
- MOORER, W.R.; WESSELINK, P.R. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite, **Int. Endod. J.**, v. 15, p. 187–196, 1982.
- MOSHONOV, J.; SION, A.; KASIRER, J.; ROTSTEIN, I; STABHOLZA, A Efficacy of Argon-laser irradiation in removing intracanal debris. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 79, n. 2, p. 221-5, 1995.
- MOURA, M. S. **Estudo in vitro do efeito antimicrobiano do “laser” Er: YAG em canais radiculares infectados.** 100p. Dissertação (Mestrado) em Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.
- MULLANEY, T.P. Intrumentation of finely curved canals. **Dent. Clin. North. Am.**, v. 23, n. 4, p. 575-92, 1979.
- NICHOLLS, E. The efficacy of cleansing of the root canal. **Bras. Dent. J.**, v. 112, n. 4, p. 167-170, Feb. 1962.
- NYGAARD-ØSTBY, B. Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetra-acetic acid for cleasing and widening of root canais. **Odont. Tidskrift**, v. 65, n. 2, p. 3-11, Feb. 1957.

- O'CONNELL, M.S.; MORGAN, L.A.; BEELER, W.J.; BAUMGARTNER J.C. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. **J. Endod.**, v. 26, p. 739-43., 2000.
- PAQUE', F.; MUSCH, U.; HÜLSMANN, M.; Comparison of root canal preparation using RACE[®] and ProTaper[®] rotary Ni-Ti instruments. **Inter. Endod. J.**, v. 38, p. 8–16, 2005.
- PAGHDIWALA, A.F. Root resection of endodontically treated teeth by Erbium:YAG laser-radiation. **J. Endod.**, v. 19, n. 2, p. 91-4, 1993.
- PASHLEY, D.H.; MICHELIN, V.; KERL, M.S. Dentin permeability: Effects of smear layer removal. **J. Prosth. Dent.**, v. 46, n. 5, p. 531-7, 1981.
- PASSARINHO-NETO, J.G.; MARCHESAN, M.A.; FERREIRA, R.B.; SILVA, R.G.; Yara Teresinha Correa SILVA-SOUZA, I.T.C.; SOUSA-NETO, M.D. In vitro evaluation of endodontic debris removal as obtained by rotary instrumentation coupled with ultrasonic irrigation. **Aust. Endod. J.** v. 32: p. 123–128, 2006.
- PÉCORA, J. D.; GUERISOLI, D. M. Z.; MARCHESAN, M. A.; SPANÓ, J. C.; BRUGNERA JÚNIOR, A.; CAPELLI, A. In vitro evaluation of Smear Layer Removal by Er:YAG laser Application with Five Different Fiberoptic Tip Withdrawal Techniques In. The 8th international Congress on lasers in Dentistry in conjunctional with the 14th Annual meeting japanese Society for Laser in Dentistry, Japão, 2002.
- PÉCORA, J.D. **Efeito das soluções de Dakin e de EDTA, isoladas, alternadas e misturadas, sobre a permeabilidade da dentina radicular.** 147 p. Tese (Livre-Docência) em Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1992.
- PÉCORA, J.D. Temas de Endodontia: Soluções auxiliares da biomecânica dos canais radiculares. Ribeirão Preto: Laboratório de pesquisa em Endodontia, 1997. Disponível em <http://www.forp.usp.br/restauradora/solu.html>> acessado em 23/09/2003
- PÉCORA, J.D.; BRUGNERA JÚNIOR, A.; CUSSIOLI, A.L.; SILVA, R.S.; ZANIN, F. Dentin root canal wall permeability evaluation after instrumentation and Er:YAG laser application. In: **Annual meeting Am. Soc. for “laser” Med. and Surg.**, 19, Orlando, 1999. Abstract. Orlando, 1999.
- PÉCORA, J.D.; BRUGNERA-JÚNIOR. A.; ZANIN, F.; SILVA, R.S.; MARCHESAN, M.A.; DAGHASTANLI, N.A. Effect of energy (J) on temperature changes at apical root surface when using Er:YAG laser to enlarge root canals. **SPIE**, v. 3910, p. 90-4, 2000a.
- PÉCORA, J.D.; BRUGNERA-JÚNIOR., A.; CUSSIOLI, A.L.; SILVA, R. Evaluation of dentin root canal permeability after instrumentation and Er:YAG laser application. **Laser Surg. Med.**, v. 26, n. 3, p. 277-81, 2000b.

- PÉCORA, J.D.; BRUGNERA-JÚNIOR., A.; CUSSIOLI, A.L.; SILVA, R. 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.
- PÉCORA, J.D.; CAPELLI, A.; SEIXAS, F.H.; MARCHESAN, M.A.; GUERISOLI, D.M.Z. Biomecânica Rotatória: Realidade ou Futuro? **Rev. Ass. Paulista de Cir. Dent.**, São Paulo, v. 56, junho, p. 4-6, 2002.
- PÉCORA, J.D.; CAPELLI, A. Shock of Paradigms on the Instrumentation of Curved Root Canals. **Brazilian Dental J.**, v.17, 2006.
- PÉCORA, J.D.; CAPELLI, A.; GUERISOLI, D.M.Z.; SPANÓ, J.C.E.; ESTRELA, C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 7, p. 430-435, 2005.
- PÉCORA, J.D.; CUSSIOLI, A.L.; GUERISOLI, D.M.Z.; MARCHESAN, M.A.; SOUSA-NETO, M.D.; BRUGNERA-JÚNIOR, 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.
- PÉCORA, J.D.; SOUSA NETO, M.D.; SAQUY, P.C.; SILVA, R.G.; CRUZ FILHO, A.M. Effect of Dakin's and EDTA solutions on dentin permeability of root canals. **Braz. Dent. J.**, v. 4, n. 2, p. 79-84, 1993.
- PÉCORA, J.D.; CAPELLI, A. **Técnica de Preparo Biomecânico dos Canais Radiculares - Free Tip Preparation.** In: LEONARDO, M.R. Endodontia - Tratamento de Canais Radiculares - Princípios biológicos. 4. ed. São Paulo, 2004.
- PELAGALLI, J.; GIMBELL, C.B.; HANSEN, R.T.; SWETT, A.; WINN II, D.W. Investigational study of the use of Er:YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation - Phase I. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v. 15, n. 3, p. 109-15, 1997.
- PETERS, O. A.; BARBAKOW, F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: A scanning electron microscop study. **J Endod.**, v. 26, n. 1, p. 6-10, 2000.
- PETERS, O.A.; BARBAKOW, F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: A scanning electron microscope. **J. Endod.**, v. 11, n. 5, p. 203-11, 1985.
- 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 endodônticos contendo hidróxido de cálcio.** 88 p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia da Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.
- PICOLI, F.; BRUGNERA-JÚNIOR, A.; SAQUY, P.C.; GUERISOLI, D.M.; PÉCORA, J.D. Effect of Er:YAG laser and EDTAC on the adhesiveness to dentine of different sealers containing calcium hydroxide. **Int Endod J.** v. 36, n. 7, p. 472-5, jul. 2003

- POTTS, T.; PITROU, A. laser photopolymerization of dental material with potencial endodontics applications. **J. Endod.**, v. 60, p. 265-8, 1990.
- PRATI C.; SELIGHINI M.; FERRIERI P.; MONGIORGI R. Scanning electron microscopic evaluation of different endodontic procedures on dentin morphology of human teeth. **J. Endod.**, v. 20, p. 174-9, 1994;.
- PUCCI, F.M; REIG, R. **Conductos Radiculares**. Montivideo: Barreiro y Ramos., 1944, p. 91-104.
- Ram, Z. Effectiveness of root canal irrigation. **Oral Surg. Oral Med. Oral Path.**, v. 44, p. 306–12, 1977.
- RANE, Z. Chelation in root canal therapy. **Oral Surg.** v. 49; p. 64-74, 1980.
- REDDY, S.A.; HICKS, M.L. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. **J. Endod.**, v. 24, n.3, p.180-183, Mar. 1998.
- REYNOLDS, M.A.; MADISON, S.; WALTON, R.E.; KRELL, K.V.; RITTMAN, B.R. An in vitro histological comparison of the stepback, sonic, and ultrasonic techniques in small, curved root canals. **J. Endod.**, v. 13: p. 307–314, 1987.
- 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.
- RICHMAN, M.J. Use of ultrasonic in root canal therapy and root resection. **J. Dent. Med.** v. 12: p. 12–18, 1957.
- ROANE, J.B.; SABALA, C.L.; DUNCANSON JR., M.G. El concepto de fuerza balanceada para la instrumentacion de conductos curvos. **J. Endod.**, v. 11, n. 5, p. 203-11, 1985.
- RÖDIG T.; HÜLSMANN M.; MÜHGE M.; SCHÄFERS F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. **Int. Endod. J.**, v. 35, p. 919-28, 2002.
- ROGENDORF M.; BAUMANN MA.; BAUMANN-GIEDZIEKKA UA.; HELLMICH M. SEM-study on the quality of root canal treatment with LightSpeed, ProFile® and Quantec [abstract]. **J. Dent. Res.**, 78:533, 1999;.
- ROY, R.A.; AHMAD, M.; CRUM, L.A. Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file, **Int. Endod. J.**, v. 27, p. 197–207, 1994.
- RUDDLE, C. **Cleaning and shaping the root canal system**. In: Cohen S, Burns R, eds. *Pathways of the Pulp*, 8th edn. St Louis, MO, Mosby, p. 231–292, 2002.

- SABINS, R.A.; JOHNSON, J.D.; HELLSTEIN, J.W. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals, **J. Endod.**, v. 29, p. 674–678, 2003.
- SABINS, R.A.; JOHNSON, J.D.; HELLSTEIN, J.W. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. **J. Endod.**, v. 29: p. 674–678, 2003.
- SAQUY, P.C. **Avaliação da capacidade quelante da solução de EDTA e da associação solução de EDTA mais solução de Dakin, por métodos químicos e pela análise da microdureza da dentina.** 90 p., Tese (Doutorado) em Faculdade de Odontologia da Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1991.
- SCHÄFER E, LOHMANN D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand KFlexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. **Int. Endod. J.**, v. 35, p. 514-21, 2002.
- SCHÄFER E, ZAPKE K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. **J. Endod.**, v. 26, p. 660-6. 2000.
- SCHÄFERS F.; SCHLINGEMANN R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3[®] instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part.2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved canals of extracted teeth. **Int. Endod. J.**, v. 36, p. 208-17, 2003.
- SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent. Clin. North. Am.**, v. 18, n. 2, p. 269-296, Apr. 1974.
- SCHREIER, E. The treatment of infected root-canals with kalium and natrium. **Dent. Cosmos**, v. 35, n. 9, p. 863-869, Sept. 1893.
- SEIXAS, F. H., BRUGNERA JUNIOR, A., SILVA, R. G., CAPELLI, A., GUERISOLI, D. M. Z., PÉCORA, J. D. Er:YAG laser evaluation of smear layer removal from flattened root canals submitted to rotary instrumentation. **Laser In Dentistry.**, v. 4950, n. 4, p.177 - 185, 2003.
- SELTZER, S.; SOLTANOFF, W.; BENDER, I.B.; ZIONTZ, M. Biologic aspects of endodontics. 1. Histologic observations of the anatomy and morphology of root apices and surrounding structures. **Oral Surg.**, 22(3): 375-85, Sept. 1966.
- SEN, B.H.; WESSELINK, P.R.; TÜRKÜN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **Int. Endod. J.**, v. 28, p. 141-8, 1995;.
- SEN, B.H.; WESSELINK, P. R.; TURKUN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **Int. Endod. J.**, v.28, n.3, p.141-8, 1995.

- SERENE, T.P.; ADAMS, J.D.; SAXENA, A. **Nickel-Titanium Instruments: Applications in endodontics**. St”Louis: Ishiyaku Euroamerica, Inc., 1995, 112p.
- SHOJI, S.; HARIU, H.; HORIUCHI, H. Canal enlargementlaser by Er: YAG laser using a cone shaped irradiation tip. **J. Endod.**, v. 26, n. 8, p. 454-8, 2000.
- SILVA, S.A.H. **Avaliação “in vitro” da infiltração apical em dentes submetidos à apicectomia com e sem o uso de “laser” Er: YAG e retrobturados com diferentes materiais**. 113p. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.
- SIQUEIRA, J.F.; ARAÚJO, M.C.; GARCIA, P.F.; FRAGA, R.C.; DANTAS, C.J. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. **J. Endod.**, v. 23, n. 8, p. 499-502, 1997.
- SJÖGREN, U.; SUNQVIST, G. Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation, **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 63, p. 366–370, 1987.
- SONNTAG, K.D.; KLITZMAN, B.; BURKES, J.; HOKE, J.; MOSHONOV, J. Pulpal Response to cavity preparation with the Er YAG laser and Mark III free electron lasers. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 81, n. 6, p. 695-702, 1996.
- SOUZA, F.D. **Avaliação da infiltração marginal coronária de canais radiculares obturados após o uso de “laser” Er: YAG e de EDTA no preparo biomecânico e aplicação de película seladora**. 152p. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.
- SOUSA-NETO, M.D. Estudo in vitro do efeito da aplicação do laser Er:YAG sobre a dentina humana na adesividade de diferentes cimentos obturadores dos canais radiculares. Ribeirão Preto, 1999. 87p. Tese (Livre-Docente)- Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- SPÄNGBERG L.W., ENGSTROM B, LANGELAND K. Biological effects of dental materials. Part 3. Toxicity and antimicrobial effects on endodontic antiseptics in vitro. **Oral Surg.**, v. 36, p. 856-71, 1973.
- SPÄNGBERG, L.W. Instruments, materials, and deceives. In: COHEN, S., BURNS, R.C., Eds. *Pathway of the Pulp*, 7th ed. St. Louis: Mosby, p. 476-95, 1998.
- SPOLETI, P.; SIRAGUSA, M.; SPOLETI, M.J. Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation, **J. Endod.** v. 29, p. 12–14, 2003.
- SPYROPOULOS, S.; ELDEEB, M.E.; MESSER H.H. The effect of Giromatic files on the preparation shape of severely curved canals. **Int. Endod. J.**, v. 20: p. 133–142, 1987.

- STAMOS, D.E.; SADEGHI, E.M.; HAASCH, G.C.; GERSTEIN, H. An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation, **J. Endod.** v. 13, p. 434–440, 1987.
- STERN, R.H.; SOGNNAES, R.F. Laser beam effect on dental hard tissues. **J. Dent. Res.**, v. 43, n. 5, p. 873, 1964.
- SUNDQVIST G.; FIGDOR, D. Endodontic treatment of apical periodontitis. In: D. Ørstavik and T.R. Pitt Ford, Editors, **Essential endodontology** (2nd ed.), Blackwell Science, Oxford, UK pp. 242–270, 1998.
- TAKAHASHI, K.; MATSUOKA, E.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. The morphological study of root canal walls with Er: YAG laser . **J. Japan. Endod. Assoc.**, v. 17. p. 197-203, 1996.
- 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.
- 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.
- TAN, B. T.; MESSER, H. H. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. **J. Endod.**, Baltimore, v. 28, n. 9, p. 658-64, Sep. 2002a.
- TANG, M.P.; STOCK, C.R. The effects of hand, sonic and ultrasonic instrumentation on the shape of the root canal. **Int. Endod. J.**, v. 22: p. 55–63, 1989.
- TANJI, E.Y.; MATSUMOTO, K.; EDUARDO, C.P. Scanning electron microscopic observations of dentin surface conditioned with the Er:YAG “laser”. **Deuts Gesellschaft laser Newsletter**, v. 8, p. 6, Jan/Feb, 1997.
- TANJI, E.Y.; SOARES, S.C.G.; EDUARDO, C.P. M.E.V. de canais radiculares irradiados com Er:YAG e Nd:YAG laseres. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica, 15, Águas de São Pedro. **Resumos. São Paulo, SBPqO**, p. 47, 1998.

- TAUBER, R.; MORSE, D.R.; SINAI, I.A.; FURST, M.L. A magnifying lens comparative evaluation of conventional and ultrasonically energized filing, **J. Endod.**, v. 9, p. 269–274, 1983.
- TAYLOR B.F.; BAYNE, S.C.; STURDEVANT, C.M. Instrument and equipment for tooth preparation. In: Sturdevant CM, Roberson TM, Heymann HO, Sturdevant JR, editors. The art and science of operative dentistry. 3rd ed. C. V. Mosby Company: St Louis; 1995. p. 352.
- TEXEIRA, C.S.; FELIPPE M.C.; FELIPPE, W.T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. **Int. Endod. J.**, v. 38, p. 285–90, 2005.
- THOMPSON, S.A.; DUMMER, P.M. Shaping ability of Profile[®].04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. **Int. Endod. J.**, v. 30, p. 1-7, 1997
- 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.
- TORABINEJAD, M.; HANDYSIDES, R.; KHADEMI, A.A.; BAKLAND, L.K. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 94, p. 658–666, 2002.
- TORABINEJADE, M.; CHO, Y.; KHADEMI, A.A.; BAKLAND, L.K.; SHABAHANG, S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on ability of MTAD to remove the smear layer. **J. Endod.**, Chicago, v. 29, n. 4, p. 233-9, Apr., 2003b.
- TORABINEJADE, M.; KHADEMI, A.A.; BABAGOLI, J.; CHO, Y.; JOHNSON, W.B.; BOZHILOV, K.; KIM, J.; SHABAHANG, S. A new solution for the removal of the smear layer. **J. Endod.** Chicago, v. 29, n. 3, p. 170-5, Mar., 2003a.
- TREPAGNIER, C.M.; MADDEN, R. M.; LAZZARI, E. P. Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. **J. Endod.**, v. 3, n. 5, p. 194-196, May 1977.
- USMAN, N.; BAUMGARTNER, J.C.; MARSHALL, J.G. Influence of instrument size on root canal debridement, **J. Endod.**, v. 30, p. 110–112, 2004.
- VALLI, K.S.; LATA, D.A.; JAGDISH, S. An "in vitro" SEM comparative study of debridement ability of K-Files and Canal Master. *Indian J. Dent. Res.*, Ahmedabad, v. 7, n. 4, p. 128-34, 1996.
- VANNI, J.R.; SANTOS, R.; LIMONGI, O.; GUERISOLI, D.M.Z.; CAPELLI, A. PÉCORA, J.D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary molars: SEM analysis. **Brazilian Dental J.**, v. 16, n. 3, p. 181-186, 2005.

- VAN DER SLUIS, L.W.; WU, M.K.; WESSELINK, P.R. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation, **Int. Endod. J.**, v. 38, p. 593–596, 2005.
- VAN DER SLUIS, L.W.; WU, M.K.; WESSELINK, P.R. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper, **Int. Endod. J.**, v. 38, p. 764–768, 2005.
- VAN DER SLUIS, L.W.; GAMBARINI, G.; WU, M.K.; WESSELINK, P.R. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. **Int. Endod. J.**, v. 39, p. 472–476, 2006.
- VANSAN LP, PECORA JD, COSTA WF, MAIA CAMPOS G. Effects of various irrigating solutions on the cleaning of the root canal with ultrasonic instrumentation. **Braz. Dent. J.** v. 1, p. 37–44, 1990.
- VERSÜMER, J.; HÜLSMANN, M.; SCHÄFERS, F. A comparative study of root canal preparation using ProFile® .04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. **Int. Endod. J.** v. 35, p. 37–46, 2002.
- VISURI, S.R.; GILBERT, J.L.; WALSH JR. J.T.; WIGDOR, H.A. Shear test of composite bonded to dentin: Er:YAG laser versus dental handpiece preparations. In: WIGDOR, H.A.
- VISURI, S.R.; WALSH, J.T.; WIGDOR, H.A. Erbium laser ablation of dental hard tissue: effect of water-cooling. **Lasers Surg. Med.** v. 18, n. 3, p. 294–300, 1996.
- WALIA, H.; BRANTLEY, W.A.; GERSTEIN, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. **J. Endod.** v. 14, n. 7, p. 346–51, 1988.
- WALKER, A. A definite and dependable therapy for pulpless teeth. **J Am Dent Assoc.**, v. 23, n. 2, p. 1418–25, Aug. 1936.
- WALKER, T.L.; DELRIO, C.E. Histological evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. **J. Endod.**, v. 15: p. 49–59, 1998.
- WALMSLEY, A.D.; MURGEL, C.; KRELL, K.V. Canal markings produced by endosonic instruments. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 7: p. 84–89, 1991.
- WALMSLEY, A.D.; LAIRD, W.R.; LUMLEY, P.J. Ultrasound in dentistry – Part II: Periodontology and endodontics. **J. of Dentistry.**, v. 20, p. 11–7, 1992.
- WALTON, R.E. Histologic evaluations of different methods of enlarging the pulp canal space. **J. Endod.**, v. 2, n. 10, p. 304–11, 1976.
- 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.
- WELLER, R.N.; BRADY, J.M.; BERNIER, W.E. Efficacy of ultrasonic cleaning, **J. Endod.**, v. 6, p. 740-743, 1980.
- WEST J.D.; ROANE J.B. Cleaning and shaping the root canal system. In: COHEN S., BURNS R.C., eds. *Pathways of the pulp*, 7th ed. St Louis: C.V.Mosby, 1998, p. 203-257.
- WEST J.D.; ROANE J.B., GEORIG A.C. Cleaning and shaping the root canal system. In: COHEN S., BURNS RC, eds. *Pathways of the pulp*. 6th ed. St. Louis, Mosby, 1994, p. 179-218.
- WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. **J. Endod.**, v. 10, n. 12, p. 558-62, 1984.
- WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. **J. Endod.**, v. 13, n. 8, p. 369-74, 1987.
- WIGDOR, H.; ABT, E.; ASHRAFI, S.; WALSH JR, J.T. Efecto del rayo láser sobre los tejidos duros del diente. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 11, n. 6, p. 63-9, 1996.
- WILDEY, W.L.; SENIA, E.S.; MONTGOMERY, S. Another look at root canal instrumentation. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 74, p. 499-507, 1992.
- WOLBARST, M. Laser surgery: CO₂ or HF. IEEE. **J Quantum Electronics**, v. 12, p. 1427-32, 1984.
- 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.
- WU M.K., BARKIS D., RORIS A., WESSELINK P.R. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? **Int Endod J.** v. 35, p. 264-267, 2002.
- WU M.K.; RORIS A.; BARKIS D.; WESSELINK P.R. Prevalence and extend of long oval shape of canals in the apical third. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 89, p. 739-743, 2000a.
- WU, M.K.; SCHWARTZ, F.B.C.; VAN DER SLUIS, W.M.; WESSELINK P.R. The quality of root fillings remaining in mandibular incisors after root-end cavity preparation. **Int. Endod. J.** v. 34, p. 613-9. 2001.
- WU M.K.; WESSELINK P.R. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. **Int. Endod. J.**, v. 34, p 137-41, 2001.

- WU, M.K.; BARKIS, D.; RORIS, A.; WESSELINK, P. R. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 35, n. 3, p. 264-7, Mar. 2002.
- WU M.K.; WESSELINK P.R. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. **Oral Surg. Med. and Path.**, v. 79, p. 492-496, 1995.
- YAMADA, R.S.; ARMAS, A.; GOLDMAN, M.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.
- YAMASHITA, J.C.; TANOMARU FILHO, M.; LEONARDO, M.R.; ROSSI, M.A.; SILVA, L.A.B. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. **Int. Endod. J.**, v 36, p. 391-4, 2003.
- ZAKARIASEN, K.L. Shedding new light on lasers. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 124, p. 345-49, February, 1993.
- ZAKARIASEN, K.L.; DEDERICH, D.N.; TULIP, J. “laser”s in dentistry – “Star Wars” dreaming or a future reality? **J. Can. Dent. Assoc.**, v. 54, n. 1, 1988.

Summary / Abstract

This study evaluated, in vitro, smear layer removal in apical and middle root thirds after instrumentation with four different rotary Ni-Ti instruments and the use of Er:YAG laser, ultrasonic or EDTA. Nineth six mandibular incisors root canals were instrumented with Free Tip Technique, and irrigated with 10 ml of sodium hypochlorite. In Group 1, 24 teeth were instrumented and irrigated only with 10 ml of 2.5 % sodium hypochlorite. Group 24, instrumented as group 1 and irradiated laser Er:YAG in the following parameters: 30/28 fiber optic tip, 42 J, 15Hz and 250mJ input (140mJ output), with the tip activated at the apex and removed to the canal entrance in a helicoidal moviment. Group 3, instrumented as in group 1 and associated with ultrasonic. Group 4, instrumented as in group 1 and associated with with 15% EDTA. Electronic Microscope images were evaluated showed that group 4 had significantly less smear layer ($p<0,05$) than the group 1 and 2, with group 3 in intermediated position. We conclude that sodium hypochlorite associated with 15% EDTA lead to root canals with less smear layer. The middle third present less smear layer than apical third.

Key-words

Endodontics, Smear layer, Laser Er:YAG, ultrasonic, rotary instrumentation,