

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DE LIMPEZA  
PROMOVIDA POR DOIS SISTEMAS DE LIMA ÚNICA  
EM MOVIMENTO RECÍPROCANTE**

MAIRA DE SOUZA CARVALHO

MANAUS - AM  
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

MAIRA DE SOUZA CARVALHO

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DE LIMPEZA  
PROMOVIDA POR DOIS SISTEMAS DE LIMA ÚNICA  
EM MOVIMENTO RECIPROCANTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Dr. André Augusto Franco Marques

MANAUS - AM  
2014

Ficha Catalográfica  
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Carvalho, Maira de Souza.

**C331a** Análise da capacidade de limpeza promovida por dois sistemas de lima única em movimento recíprocante / Maira de Souza Carvalho. - 2014.  
95 f. : il. color. ; 31 cm.  
Dissertação (mestrado em Odontologia) — Universidade Federal do Amazonas.  
Orientador: Prof. Dr. André Augusto Franco Marques.

1. Endodontia 2. Canal radicular - Tratamento 3. Capeamento da polpa dentária 4. Cavidade da polpa dentária I. Marques, André Augusto Franco, orientador II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU (2007): 616.314.18(043.3)

MAIRA DE SOUZA CARVALHO

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DE LIMPEZA  
PROMOVIDA POR DOIS SISTEMAS DE LIMA ÚNICA  
EM MOVIMENTO RECÍPROCANTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Ciências Odontológicas.

Aprovado em 21 de Fevereiro de 2014.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. André Augusto Franco Marques, Presidente.  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Jr., Membro.  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Profa. Dra. Ângela Delfina Bittencourt Garrido, Membro.  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

**REALIZAÇÃO:**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**

**APOIO:**



**GPE - UEA**

Aos meus pais e irmãs por todo apoio e incentivo.

Aos amigos Herson Lima e Adriano Brust  
(*in memoriam*) por terem sido de fundamental  
importância no começo de minha jornada acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus** por uma vida repleta de amor, por todas as oportunidades, pela coragem e força para seguir em busca de novos desafios.

À minha família, meu porto seguro, pelo amor incondicional, carinho, paciência e compreensão em todos os momentos da minha vida. À minha mãe e guia **Elisia Carvalho**, dentre tantos exemplos, agradeço aos de superação, otimismo e fé. Ao meu pai, **José Pereira de Carvalho Jr**, por sempre ter demonstrado a importância do dever cumprido através do trabalho honesto. À minha irmã **Taisa Carvalho** por me ensinar a ser uma pessoa melhor a cada dia e por me ajudar a desvendar os mistérios do AutoCAD e do Excel. À minha irmã **Letícia Carvalho** por encher nossas vidas de alegria.

Aos meus avós (*in memoriam*), especialmente à vó **Coleta Antônia de Souza** e ao vô **José Pereira de Carvalho**, por me ensinarem desde cedo que a idade não importa quando se quer aprender coisas novas.

Aos meus tios, tias, primos e primas distantes e aos que se agregaram à minha família e que sempre torceram por minhas realizações profissionais e pessoais.

A todos os amigos de infância, escola, FAK, inglês, graduação, especialização, trabalho e a tantos outros pelos quais a afinidade surgiu em bons e inesperados momentos. Especialmente aos amigos que se tornaram irmãos de coração e estiveram sempre presentes ao longo desses dois, e de tantos outros anos, sempre dispostos a aconselhar, estudar e comer brigadeiro, não importa o motivo, a distância e nem a hora. Muito obrigada **Juliana Maria Oliveira, Ana Caroline Pedrosa, Denise Gusmão, Patrícia Alves, Gabriela Neves, Ana Cláudia Reis, Mayara Oliveira, Anderson Matos, Jefferson Corrêa, Jayme Maués Neto, Daniel Fonseca, Bruno Gomes, Erivaldo Mendonça Jr e Susane Alves**.

Aos amigos de mestrado pelos momentos agradáveis, experiências compartilhadas, pela companhia 24h por dia e principalmente por me darem forças quando meus olhos se cansavam. **Danielly Meireles** muito obrigada pela amizade, companhia, orientação, pelo exemplo de competência e por rir das minhas piadas; **Glauber Palma** pelas conversas, entusiasmo, samba no pé e por todo amor; **Samir Noronha** pela sua amizade, carinho e cavalheirismo; **Thiago Mendes** por toda espontaneidade, humildade, passatempo recheado e momentos compartilhados; **Gisely Naura**, pelo exemplo de determinação; **Joyce Meira Barbosa**, adorei re-conhecer e conviver com você; **Catarina Araújo** pelo exemplo de dedicação e bom humor; **Mateus Souza** por todo incentivo, você é um lindo; **Alessandra Salino** pela segurança transmitida durante as aulas.

Ao amigo **Tiago Fonseca** por todos os esclarecimentos, por sua boa vontade e bom humor.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. **André Augusto Franco Marques**, por toda confiança, dedicação, disponibilidade e compreensão, principalmente por me apoiar e transformar os momentos de orientação em encontros descontraídos de amizade.

Aos professores integrantes da banca examinadora pelas contribuições ao longo da pesquisa. À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Ângela Garrido** pela dedicação de parte do seu tempo à análise deste trabalho.

Ao Prof. Dr. **Emílio Sponchiado**, pelos puxões de orelha ao longo do curso e por estar sempre disponível.

À Coordenadora do Mestrado em Odontologia Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Maria Augusta Bessa Rebelo** e à Diretora da Faculdade de Odontologia Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Nikeila Chacon de Oliveira Conde**, por todo auxílio e incentivo durante o curso.

À Professora **Aida Hanan** pelo exemplo de profissionalismo, pela companhia durante o período de laboratório e por dividir sua experiência durante o estágio docência.

Aos **professores da FAO** por toda minha formação acadêmica e por terem me recebido de braços abertos nesse retorno à instituição, especialmente aos que se tornaram colegas de classe durante a realização das disciplinas e à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Luciana Mendonça**.

Aos **professores do GEM**, que serviram de exemplo e foram de fundamental importância para meu ingresso no Programa de Mestrado.

A todos os técnicos administrativos, ao pessoal de apoio da clínica e serviços gerais pela atenção, disposição e amizade.

Ao técnico de laboratório **Pedro Sérgio Simões**, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, pelo auxílio na confecção das lâminas.

À **FAPEAM** pela concessão da bolsa de estudos.

Aqueles que participaram direta ou indiretamente da realização dessa pesquisa, tornando minha jornada mais leve e prazerosa. **Muito obrigada!**



Precisamos aprender a florir  
onde formos plantados.

Ermance Dufaux

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar, por meio da análise histológica, a capacidade de limpeza do sistema de canais radiculares promovida por dois sistemas de lima única em movimento recíprocante. Para realização do experimento foram selecionados 25 molares inferiores com grau de curvatura da raiz mesial entre 20° e 40° e raio de curvatura  $\leq 10$  mm. Com a utilização de limas tipo K, avaliou-se a presença de forames independentes com diâmetros anatômicos compatíveis com um instrumento #15. Para padronização do tamanho dos dentes em 16 mm as coroas foram parcialmente seccionadas. Os espécimes selecionados foram divididos em dois grupos experimentais com 10 dentes cada, Grupo Reciproc e Grupo WaveOne, e um Grupo Controle, composto por 5 dentes. A seguir, foi confeccionado um bloco de silicone, que ao ser afixado em uma morsa de bancada, possibilitou a padronização da posição de instrumentação. O comprimento de trabalho dos canais mesiais foi definido a 0,5 mm aquém ao ápice, sendo o Grupo Reciproc preparado apenas com a lima R25 em três movimentos de entrada e saída em direção apical, no Grupo WaveOne utilizou-se o instrumento *Primary* com a mesma cinemática. Hipoclorito de sódio a 2,5% foi a solução irrigante empregada, sendo utilizado 1 ml a cada inserção do instrumento. O Grupo Controle não passou por preparo químico-mecânico e protocolo de irrigação. Após a instrumentação, o terço apical de cada espécime foi submetido ao processamento histológico de rotina para obtenção de 15 cortes com 5  $\mu$ m de espessura, corados com hematoxilina e eosina. A análise histológica se deu pela avaliação das lâminas com aumento de 230x e determinação do percentual de *debris* por meio da superposição de uma grade de integração. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e teste de Múltiplas Comparações de Dunn ( $P=0,05$ ). Os resultados mostraram não haver diferenças ( $P>0,05$ ) entre Grupo Reciproc (286,38) e Grupo WaveOne (325,20). Na comparação dos grupos experimentais com o Grupo Controle (654,36), diferença estatística significativa foi encontrada ( $P<0,001$ ). Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos, conclui-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois sistemas de instrumentação que empregam lima única e movimento recíprocante.

Palavras-Chave: Endodontia; Preparo de Canal Radicular; Técnicas de Preparação Histológica.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate histologically the cleaning capacity promoted by two reciprocating single-file systems the root canal system. To perform the experiment, 25 mandibular molars were selected, with mesial root canal curvature degree between 20° and 40° and radius of canal curvature  $\leq 10$  mm. Using K-type files, it was evaluated the presence of independent foramens with anatomical diameters compatible with #15 instrument. To standardize the size of the teeth in 16 mm crowns were partially sectioned. The selected specimens were divided in two experimental groups of 10 teeth each, Reciproc Group and WaveOne Group, and a Control Group, formed by 5 teeth. Then silicone blocks were prepared, which to be posted in a vise-grip, enabled the standardization of instrumentation position. The working length of the mesiobuccal canals was determined subtracting 0,5mm from apical foramen; Reciproc Group was prepared only with a R25 file in three peck motions towards the apex. The WaveOne Group used the Primary instrument, the same way formerly described. 2,5% sodium hypochlorite was used as irrigant solution, 1ml being used at each insertion of the instrument. The Control Group was uninstrumented and unirrigated. After canal preparation, the apical thirds were submitted to histological processing to obtain 15 serial transverse cross sections (5  $\mu$ m), stained with hematoxylin and eosin. Histological analysis was performed by analysis of the cross-sections with 230x magnification and quantification of debris through the superposition of a grid. Data were submitted to Kruskal-Wallis test and Dunn's Multiple Comparisons Test ( $P = 005$ ). The results showed no differences ( $P > 0,05$ ) between Reciproc (286,38) and WaveOne (325,20) Groups. In comparing the experimental groups with the Control Group (654,36), a statistically significant difference was found ( $P < 0.001$ ). Based on the methodology used and the results obtained, it may be concluded that there was no statistically significant difference between the the single-file and reciprocating motion systems.

Key-words: Endodontics, Root Canal Preparation, Histocytological Preparation Techniques.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>2 OBJETIVO</b> .....	48
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	49
3.1 Desenho do estudo .....	49
3.2 Casuística .....	49
3.3 Seleção dos espécimes .....	50
3.4 Preparo dos dentes e confecção dos corpos de prova .....	53
3.5 Preparo Biomecânico .....	56
3.6 Processamento histológico .....	59
3.7 Análise histológica e determinação da área ocupada por <i>debris</i> .....	61
3.8 Análise Estatística .....	63
<b>4 RESULTADOS</b> .....	65
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	71
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	77
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	78
<b>APÊNDICES</b> .....	81
Apêndice A – Medida dos dentes selecionados para pesquisa. ....	81
Apêndice B – Contagem de <i>debris</i> do Grupo Reciproc .....	82
Apêndice C – Contagem de <i>debris</i> do Grupo WaveOne. ....	86
Apêndice D – Contagem de <i>debris</i> do Grupo Controle Negativo. ....	90
<b>ANEXOS</b> .....	92
Anexo A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).....	92
Anexo B - Sistema de Sorteio do programa Excel utilizado para realizar a distribuição aleatória dos dentes entre os grupos testados .....	95

## INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como objetivo a remoção de tecido pulpar vital ou necrótico, dentina infectada e *debris*, com o intuito de eliminar os microrganismos do sistema de canais radiculares (SASAKI et al., 2006; TAHA, OZAWA, MESSER, 2010) e prevenir ou cicatrizar lesões periapicais (FORNARI et al., 2010) minimizando, assim, o desconforto dos pacientes. Durante o tratamento três etapas devem ser cuidadosamente seguidas para se obter sucesso do caso clínico, sendo elas: correto diagnóstico e plano de tratamento, preparo químico-mecânico e obturação (CASTELLUCCI, 2011). Vale ressaltar, também, a importância de um selamento coronário adequado, seja pela restauração provisória ou definitiva, para impedir a ocorrência de infiltração marginal e recontaminação do sistema de canais radiculares.

Dentre as etapas do tratamento destaca-se o preparo químico-mecânico como sendo o responsável pela limpeza, sanificação e bom prognóstico endodôntico. Este procedimento baseia-se, entre outros princípios, na modelagem das paredes dos canais, na correta determinação do comprimento de trabalho, irrigação da região apical e alargamento necessário para uma obturação adequada (FORNARI et al., 2010; FROTA et al., 2013). Tradicionalmente, o preparo químico-mecânico era realizado com limas manuais de aço inoxidável, porém com o crescente conhecimento sobre a anatomia interna do dente e com a definição tridimensional de um sistema de canais radiculares, esta técnica tornou-se insatisfatória, principalmente nos casos de canais curvos ou com achatamento (FORNARI et al, 2010; GONÇALVES et al, 2010).

Diante da necessidade de aprimorar a limpeza e melhorar o prognóstico do tratamento endodôntico, os instrumentos de níquel-titânio (NiTi) se tornaram parte importante do arsenal

clínico (SHEN et al., 2013), verificando-se, nos últimos anos, um aumento considerável em seu uso, principalmente dos acionados a motor (YARED, 2008).

Os alargadores de NiTi não seguem o padrão ISO e apresentam diferentes características geométricas e dimensionais, como forma da ponta, conicidade, secção transversal, ângulo helicoidal e tamanho da parte ativa (INTERLICHE et al., 2011; PEREIRA et al., 2012). Suas principais vantagens em relação às limas convencionais são maior flexibilidade e eficiência de corte (YARED, 2008; KIM et al., 2012; FROTA et al., 2013), sendo assim sua utilização torna a instrumentação mais rápida e segura, já que são capazes promover um preparo cônico do canal sem alterar seu trajeto original, (ARYA, BALI, GREWAL, 2011; MEIRELES et al., 2012; MEIRELES, 2014). Porém, além de possuírem custo elevado para a realidade profissional e social do nosso país, os instrumentos de NiTi estão sujeitos à fraturas por torção, fadiga ou uma combinação desses dois fatores (YARED, 2008; ARIAS, PEREZ-HIGUERAS, MACORRA, 2012).

Para tornar sua utilização mais segura, deixar o tratamento menos oneroso e, principalmente, reduzir o tempo operatório, três importantes mudanças foram combinadas e incorporadas aos instrumentos de NiTi (ARIAS, PEREZ-HIGUERAS, MACORRA, 2012). A primeira foi desenvolvimento de novas técnicas e conceitos de uso com a redução do número de limas, tendo como exemplo a técnica híbrida (GONÇALVES et al., 2010; MEIRELES et al., 2012), onde os alargadores de NiTi são empregados apenas para finalizar o preparo apical. Em seguida pode-se considerar o aperfeiçoamento das ligas por meio de diferentes tratamentos termomecânicos e modificação da sua composição química (LOPES et al., 2013), como é o caso das ligas *M-wire* (BERENDT, 2007), que durante sua fabricação passam por ciclos alternados de frio e calor, o que proporciona um aumento considerado na sua flexibilidade e resistência. O emprego do movimento recíprocante pode ser considerado a mais recente inovação; sua cinemática diferenciada pode ser descrita como um movimento

oscilatório em que o instrumento gira em direção horária e, em seguida, anti-horária antes de completar um ciclo rotatório completo de 360° (YARED, 2008; PEDULLÀ et al., 2013), com isso há alívio do estresse e redução do risco de fratura, aumentando sua vida útil (KIM et al., 2012; GAVINI et al. 2012).

Diante dos avanços tecnológicos e da grande aceitação por parte dos endodontistas em utilizar número reduzido de limas durante o preparo químico-mecânico, recentemente foram lançados os sistemas Reciproc® e WaveOne®, que associaram a liga de NiTi *M-wire* ao movimento recíprocante e são capazes de modelar os canais radiculares com apenas um instrumento (BÜRKLEIN et al., 2012). Esses alargadores são comercializados pré-esterilizados e são de uso único, devendo ser descartados após a instrumentação, o que reduz risco de contaminação cruzada e de fraturas (YARED, 2008).

Os dois sistemas de lima única que empregam movimento recíprocante são compostos por três instrumentos e realizam 3 ciclos de 120° até realizar um giro de 360°. Os alargadores do sistema Reciproc® são o R25 (vermelho - 25.08), o R40 (preto - 40.06) e o R50 (amarelo - 50.05), sendo indicados para canais estreitos ou curvos, normais e largos, respectivamente (YARED, 2011). Esses instrumentos apresentam secção transversal em forma de “S” e, quando acionados pelo motor, realizam rotação de 150° no sentido anti-horário (direção de corte) e 30° no sentido horário, com uma velocidade de aproximadamente 300rpm (ARIAS, PEREZ-HIGUERAS, MACORRA, 2012; KIM et al., 2012; PEDULLÀ et al., 2013).

Já as limas WaveOne® possuem secção transversal convexa triangular na parte coronal e convexa triangular modificada na ponta, sendo denominadas *Small* (amarela - 21.06), utilizada em canais finos, *Primary* (vermelha - 25.08), indicada para a maioria dos canais, e *Large* (preta - 40.08), empregado em canais largos (WEBBER et al., 2011). Seu ângulo de rotação na direção de corte (sentido anti-horário) é de 170° e na direção de alívio (sentido

horário) de 50°, desenvolvendo uma velocidade aproximada de 350 rpm (ARIAS, PEREZ-HIGUERAS, MACORRA, 2012; KIM et al., 2012; PEDULLÀ et al., 2013).

As técnicas de instrumentação modernas mostraram-se compatíveis com a realidade nacional da Endodontia, onde se procura reduzir o tempo de atendimento, aumentar a produtividade do consultório e minimizar o custo do tratamento para atender às necessidades das diversas classes sociais. No entanto, a avaliação constante desses novos métodos de limpeza do sistema de canais radiculares é de grande importância, já que a redução do número de limas empregadas pode interferir na remoção de sujidade, prejudicando o prognóstico do tratamento. Diante dessa nova perspectiva, torna-se importante a avaliação histológica da limpeza promovida por estas novas técnicas de preparo químico-mecânico.



## 1 REVISÃO DE LITERATURA

Schneider (1971) realizou um estudo com o objetivo de determinar a frequência com que preparos circulares poderiam ser produzidos com instrumentos manuais no terço apical de canais atresiadados e curvos. A amostra foi constituída de 29 dentes permanentes unirradiculares e com o ápice completamente formado, selecionados de acordo com a semelhança da anatomia radicular no terço apical. O comprimento padrão adotado foi de 15 mm. Para calcular o grau de curvatura, as raízes foram radiografadas nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal; como auxílio de uma lente de aumento traçou-se uma linha paralela ao longo eixo da raiz e outra que se iniciava no forame apical e terminava na intersecção com a primeira linha, no ponto onde se iniciava a curvatura da raiz. O ângulo agudo formado por estas duas linhas determinava, então, o seu grau de curvatura. Os espécimes foram divididos em três grupos de acordo com sua classificação: curvatura leve ( $\leq 5^\circ$  - 10 espécimes), curvatura moderada ( $10^\circ$  a  $20^\circ$  - 10 espécimes) e curvatura severa ( $25^\circ$  a  $70^\circ$  - 9 espécimes). Os canais foram instrumentados com limas K tipo "B" e posteriormente preenchidos com cone de prata e cimento. As amostras do 1° e 5°mm foram avaliadas por duas mensurações perpendiculares por meio de um micrômetro na ocular do microscópio. Os resultados mostraram que canais retos são mais facilmente preparados quando comparados a canais curvos, porém os autores concluíram que mais estudos deveriam ser realizados para determinar quando um canal foi bem preparado.

Pruett; Clement e Carnes (1997) examinaram a fadiga cíclica de instrumentos de NiTi, a partir da determinação do efeito da curvatura do canal e da sua associação à velocidade empregada. Além disso, desenvolveram um novo método de determinação da curvatura das raízes dentais definido como raio de curvatura, complementar ao método de Schneider que calculava apenas o ângulo de curvatura. Para determinar estes parâmetros, uma linha reta é desenhada ao longo do eixo longitudinal da porção coronária do canal; a segunda linha é

traçada ao longo do eixo longitudinal da porção apical do canal. Há um ponto A e um ponto B em cada uma destas linhas em que o canal começa a desviar e a porção curva do canal é representada por um círculo que tangencia esses pontos; sendo a distância entre esses pontos e o centro do círculo definida como o raio de curvatura. Quanto menor for o raio de curvatura, mais abrupta será a divergência do canal. Seis canais artificiais, com ângulos de curvatura de 30°, 45° e 60°, e raios de curvatura de 2 e 5 mm foram escolhidos para avaliação, representando curvaturas abruptas e extensas, respectivamente; assim como 2 tipos de instrumento (#30 e #40), 3 velocidades (750, 1300, e 2000 rpm) e torque de 10 g-cm, o que gerou 18 grupos experimentais. Os dados analisados foram o número de ciclos até à falha para cada instrumento testado sob o ângulo especificado de curvatura, o raio de curvatura, rotações por minuto e condições do tamanho dos instrumentos. Fragmentos de instrumentos fraturados foram coletados por grupo e foram examinados por microscopia eletrônica de varredura. Os dados foram analisados por análise de variância e teste de Neuman-Kuels (nível de confiança de 95%). Os resultados mostraram que não houve diferença nos ciclos de falha entre as velocidades, de acordo com o instrumento utilizado ( $P < 0.10$ , para o instrumento #30;  $P < 0.06$ , para o instrumento #40). O número de ciclos até a falha diminuiu significativamente com o aumento do diâmetro do instrumento ( $p < 0.00001$ ), com a diminuição do raio ( $P < 0,00001$ ) e com o aumento no ângulo de curvatura. A fratura dos instrumentos sempre ocorreu no ponto de flexão máxima dentro dos canais artificiais e geralmente parecia estar associada com falhas na superfície do instrumento. Os autores concluíram que para estudos de fadiga cíclica, os parâmetros de ângulo de curvatura e raio de curvatura, e diâmetro de corte transversal do núcleo do instrumento devem ser incluídos em qualquer especificação. Os resultados também sugerem que o efeito do raio de curvatura como uma variável independente deve ser considerado em estudos que avaliam a instrumentação do canal radicular.

Sasaki et al. (2006) avaliaram a presença de *debris* remanescentes no terço apical de canais achatados, de dentes vitais e não vitais, após instrumentação com instrumentos de NiTi rotatórios. Para o estudo foram utilizados incisivos inferiores recém-extraídos; os dentes com indicação para extração eram submetidos ao teste de vitalidade com frio e exame radiográfico para verificação de presença de lesão periapical. Ao total foram selecionados 18 dentes, com raiz completamente formada, canal único e sem curvatura acentuada. Os espécimes foram divididos em 2 grupos (n=9) de acordo com o diagnóstico pulpar. Após o acesso, realizou-se cateterismo com uma lima K #15 e preparo cervical com brocas Gates-Glidden 2 e 3. O comprimento de trabalho foi definido a 1 mm aquém do forame apical e os dentes foram instrumentados com o sistema ProTaper® a uma velocidade constante de 300 rpm e torque ajustado para cada lima; a cada troca de instrumento os canais eram irrigados com 3 ml de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1%. Após a instrumentação, o terço apical de todos os dentes foram seccionados e submetidos ao processamento histológico de rotina. Foram realizados cortes semi-seriados de cada dente com 6 µm de espessura da seguinte maneira: a primeira secção da porção mais apical de cada dente era selecionada, em seguida 30 secções foram desconsideradas e a 31ª será selecionada; os cortes prosseguiram dessa forma até completar 10 secções por dente. As lâminas foram analisadas por um microscópio óptico (40X) acoplado a um computador onde as imagens foram capturadas e analisadas utilizando o software Corel PhotoPaint® 10. Uma grade foi colocada sobre estas imagens para avaliar a área total do canal e as áreas com *debris*. O teste U-Mann-Whitney não mostrou diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dentes com vitalidade pulpar ( $6,49 \pm 3,39$ ) e aqueles com necrose pulpar ( $5,95 \pm 2,22$ ). Pode-se concluir que a condição clínica do tecido da polpa não interfere com a quantidade de detritos remanescentes no terço apical dos canais radiculares achatados preparados com instrumentos rotatórios de NiTi.

Berendt (2007) patenteou um método de tratamento para ligas de níquel titânio, conhecidas como Nitinol, com o intuito de melhorar sua resistência à fadiga para ser empregada com mais segurança na fabricação de instrumentos endodônticos. Nitinol é um tipo de liga que foi desenvolvida para conseguir melhora na elasticidade e outras propriedades mecânicas de alguns tipos de metais, também possui propriedades de memória de forma, sendo adequado para aplicações médicas e odontológicas. Em temperaturas baixas esse material é martensítico, apresentando maleabilidade e podendo ser facilmente deformado por aplicação de forças de tensão; já em temperaturas mais elevadas, acima de uma temperatura crítica, é austenítico, caracterizando uma fase dura da liga, com propriedades semelhantes às de titânio. A invenção desenvolveu métodos para alcançar a melhoria da resistência à fadiga dos instrumentos de Nitinol, através de um rearranjo térmico e mecânico que possibilitam sua manutenção em um estado de martensite. Os passos do processamento incluem submeter a liga para uma estirpe e, enquanto este é sujeito a tensão, iniciar um ciclo térmico de banho frio de cerca de 0°C a 10°C e um banho quente de cerca de 100°C a 180°C, repetindo por, no mínimo, cinco vezes. Ao final do processo, os instrumentos endodônticos em condições austeníticas testados a temperatura ambiente (37°C) demonstraram em média 85,7 segundos até a fratura ocorrer, enquanto que em condições martensíticas mostraram em média 261 segundos até a fratura ocorrer, significando uma melhoria superior a 300%.

Yared (2008) propôs em seu estudo uma nova técnica de preparo biomecânico onde utilizou apenas um instrumento de NiTi. A técnica consistia na exploração prévia do canal com uma lima K #8 e determinação do comprimento de trabalho (CT) com o auxílio de um localizador foraminal; o autor recomenda que em canais com curvaturas severas sejam utilizadas, também, as limas #10 e #15. Em seguida o canal é instrumentado com a lima F2 do sistema ProTaper<sup>®</sup>, acionada pelo contra-ângulo ATR Vision, com redução de 16:1, 400 rpm e movimento recíprocante. O instrumento F2 é inserido no canal com uma pressão apical

extremamente leve e um movimento lento de bicada, ao encontrar resistência ele é removido do canal, limpo com uma gaze em seguida é reinserido e empregado da mesma maneira até atingir o CT. De acordo com o autor, em canais curvos e estreitos não é necessário um alargamento complementar e nos canais largos pode-se utilizar instrumentos manuais com calibres maiores que a lima F2. A solução irrigante escolhida foi hipoclorito de sódio a 2,5% associada com E.D.T.A. a 17% na irrigação final. O autor afirma que esta técnica oferece duas vantagens principais, tendo em vista o uso único de instrumentos endodônticos: a eliminação de possível contaminação cruzada e redução na fadiga do instrumento. Concluiu-se que a experiência preliminar com esta técnica foi encorajadora; no entanto, há necessidade adequada avaliação laboratorial e clínica de vários parâmetros como: extrusão apical de detritos, a incidência de fratura do instrumento, o transporte do canal, a necessidade de pré-alargamento.

Arruda et al. (2009) avaliaram a capacidade de limpeza de alargadores Profile<sup>®</sup> 0.04 combinados com diferentes soluções irrigadoras em canais radiculares achatados usando análise histológica, morfométrica e microscopia de varredura. Oitenta incisivos inferiores com apenas um canal foram selecionados, o comprimento de trabalho empregado foi 1 mm aquém do ápice e a sequência de instrumentação foi alargamento inicial com lima K #15 seguida dos instrumentos Profile 0.04 de 15 a 40. Os espécimes foram divididos em 4 grupos (n=20) de acordo com a solução irrigante utilizada a cada troca de instrumento; Grupo 1 (controle): 2 ml de água destilada e 10 ml após instrumentação final; Grupo 2: 2 ml de NaOCl 1% e 10 ml após instrumentação final; Grupo 3: 1 ml de NaOCl 1%, seguido por aspiração, irrigação com 1 ml de EDTA 17% e irrigação final com 10 ml de NaOCl 1%; Grupo 4: 2 ml de NaOCl 1%, seguindo-se o enchimento da câmara pulpar com RC-Prep<sup>®</sup> creme, que foi continuamente reabastecido com a diminuição da efervescência durante toda a instrumentação, e irrigação final com 10 ml de NaOCl a 1%. Dez dentes de cada grupo passaram pelo processamento

histológico de rotina; os cortes (5 µm de espessura) foram analisados quanto à presença de *debris* na luz do canal; ANOVA e teste de Tukey foram empregados na análise estatística. Os outros 10 dentes de cada grupo tiveram suas raízes cortadas longitudinalmente para avaliação em microscópio de varredura quanto à presença de *smear layer* e os escores obtidos foram avaliados com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Houve diferença significativa ( $p < 0,001$ ) entre os grupos em relação à porcentagem de detritos deixados nos canais (Grupo 1:  $18,82 \pm 5,55$ ; Grupo 2:  $6,29 \pm 5,55$ ; Grupo 3:  $12,47 \pm 6,92$ ; Grupo 4:  $7,82 \pm 1,91$ ). A análise com microscópio de varredura mostrou os melhores resultados para Grupo 3 na remoção de *smear layer*. Concluiu-se que a combinação de Profile 0.04 e as soluções testadas não foi capaz de remover totalmente os detritos da luz do canal nem a *smear layer* de canais radiculares achatados.

Baratto-Filho et al. (2009) avaliaram a capacidade de limpeza dos instrumentos apicais do sistema ProTaper (F1, F2 e F3) com e sem a utilização de hipoclorito de sódio 2,5% . Foram utilizados 32 incisivos inferiores unicanalulares com forame compatível com uma lima K #15. O comprimento de trabalho foi definido a 0,5 mm aquém do ápice e os dentes foram divididos em 6 grupos experimentais (n=5), nestes realizou-se o preparo cervical com as limas SX, S1 e S2 e o preparo apical se deu da seguinte forma: Grupos I, II e III finalizando com F1, F2 e F3, respectivamente, e tendo como irrigante NaOCl 2,5%; os Grupos IV, V e VI tiveram como ultimo instrumento F1, F2 e F3, respectivamente, e foram irrigados com água destilada. Os instrumentos foram acionados por um motor elétrico a 300 rpm e a cada troca foi o canal foi irrigado com 5 ml da solução correspondente aplicada a 5 mm do CT. Dois dentes foram usados como controles negativos e não tiveram o preparo biomecânico realizado. Os espécimes foram submetidos ao processamento histológico de rotina para obtenção de 15 cortes com 5 µm de espessura de cada; após a contagem de *debris* com auxílio de uma grade de integração, empregou-se o teste não paramétrico de Kruskal-

Wallis com significância de 1%. Em ordem decrescente, o nível de limpeza obtido nos diferentes grupos foi ( $p < 0,01$ ): Grupo III > Grupo II > Grupo VI > Grupo I > Grupo V > Grupo IV. A limpeza promovida pela associação de NaOCl a 2,5% com a lima F3 foi significativamente mais eficiente que dos outros grupos; não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de água destilada com o instrumento F3 e 2,5% NaOCl com o instrumento F1 ( $p > 0,01$ ). Os autores concluíram que nenhuma técnica é capaz de promover total limpeza do sistema de canais e que a capacidade de limpeza dos instrumentos ProTaper é proporcional ao seu diâmetro, sendo aumentada quando se emprega hipoclorito de sódio a 2,5% como solução irrigante.

Fonari et al. (2010) compararam o alargamento do terço apical de canais méso-vestibulares de molares inferiores, preparados com instrumentos rotatórios Hero 642<sup>®</sup> através de avaliação histológica. Foram selecionados 44 molares inferiores recém extraídos, com ápice completamente formado, exibindo patência e canais separados e que permitiram entrada passiva de uma lima tipo K #20 até o comprimento de trabalho (definido a 1 mm aquém do forame); também tinham que apresentar ângulos de curvatura da raiz mesial entre 20 e 40° e raio de curvatura inferior a 10 mm. Após acesso convencional, os terços cervical e médio dos canais méso-vestibulares foram preparados com instrumentos rotatórios de NiTi e em seguida os dentes foram divididos em grupos: Grupo Controle Negativo (2 canais não instrumentados e não irrigados); Grupo Controle Positivo (2 canais que foram apenas irrigados com água destilada); Grupo 1 (10 canais - 25/0.02 a 30/0.02); Grupo 2 (10 canais - 25/0.02 a 35/0.04); Grupo 3 (10 canais - 25/0.02 a 40/0.02); Grupo 4 (10 canais - 25/0.02 a 45/0.02). Os instrumentos foram acionados por motor com torque controlado a 300 rpm e os canais irrigados com 2ml de água destilada a cada troca. Após o preparo do canal radicular, todos os espécimes foram submetidos ao processamento histológico de rotina e os 5 mm apicais das raízes descalcificadas foram cortadas com bisturi e embebidos em parafina. Dez cortes

seriados de cada espécime, com espessura de 6µm, foram corados com hematoxilina e eosina para serem examinadas em um microscópio óptico (40x) acoplado a um computador. A porcentagem de resíduos foi calculada colocando uma grade de integração sobre as imagens para permitir a contagem dos pontos do canal radicular que coincidiam com áreas limpas ou áreas contendo os detritos; e a porcentagem das paredes dos canais não instrumentados foi determinada pelo cálculo do comprimento do contorno do canal que não foi tocada pelos instrumentos em relação ao comprimento total do contorno do canal. As médias das porcentagens de detritos remanescentes e perímetro canal não instrumentado, considerando os diferentes alargamentos apicais, foram comparados estatisticamente utilizando-se ANOVA com pós-teste de Tukey, e o teste de Pearson foi realizada para determinar as correlações entre os valores analisados ( $P = 0,05$ ). Nos resultados, todos os grupos experimentais revelaram significativamente menos resíduos e paredes não instrumentadas do que os grupos de controle negativo e positivo ( $P < 0,001$ ). Uma correlação altamente significativa entre a quantidade de detritos remanescentes e do perímetro da ação dos instrumentos no canal radicular foi observada ( $r = 0,9130$ ,  $P < 0,001$ ). Apesar das limitações deste estudo, pode-se concluir que os alargadores 40/0.02 e 45/0.02 produziram uma maior redução de *debris* remanescentes e paredes dos canais radiculares não instrumentadas no terço apical de raízes méso-vestibulares de molares superiores, no entanto, nenhum alargamento apical pode preparar completamente as paredes do canal radicular.

Gonçalves et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar histologicamente a capacidade de limpeza de uma técnica de instrumentação híbrida (manual/rotatória), comparativamente com instrumentação rotatória pelo sistema ProTaper<sup>®</sup>, em canais mesiais achatados de primeiros molares inferiores. Foram utilizados no estudo 20 primeiros molares inferiores humanos extraídos que tiveram suas coroas seccionadas na junção amelo-cementária para a possível obtenção de uma raiz mesial com 10 mm de



comprimento. O acesso convencional foi realizado, o CT foi definido a 0,5mm do forame apical, com o auxílio de uma lima K #10 e as raízes foram aleatoriamente separadas em 2 grupos com 10 espécimes (20 canais). No Grupo 1, os canais foram instrumentados com os instrumentos rotatórios do kit ProTaper, de acordo com a sequência proposta pelo fabricante, (Sx, S1, S2, F1, F2 e F3). No Grupo 2, os terços médio e apical foram manualmente desbridados com limas K #15, #20 e #25, o preparo cervical foi realizado com brocas Gates-Glidden 1 e 2, e apenas os instrumentos de NiTi ProTaper F2 e F3 foram utilizados no refinamento apical. Um ml de hipoclorito de sódio a 2,5% foi utilizado na irrigação a cada troca de instrumento. Após o preparo biomecânico o terço apical das raízes foi seccionado para análise histológica para obtenção de seções transversais com 5 µm de espessura, coradas com hematoxilina e eosina. As lâminas foram examinadas em um microscópio óptico (100x) acoplado a um computador onde as imagens foram gravadas; uma grade de integração com 300 pontos (20x15) foi colocada sobre estas imagens para avaliar a área total do canal e calcular a porcentagem de *debris* remanescentes após o preparo biomecânico; os valores obtidos foram submetidos à análise estatística (t-Student,  $P > 0,05$ ). Os valores obtidos mostraram que a técnica híbrida apresentou maior capacidade de limpeza no terço apical do sistema de canais radiculares quando comparada com a técnica rotatória, com diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ). Os autores concluíram que, apesar dos bons resultados obtidos para a técnica híbrida, mais estudos devem ser realizados para investigar a sua capacidade de limpeza real nas raízes mesiais achatadas de primeiros molares inferiores, variando os protocolos de irrigação.

Popovic et al. (2010) avaliaram, através da microscopia de luz, a presença de detritos biológicos e o nível de contaminação das superfícies de instrumentos endodônticos reutilizáveis submetidos a diferentes métodos de limpeza, antes de serem esterilizados. Foram utilizados 180 instrumentos coletados em 18 diferentes consultórios odontológicos. Os grupos

foram divididos de acordo com a técnica de limpeza empregada: Grupo 1 (n=40) – imersão em peróxido de hidrogênio a 3%, escovação manual, imersão em álcool 70 e secagem; Grupo 2 (n=120) – escovação manual, imersão em detergente, enxague e secagem; Grupo 3 (n=20) – escovação manual, imersão em hipoclorito de sódio a 1%, banho com ultrassom e desinfetante, enxague e secagem. A avaliação da eficácia dos métodos de limpeza utilizados foi baseada na quantidade de detritos residuais detectados por imersão dos instrumentos em solução de Van Gieson (que cora o colágeno de vermelho e laranja) durante 3 min. As limas tiveram suas 4 faces avaliadas com aumentos de 10x e 40x, nos terços apical, médio e coronal; dessa forma foram realizadas 12 medidas para cada amostra. Os *debris* residuais foram classificados como detritos corados (agregados vermelho ou laranja na superfície do instrumento), filme orgânico (camada fina não estruturada, vermelha, cobrindo uma parte do instrumento), detritos sem corante (partículas finas não coradas) e superfície limpa. De acordo com a quantidade de *debris* presentes na superfície, utilizou-se um escore de limpeza de 0 (completamente limpo) a 4 (camada espessa de detritos), os valores de todas as medidas foram somados e o maior valor apresentado por instrumento seria 48. Um Grupo Controle com 48 novos instrumentos manuais de aço inoxidável foi utilizado para comparação, os instrumentos foram corados em solução de Van Gieson, lavados em água destilada, secos e analisados em microscópio de luz; depois disso foram lavados em um banho ultrassônico por 15 min com solução desinfetante e novamente observados em microscópio. A análise estatística foi realizada através do teste não paramétrico do qui-quadrado e teste de Kruskal-Wallis (P=0,001). *Debris* residuais foram observados em 96% das amostras. O valor máximo de contaminação biológica foi de 34% no Grupo 1, 25% no Grupo 2 e 5% no Grupo 3, com diferença estatística significativa entre eles (P <0,001). Os autores concluíram que os métodos de limpeza avaliados não foram capazes de limpar completamente os instrumentos, porém o método que empregou a utilização de ultrassom mostrou melhores resultados.

Taha et al. (2010) compararam o sistema Anatomic Endodontic Technology<sup>®</sup>-AET no preparo de canais ovais e com a instrumentação manual e rotatória de instrumentos de NiTi, relacionando a forma do canal e limpeza após a utilização dos mesmos; a hipótese era a de que não haveria diferenças entre o sistema AET e os outros. Trinta e nove pré-molares inferiores, com ápice completamente formado e presença de um único canal oval, foram divididos aleatoriamente em 3 grupos (n=13), de acordo com a técnica de instrumentação. Após o acesso endodôntico, o comprimento de trabalho foi definido a 0,5mm do ápice com auxílio de uma lima K #10. O Grupo 1 foi instrumentado pela técnica *step-back* manual, sendo as brocas Gates-Glidden 2 e 3 utilizadas no preparo cervical, e limas Hedström até a #40 no preparo apical. No Grupo 2 utilizou-se os instrumentos EndoWave<sup>®</sup> em uma técnica *crow-down*, de acordo com as instruções do fabricante, até a lima 40.06. O Grupo 3 foi instrumentado com os instrumentos AET, *shaping* (3mm aquém do ápice) acoplados a uma peça de mão de movimentos alternados (Endo-Eze) e *finishing* (instrumentos apicais) empregados manualmente até o #40. As soluções irrigantes utilizadas foram hipoclorito de sódio a 1% e EDTA a 15%, 1 ml por 1min após cada instrumento, e uma irrigação final com 2 ml de EDTA foi realizada para remover a *smear layer*. Cada raiz foi seccionada nos três terços, as amostras passaram pelo processamento histológico, as seções histológicas foram examinadas sem um microscópio de luz (63x) e os canais foram classificados, quanto à forma, em redondas-ovais, elípticos e irregulares. A área de corte transversal, a porcentagem de paredes de canal intocadas e com presença de detritos foram calculadas. Empregou-se a análise de variância na área de corte transversal e o teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para avaliar a porcentagem de superfícies não instrumentadas e *debris*. Comparação em pares foi realizada se os resultados gerais mostraram diferenças significativas (P<0,05 foi o nível de significância mínima). A única diferença significativa entre as técnicas, em termos de limpeza do canal, foi no terço apical, onde instrumentos rotatórios tiveram um desempenho

significativamente melhor que os instrumentos AET manuais em relação aos detritos residuais ( $p = 0,002$ ). Com base nestes resultados, os novos instrumentos AET não ofereceram benefícios mensuráveis sobre as técnicas manual e rotatória no preparo de canais ovais.

Arya, Bali e Grewal (2011), realizaram um estudo com o objetivo de comparar a capacidade de limpeza de instrumentos manuais e rotatórios no terço apical de 33 primeiros pré-molares inferiores, unicanaliculares e com o ápice completamente formado. Os dentes foram divididos aleatoriamente em grupos de 10, sendo que 3 dentes foram utilizados como controle negativo nos quais nenhum procedimento foi realizado. Após o acesso endodôntico, determinou-se o comprimento de trabalho 0,5mm aquém do forame apical com o auxílio de uma lima K #10 e, para standardizar a patência do forame, dentes com o diâmetro apical maior que uma lima tipo K #15 foram excluídos. No Grupo 1, os dentes foram instrumentados com limas manuais de aço inox tipo K até #30, sendo que o preparo cervical foi realizado com brocas Gates-Glidden 2 e 3. No grupo 2, utilizou-se o kit ProTaper<sup>®</sup> manual até a lima F3, no CT, de acordo com as instruções do fabricante. Já o grupo 3 foi instrumentado com limas rotórias ProTaper<sup>®</sup> a 250 rpm, também seguindo as recomendações do fabricante. Os dentes foram irrigados com 2 ml de água destilada a cada troca de instrumento e 10 ml da mesma na irrigação final. Após o preparo biomecânico o terço apical dos dentes foi submetido ao processamento histológico de rotina; três cortes transversais de 5 $\mu$ m, foram obtidos de cada dente, totalizando 99 amostras coradas com hematoxilina e eosina. As lâminas foram analisadas em microscópio ótico (40x) acoplado a um computador onde as imagens foram gravadas e a porcentagem de *debris* calculada em micrômetros quadrados. Os dados foram analisados estatisticamente através do teste de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ). O Grupo Controle mostrou remanescente pulpar e paredes não aplainadas; todas as técnicas de instrumentação mostraram-se relativamente eficientes em desbridar o terço apical e, apesar do grupo instrumentado com ProTaper<sup>®</sup> rotatória ter apresentado maior quantidade de *debris*, não foi

verificada diferença estatística entre os 3 grupos experimentais. Concluiu-se que a instrumentação rotatória e a manual são relativamente eficientes na limpeza do terço apical do sistema de canais radiculares, e a escolha entre uma e outra deve depender do caso.

Interliche et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de determinar, por análise histológica e morfométrica, a área de ação dos instrumentos nas paredes do canal radicular e a presença de *debris* após instrumentação com alargadores de NiTi em incisivos inferiores com canais ovais e raízes achatadas mesio-distalmente. Após o acesso, os terços cervical e médio foram alargados com a utilização de instrumentos de Níquel-Titânio 25/0.12, 25/0.10 e 25/0.08, de acordo com a técnica coroa-ápice; posteriormente os dentes foram então divididos em 3 grupos (n=8). O Grupo 1 foi instrumentado com o Sistema Hero 642<sup>®</sup> de acordo com a seguinte sequência: 30/0.06 a 30/0.06. O Grupo 2 recebeu a mesma técnica de instrumentação, seguida dos instrumentos Hero Apical 30/0.06. Já o Grupo 3, além do protocolo utilizado no Grupo 1, teve sua instrumentação complementada com os instrumentos Hero Apical 30/0.06, 30/0.08 e novamente 30/0.06, em movimento pendular. A cada troca de instrumento os canais foram irrigados com 2 ml de água destilada e deionizada. Após o preparo biomecânico, as raízes foram seccionadas a 4 mm de do ápice e preparadas para análise histológica. As imagens foram gravadas e avaliadas quanto à porcentagem de *debris* e paredes dos canais não instrumentadas, calculada pela colocação de uma grade de integração sobre as imagens para permitir a contagem dos pontos no canal radicular que coincidiram com áreas limpas ou áreas que continham detritos. Já a ação dos instrumentos nas paredes do canal radicular foi avaliada com base na regularidade da superfície, mudança abrupta na continuidade da parede do canal radicular e remoção parcial ou total de pré-dentina em relação ao comprimento total do canal. As médias das porcentagens de detritos remanescentes e perímetro do canal não instrumentado no terço apical foram comparados estatisticamente através do ANOVA com pós-teste de Tukey (P=0,05). Em relação à quantidade de *debris*

remanescentes, ANOVA mostrou diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas ( $p < 0,01$ ); já o pós-teste de Tukey mostrou resultados semelhantes entre os Grupos 1 e 2, e ambos os grupos diferiram do Grupo 3, que apresentou as menores quantidades de resíduos no canal radicular. Os valores, em porcentagem, encontrados para o perímetro da ação dos instrumentos mostraram diferenças estatisticamente significativas com o teste ANOVA, entre as técnicas testadas ( $p < 0,01$ ); o pós-teste de Tukey mostrou resultados semelhantes entre os Grupos 1 e 2, que apresentaram menor perímetro de ação sobre as paredes do canal radicular, diferentemente do Grupo 3, que apresentou maior área de ação dos instrumentos em canais radiculares. Com base nos resultados, os autores concluíram que o protocolo empregado no Grupo 3 foi mais eficiente na remoção de *debris*, além de ter proporcionado maior contato dos instrumentos com a parede do canal.

Paqué; Zehnder e De-Deus (2011) compararam, quantitativamente, os resultados do preparo de canais por uma única lima F2 em movimento recíprocante e a sequência ProTaper® completa. Utilizou-se micortomografia de alta definição para avaliar mudanças no volume de dentina, porcentagem de paredes do canal modeladas e grau de transporte do canal, além disso, calculou-se o tempo de preparo de ambas as técnicas. Foram selecionados 25 primeiros molares inferiores apresentando raízes mesiais com canais e forames separados, apresentando ângulos de curvatura entre 20° e 40°. Os dentes foram previamente escaneados por um micro tomógrafo e então seus canais foram divididos em dois grupos. No Grupo 1 empregou-se a sequência completa do sistema ProTaper até o instrumento F2 e o Grupo 2 foi instrumentado apenas com a lima F2 em movimento recíprocante, sem realização e cateterismo ou preparo cervical prévio. O comprimento de trabalho foi definido a 1 mm aquém do forame e a solução irrigante de escolha foi o hipoclorito de sódio a 3%, complementado por E.D.T.A 17% na irrigação final. Ao final do preparo biomecânico os dentes foram novamente escaneados e as imagens iniciais e finais foram comparadas, assim

como o tempo de preparo entre os grupos. Os dados de volumes pré-operatórios do canal radicular, ângulos canal pré-operatórios, e o tempo necessário para a preparação dos canais radiculares foram distribuídos normalmente, sendo analisados pelo teste de Shapiro-Wilk. Comparações em relação aos resultados anteriores entre os dois grupos foram feitas com o teste t emparelhado. Dados referentes à dentina removida, superfície não tratada e transporte do canal foram distorcidos e, portanto, comparados entre os tipos de dentes usando Mann-Whitney ( $P < 0,01$ ). No pré-operatório, não foram observadas diferenças em relação a curvatura do canal radicular e volume entre os grupos experimentais e não houve diferenças estatísticas entre as duas técnicas de preparação em relação aos parâmetros anatômicos avaliados ( $P > 0,01$ ). O preparo biomecânico se deu mais rapidamente empregando a técnica de instrumento único ( $P < 0,01$ ). Concluiu-se que não houveram diferenças no transporte e na modelagem do canal entre as técnicas, porém o tempo de trabalho foi menor empregando-se lima única em movimento recíprocante.

Webber et al. (2011) descreveram o novo sistema de limas únicas para uso único WaveOne<sup>®</sup>, fabricado com liga de NiTi *M-Wire* e que apresenta 3 instrumentos denominados *Small* (#21/.06), *Primary* (#25/.08) e *Large* (#40/.08), sendo indicados, respectivamente para o preparo de canais estreitos (lima K #10 apresenta resistência), normais (lima K #10 penetra no canal normalmente) e largos (lima K #20 ou maior chega ao comprimento de trabalho). Todos os instrumentos possuem secção transversal em forma de triângulo convexo modificado na ponta e triângulo convexo na porção coronal, o que lhes proporciona uma maior flexibilidade e são projetados para funcionar com uma ação de corte reverso, apresentando maior amplitude de movimento na direção anti-horária (direção de corte) do que na direção horária (previne o travamento). Em sua técnica recomenda-se uso prévio de uma lima manual até o comprimento de trabalho, para então empregar os alargadores, acionados pelo movimento recíprocante, com suave pressão apical e irrigação até e obter a completa

instrumentação do canal. O contra ângulo empregado apresenta redução 6:1 e sistema possui um motor com bateria recarregável, cones de gutapercha, sistema thermafill e cones de papel absorvente padronizados para cada tipo de lima. O sistema WaveOne<sup>®</sup> se insere no novo conceito de preparo biomecânico, em que se emprega apenas um instrumento na fase de modelagem, porém deve-se considerar a questão da limpeza promovida por ele, já que há considerável redução do tempo de trabalho.

Yared (2011) introduziu um novo conceito de preparo do sistema de canais radiculares em que não há necessidade de se realizar o alargamento com limas manuais antes da utilização do instrumento com movimento reiprocante. Nesse novo paradigma apenas um instrumento é utilizado para modelar, mesmo nos casos de canais atrésicos ou com curvatura. O sistema descrito é fabricado com ligas de NiTi *M-Wire* e denomina-se Reciproc<sup>®</sup>, sendo composto por 3 instrumentos com secção transversal em forma de “S”, devendo selecionados de acordo com o diâmetro do canal radicular, baseado na análise radiográfica. O instrumento R25 (#25/.08) é empregado quando o canal é parcialmente ou completamente invisível na radiografia, porém quando o canal está claramente visível até o ápice deve-se selecionar o instrumento R40 (40/.06), se uma lima K #20 chegar passivamente ao comprimento de trabalho, ou o instrumento R50 (#50/0.05) se uma lima K #30 chegar até essa medida. Esse sistema é acionado por um motor especial e um contra ângulo com redução de 6:1 que empregam o movimento reiprocantes, apresentando maior amplitude de rotação no sentido horário (150°), que é considerado a direção e corte, e 30° no sentido anti-horário, que diminui o efeito de rosqueamento. São realizados em torno de 10 ciclos por segundo, até se completar uma rotação de 360°, conferindo uma velocidade de aproximadamente 300 rpm. A técnica de utilização consiste no emprego de movimentos de bicada, com suave pressão apical e irrigação abundante do canal. Como vantagens do sistema pode-se destacar diminuição do risco de fratura, redução do tempo de trabalho, menor incidência de complicações como



desvio apical, degraus e bloqueio do canal quando comparado a técnicas tradicionais rotatórias e, principalmente, eliminação da contaminação cruzada entre pacientes, já que instrumento deve ser descartado após sua utilização.

Arias, Perez-Higueras e Macorra (2012) compararam a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos dos sistemas WaveOne<sup>®</sup> e Reciproc<sup>®</sup> em sua porção coronal (13mm) e apical (5mm). Foram testadas 60 limas e *Primary* e 60 R25, sendo que 30 de cada foi analisada a 5 mm da ponta e as outras 30 a 13 mm O diâmetro dos alargadores nos comprimentos testados era: *Primary*, D5 - 0,62 mm e D13 – 1,06 mm; R25, D5 – 0,62 mm e D13 – 0.96 mm As limas foram operadas pelo motor VDW Silver Reciproc ajustada à função específica para cada uma. Foi confeccionado um dispositivo que tornou possível o ajuste do conta-ângulo à altura de teste e um canal artificial com ângulo de 60° e raio de curvatura de 3 mm; seu diâmetro a 5 mm da ponta do instrumento era de 0,8 mm e a 13 mm 1,4 mm O tempo de fratura de cada instrumento foi registrado e os dados foram submetidos ao teste estatístico de Weibull (95% de confiança) para cada um dos parâmetros analisados: o tempo de fratura (em segundos); a inclinação associada ou parâmetro de forma (sem dimensão) e o parâmetro de escala (em segundos). O tempo de fratura dos instrumentos Reciproc<sup>®</sup> foi significativamente mais alto do que WaveOne<sup>®</sup> nos dois grupos analisados: 62% em 5 mm e 100% em 13 mm. O tempo de fratura em 5 mm foi mais alto em ambos os instrumentos quando comparado a 13 mm. Concluiu-se que as limas Reciproc<sup>®</sup> são mais resistentes à fadiga cíclica do que WaveOne<sup>®</sup>. Os autores ressaltaram que os resultados podem ser influenciados pela cinemática proposta pelos fabricantes e que a diferença de resistência à fadiga cíclica nas diferentes partes do instrumento é de relevante importância clínica, devendo-se observar a anatomia do canal e as áreas de maior fragilidade durante o preparo biomecânico, principalmente por se tratar de sistemas de instrumentação de lima única.

Bürklein et al. (2012) verificaram a capacidade de modelagem (correção de canais radiculares curvos, tempo de preparo, incidência de fratura de instrumentos) e a eficácia de limpeza (*debris* residuais, qualidade da camada de *smear layer*) após o preparo de canais curvos de molares humanos extraídos usando os sistemas de instrumento único e movimento recíproco, Reciproc<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup>, em comparação aos sistemas Mtwo<sup>®</sup> e ProTaper<sup>®</sup>, de rotação contínua. Após tomada radiográfica inicial com uma lima K #15 no canal, foram selecionados 80 dentes com largura do canal próximo ao ápice compatível com uma lima #15, raio de curvatura entre 3,1 e 10,6 mm e ângulo de curvatura entre 25° e 39°. Os dentes selecionados foram divididos em 4 grupos experimentais (n=20) : Grupo A – Mtwo<sup>®</sup>, Grupo B – ProTaper<sup>®</sup>, Grupo C lima R25 (25/0.08) do sistema Reciproc<sup>®</sup> e Grupo D lima *Primary* do sistema WaveOne<sup>®</sup>. Apenas um canal de cada dente foi preparado com CT determinado a 1 mm aquém do ápice, hipoclorito de sódio a 2,5% foi a solução irrigante e, ao final da instrumentação, realizou-se nova tomada radiográfica com o último instrumento inserido no canal para determinar a nova curvatura do canal e possibilitar a comparação com a radiografia inicial. Não houve fratura de nenhuma lima e as raízes foram seccionadas longitudinalmente para possibilitar a análise microscópica. A limpeza foi avaliada nos três terços da raiz com ampliação de 200x, por meio de uma escala numérica (Hülsmann et al.,1997). Já a avaliação da *smear layer* foi realizada utilizando uma ampliação de 1000x e adotando a pontuação de 1 a 5, sendo 1 completamente limpo e 5 apresentando uma camada espessa cobrindo toda a parede do canal. Os dados foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (P = 0,05). Nos resultados pode-se observar que a instrumentação com Reciproc<sup>®</sup> foi mais rápida do que a dos outros instrumentos (P < 0.05). Todos os canais permaneceram patentes e nenhum sofreu sobre instrumentação. Nenhuma diferença significativa foi obtida entre os quatro instrumentos relativos à modelagem do canal (P = 0,382). No terço apical o uso de Mtwo<sup>®</sup> e Reciproc<sup>®</sup> resultou em uma menor quantidade de *debris* (P < 0.05). Em termos de

*smear layer*, diferenças significativas não foram obtidas ao se avaliar os quatro instrumentos ( $P = 0,369$ ). Os autores concluíram que os dois sistemas de instrumento único mantiveram a curvatura original do canal, além de tornarem a instrumentação mais rápida e não comprometerem a limpeza do canal, quando comparados com os sistemas de sequência completa.

Bürklein e Schäfer (2012) compararam o tempo de preparo e a quantidade de extrusão apical de *debris*, após a instrumentação de dentes humanos extraídos e com canais retos. Foram selecionados 80 incisivos superiores com ângulo de curvatura  $<5^\circ$ , apresentando canal radicular e forame apical únicos. Os dentes foram divididos em 4 grupos ( $n=20$ ), com homogeneidade entre os espécimes e de acordo com a técnica de instrumentação empregada: Grupo 1 – Mtwo<sup>®</sup> até a lima 40.04; Grupo 2 – ProTaper<sup>®</sup> o instrumento F4 (40.06); Grupo 3 – alargador R40 (40.06); Grupo 4 – instrumento *Large* (40.06). Definiu-se o comprimento de trabalho 1 mm aquém do forame apical, os espécimes foram posicionados em dispositivos para captura do material extruído e a cada instrumentos ou 3 “*pecks*” o canal era irrigado com 2 ml de água bidestilada. Ao final da instrumentação os dentes foram removidos dos tubos receptores e tiveram sua superfície lavada com 1 ml de água bidestilada pra remoção de detritos aderidos. Os tubos foram então levados a uma incubadora a  $70^\circ$  por 5 dias para evaporação do líquido e pesagem final dos detritos, o cálculo foi realizado subtraindo o peso do tubo seco pelo peso inicial do mesmo. O tempo total de preparo foi calculado incluindo o tempo de ação de cada instrumento, troca e limpeza das limas e irrigação. A quantidade de *debris* extruídos e os tempos de preparo foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância e teste de Student-Newman-Keuls ( $P < 0,05$ ). Os resultados mostraram que o tempo de preparo com o instrumento R40 foi significativamente menor que os outros instrumentos ( $P < 0,05$ ), a lima *Large* foi mais rápida ( $P < 0,05$ ) que as sequências Mtwo<sup>®</sup> e ProTaper<sup>®</sup>, e não houve diferença estatística entre essas duas ( $P > 0,05$ ). Os sistemas de lima

única com movimento recíprocante (Reciproc<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup>) produziram significativamente mais detritos ( $P < 0,05$ ) quando comparados aos sistemas rotatórios (Mtwo<sup>®</sup> e ProTaper<sup>®</sup>); nenhuma diferença estatisticamente significativa foi obtida entre Mtwo<sup>®</sup> e ProTaper<sup>®</sup> ( $P > 0,05$ ) e o sistema Reciproc<sup>®</sup> produziu significativamente mais detritos em comparação com todos os outros instrumentos ( $P < 0,05$ ). Os autores observaram que todos os sistemas de instrumentação testados produziram *debris* e puderam concluir que os sistemas rotatórios, que empregam sequência completa, produziram menos detritos que os sistemas recíprocantes de lima única.

Dietrich; Kirkpatrick e Yaccino (2012) compararam a eficiência na remoção de *debris* entre os sistemas SAF<sup>®</sup>, WaveOne<sup>®</sup> e K3<sup>®</sup>. Trinta molares inferiores foram selecionados para o estudo, esses tiveram suas cúspides desgastadas, o terço cervical preparado com brocas Gattes-Glidden, o comprimento de trabalho definido a 1 mm aquém do forame apical e o cateterismo foi feito por limas K #15 e #20 até essa medida. Após o preparo os dentes foram divididos nos 3 grupos ( $n=10$ ); as raízes distais foram seccionadas e as raízes mesiais foram montadas em um K-Kube para realização da análise proposta por Howard et al. (2011). O Grupo 1 foi preparado com o sistema K3<sup>®</sup> até a lima #35/.04, o Grupo 2 pelo alargador *Primary* e o Grupo 3 pelo instrumento SAF com 1,5 mm de diâmetro. Todos tiveram hipoclorito de sódio a 6% como solução irrigante durante o preparo e EDTA 17% como solução irrigante final. Os Grupos 1 e 2 foram submetidas a um protocolo de irrigação suplementar utilizando o SAF, para testá-lo como um complemento na irrigação. Foram feitas imagens antes da instrumentação, após a instrumentação, após a irrigação final e após o complemento com SAF e então se calculou a porcentagem de limpeza e a diferença entre os grupos foi analisada com o teste de medidas repetidas de variância ( $P < 0,05$ ). Não houve diferença significativa na limpeza do canal entre os grupos, porém o Grupo 2 (WaveOne<sup>®</sup>) apresentou quantidade significativamente maior de *debris* no istmo. O emprego do SAF

melhorou significativamente a limpeza do canal auxiliar no Grupo 1 (K3<sup>®</sup>) ao nível de 2 mm. Pode-se concluir que não houve diferença na limpeza do canal entre os 3 grupos, embora K3<sup>®</sup> e SAF<sup>®</sup> tenham tido um desempenho melhor que WaveOne<sup>®</sup>, e que a utilização do protocolo de irrigação complementar melhorou a limpeza apenas no Grupo 1.

Kim et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a fadiga cíclica e resistência à torção das novas limas Reciproc<sup>®</sup> R25 e WaveOne<sup>®</sup> Primary, ambas com conicidade 25.08 e acionadas por movimento recíprocante; a lima ProTaper<sup>®</sup> F2, empregada em rotação contínua, foi utilizada como controle. Em cada grupo utilizou-se 10 limas para cada teste acionadas pelo motor VDW Silver<sup>®</sup>, ajustado na função correta. O teste de fadiga cíclica foi realizado em um dispositivo de aço, simulando um canal curvo com 0,6 mm de diâmetro apical, 6,06 mm de raio e ângulo de curvatura de 45°. Movimentos contínuos de vai-e-vem foram realizados para simular o movimento de “bicada” em uma situação clínica real, com os canais lubrificados por utilizou-se óleo sintético. O número de ciclos até a ruptura foi determinado através da medição do tempo de fratura (multiplicação do tempo de fratura – em segundos – pelo número de rotações ou ciclos por segundos), o comprimento do fragmento foi medido e a superfície da fratura foi examinada por meio de microscopia eletrônica de varredura. Para avaliar a resistência à torção um bloco metálico com um orifício cúbico foi construído de forma que 5 mm da ponta de cada lima fosse mantida rigidamente no seu lugar, aplicou-se uma rotação uniforme a 2 rpm com a lima em linha reta, o torque foi aplicado em sentido anti-horário para os instrumentos Reciproc<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup> e no sentido horário para o ProTaper<sup>®</sup>. A carga máxima de torção (N x cm) durante a fratura foi gravada e os fragmentos foram avaliados sob o microscópio eletrônico de varredura para análise das características topográficas das superfícies de fratura em várias ampliações (180-200 vezes). A análise estatística foi realizada utilizando-se análise de variância. As limas Reciproc<sup>®</sup> mostraram um maior número de ciclos até a fratura e as limas WaveOne<sup>®</sup> apresentaram uma maior

resistência à torção do que os outros. Ambos os instrumentos acionados pelo movimento recíprocante demonstraram resistência à fadiga cíclica e à torção significativamente maior do o grupo ProTaper ( $P < .05$ ). A análise fractográfica mostrou características típicas de falha de fadiga e de torção cíclica para todos os instrumentos. Pode-se concluir que as duas marcas limas de NiTi para uso com um movimento recíprocante apresentaram propriedades mecânicas superiores.

Meireles et al. (2012) avaliaram a ocorrência do transporte apical nos canais méso-vestibulares de molares inferiores utilizando-se duas técnicas rotatórias e uma técnica híbrida no preparo biomecânico. Foram selecionados 45 dentes com o ápice completamente formado e grau de curvatura entre  $20^\circ$  e  $55^\circ$ . O comprimento padrão foi de 20 mm e o comprimento de trabalho foi definido a 0,5 mm aquém do ápice. Os dentes foram incluídos em blocos de resina acrílica, utilizando-se formas de gelo como molde, e divididos em 3 grupos. Para padronização das tomadas radiográficas inicial e final, foi construída uma plataforma acoplando uma unidade da forma de gelo ao posicionador radiográfico para dentes posteriores. A radiografia inicial foi realizada com uma lima K #15 inserida no canal em seu CT. No Grupo 1, inicialmente, realizou-se cateterismo com limas tipo K #15 e 20 no comprimento de trabalho provisório (CTP), em seguida os canais foram instrumentados com limas rotatórias ProTaper<sup>®</sup> na seguinte sequência: SX, S1, S2, F1 e F2. O Grupo 2 teve o cateterismo realizado com limas tipo K # 15 e 20, em seguida empregou-se as limas #15, 20 e 25 no CT; o preparo cervical foi realizado com brocas Gates-Glidden 2 e 3 e o refinamento apical com limas ProTaper<sup>®</sup> rotatórias F1 e F2. No Grupo 3, após o cateterismo com limas manuais #10 e 20 no CTP, empregou-se as limas rotatórias PathFile<sup>®</sup> (#13, #16 e #19) no CT e em seguida foi feito o preparo cervical com a lima SX e o preparo apical com o restante da sequência ProTaper<sup>®</sup> (S1, S2, F1 e F2). A solução irrigante de escolha foi hipoclorito de sódio a 2,5% e após o preparo biomecânico os dentes foram novamente radiografados com a lima

de memória posicionada dentro do canal. As radiografias inicial e final foram digitalizadas e o desvio foi avaliado através da sobreposição das imagens no programa Adobe Photoshop CS4; concluiu-se não haver desvio apical quando, nas imagens sobrepostas, não era possível identificar as diferentes pontas dos instrumentos; quando houve desvio a distância entre as pontas dos instrumentos foi calculada. Os resultados não mostraram diferenças significativas no grau de desvio das diferentes técnicas ( $P > 0,05$ ). Sendo assim os autores concluíram que as técnicas testadas são capazes de manter a forma original do canal radicular

Pedullà et al. (2012) avaliaram a resistência à fadiga cíclica de instrumentos de reciprocantes de NiTi após sua imersão em hipoclorito de sódio ao longo de diferentes períodos de tempo. Foram selecionados analisados 45 limas Reciproc<sup>®</sup> R25 e 45 WaveOne<sup>®</sup> Primary, tendo cada uma a sua superfície inspecionada com um microscópio antes do experimento. As 45 limas de cada marca foram divididas em grupos de 15 de acordo com a substância química utilizada. O Grupo 1 foi o grupo controle e os instrumentos não foram imersos em nenhuma solução; nos Grupos 2 e 3 os instrumentos foram imersos em solução de NaOCl a 5%, a 37°C por 1 e 5 minutos, respectivamente, em diferentes compartimentos de vidro. Realizou-se também imersão dinâmica das limas, empregando os movimentos pré-determinados pelos fabricantes, em um compartimento com hipoclorito suficiente para cobrir os 16 mm de sua parte ativa. Após a remoção da solução os instrumentos foram lavados em água bidestilada para neutralizar os efeitos da substância química, secados e numerados. Para o teste de fadiga cíclica os instrumentos foram acionados em um dispositivo com um canal simulado apresentando ângulo de curvatura de 60°, raio de curvatura de 5 mm e distância de 6 mm da ponta do instrumento ao centro da curvatura. O tempo de fratura de cada instrumento foi anotado e a análise estatística se deu pelos testes de análise de duas vias da variância e de Bonferroni ( $p=0,05$ ). O tempo de fratura foi a variável dependente, enquanto a marca das limas e condições de imersão foram as medidas independentes. A resistência à fadiga cíclica

nos instrumentos da mesma marca não foi significativamente afetada por imersão em hipoclorito de sódio. A lima Reciproc<sup>®</sup> R25 apresentou maior resistência à fadiga cíclica em todos os grupos em comparação com Waveone<sup>®</sup> Primary (P <0,0001). Conclui-se que a imersão dinâmica em NaOCl por 1 ou 5 min não reduziu significativamente a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos e que o tempo de fratura da lima R25 foi maior do que o da lima Primary possivelmente devido ao desenho transversal diferente e/ou o movimento diferente entre os programas “Reciproc ALL” e “WaveOne ALL”.

Pereira et al. (2012) compararam as propriedades físicas e mecânicas de uma liga de NiTi convencional com uma liga *M-Wire*, com a hipótese de que ambas apresentariam o mesmo comportamento. Para realização do teste foram utilizados dois fios NiTi com 1,0 mm de diâmetro, um foi processado da maneira convencional (FC) e o outro pelo processo térmico *M-Wire* (FW). Espectroscopia de energia dispersiva de raios-X foi utilizada para determinar sua composição química através da determinação dos valores médios de níquel e titânio em 10 pequenas áreas de cada tipo de fio. Para identificar as fases cristalográficas presentes, empregou-se o método de difração de raios X, utilizando radiação Cu-K $\alpha$  a 40 kV e 30 mA e um monocromador de grafite. As temperaturas de transformação foram determinadas como sendo o início e fim de picos exotérmicos/endotérmicos, sobre as curvas de aquecimento (80°C) e arrefecimento (-80°C) gravadas por calorimetria de varrimento diferencial. Os dois fios mostram aproximadamente a mesma composição química (razão atômica aproximada 1:1), e a fase  $\beta$  foi fase predominante. B19' martensite e Fase-R foram encontrados nas ligas FW, de acordo com as temperaturas de transformação mais elevadas; os fios FC, apresentaram temperaturas de transformação abaixo da temperatura ambiente. A média de valores de microdureza Vickers foi semelhante para FW e FC (P = 0,91). O estresse no platô de transformação nas curvas de carga-descarregamento de tração foi menor e mais uniforme nos fios FW, que também apresentaram menor estresse e módulo de elasticidade aparente.



Pôde-se concluir que as ligas *M-Wire* apresentaram propriedades físicas e mecânicas que capazes de tornar instrumentos endodônticos mais flexíveis e resistentes à fadiga do que as feitas com fios de NiTi convencionalmente processados.

Plotino et al. (2012) avaliaram a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Reciproc<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup>, com a hipótese de que não haveria diferença entre eles. Os instrumentos foram analisados em um microscópio para avaliar se não havia deformações em sua superfície, e então foram divididos em dois grupos (n=15) de acordo com a marca avaliada. O teste foi realizado em um dispositivo com um canal artificial apresentando ângulo de curvatura de 60° e raio de curvatura de 5 mm, o centro de curvatura foi de 5 mm a partir da ponta do instrumento e o segmento curvo do canal foi de aproximadamente 5 mm de comprimento. Os instrumentos foram acionados de acordo com a predefinição dos fabricantes, o canal foi lubrificado com óleo sintético e o tempo e o comprimento de fratura de cada instrumento foram anotados. Para análise estatística empregou-se o teste de t-Student com nível de significância de 95%. Os instrumentos Reciproc<sup>®</sup> apresentaram tempo de fratura significativamente maior que os WaveOne<sup>®</sup> (P<0,05) e nenhuma diferença foi encontrada no comprimento de fratura (P>0,05). Pode-se concluir que os instrumentos Reciproc<sup>®</sup> apresentam maior resistência à fadiga cíclica, o que pode estar associado à diferença na secção transversal e/ou diferença na amplitude de rotação horária/anti-horária dos sistemas reciprocantes.

Frota et al. (2013) compararam a capacidade de limpeza do terço apical entre as duas técnicas de instrumentação do Sistema ProTaper<sup>®</sup> (manual e rotatória), no que diz Foram selecionados 10 molares inferiores com angulação do canal radicular de 0 ° a 5 °, e 10 mm de comprimento da raiz; as raízes mesiais foram seccionadas e divididas em dois grupos. Inicialmente realizou-se cateterismo com uma lima tipo K #10 e o comprimento de trabalho definido foi a 1 mm aquém do forame apical. O Grupo 1 foi instrumentado com o kit

ProTaper Universa<sup>®</sup>1 rotatório acionado pelo motor X-Smart<sup>®</sup> e o Grupo 2 com as limas ProTaper<sup>®</sup> manuais; em ambas as técnicas seguiu-se a sequência de utilização proposta pelo fabricante (SX, S1, S2, F1, F2), realizando irrigação com 1 ml de hipoclorito de sódio a 1% após cada troca de instrumento. As limas foram descartadas e substituídas por novas após a instrumentação de 5 canais. Ao final do preparo as raízes foram submetidas ao processamento histotécnico de rotina sendo realizados 3 cortes semi-seriados com 5 µm de espessura, de cada uma delas; as secções foram feitas no terço apical a 2 mm do forame. A análise histológica foi realizada por um único operador de forma cega; após visualização em microscópio óptico (aumento de 120x) as imagens foram digitalizadas e analisadas com o programa Corel Photo-Paint<sup>®</sup> X5 através de uma grade de integração; a área total e a área ocupada por *debris* foram calculadas. A análise estatística (U-Mann-Whitney -  $P < 0,05$ ) demonstrou que o Grupo 1 apresentou maior capacidade de limpeza quando comparado ao Grupo 2. Sendo assim os autores concluíram que a técnica rotatória apresentou melhores resultados de limpeza no terço apical do sistema de canais radiculares, quando comparada com a técnica manual.

Gavini et al. (2012) realizaram um estudo para comparar a resistência à fadiga por flexão dos instrumentos R25 do sistema Reciproc<sup>®</sup> utilizados em rotação contínua e movimento recíprocante, sob a hipótese de que não haveria diferença entre os dois movimentos no que diz respeito à fratura por fadiga cíclica. Trinta e seis limas R25 de 25 mm foram divididas em dois grupos experimentais (n=18). O teste de fadiga cíclica foi realizado com um dispositivo que simulou movimentos de entrada e saída, com 2 mm de amplitude, em canais artificiais com ângulo de 40° e raio de curvatura de 5mm. Os instrumentos foram acionados por um motor elétrico acoplado a um contra ângulo com redução de 20:1; no grupo de rotação contínua (RC) foi empregada uma velocidade de 300 rpm, e no grupo com movimento recíprocante (MR) foram desenvolvidos 10 ciclos por segundo, o que equivale a 300 rpm. Ao final do teste, a média do tempo de fratura dos grupos foi calculada em segundos

e convertida em ciclos até a fratura e a superfície de 5 instrumentos de cada grupo foi avaliada em um microscópio de varredura (MEV). Foi utilizado o teste t de Student para avaliar a presença de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ( $P < 0,05$ ). Instrumentos utilizados em movimento recíprocante mostraram um número de ciclos até a fratura significativamente maior que os instrumentos em rotação contínua. As imagens de MEV mostraram estrias que caracterizam a ocorrência de falha por fadiga, assim como ondulações esféricas que são representativas de uma fratura dúctil. Micro-vazios e rachaduras também foram encontrados. Dessa maneira, concluíram que o uso da lima R25 em movimento recíprocante mostrou maior resistência à fratura quando comparada à rotação contínua.

Koçak et al. (2013) compararam, *in vitro*, a capacidade de *debris* extruídos apicalmente após o preparo de canais radiculares de dentes humanos extraídos. Foram utilizados 68 pré-molares unicanalulares. Para uniformizar a amostra foram selecionados dentes com tamanhos semelhantes, diâmetro no CT compatível com uma lima K #15 e a cúspide lingual foi desgastada para servir como ponto de referência. Os grupos foram instrumentados de acordo com as instruções dos fabricantes e os 4 grupos experimentais (n=17) foram: Grupo 1 – ProTaper® até a lima F2; Grupo 2 – SAF®; Grupo 3 – Revo S®; Grupo 4 – R25. Para avaliar a quantidade de *debris* extruída foi utilizado o modelo proposto por Myers e Montgomery (1991). Os dentes foram instrumentados por um único operador e o tubo Eppendorf foi revestido com folha de papel alumínio. Em cada amostra, 4 ml de água destilada foi utilizada como a solução irrigante a cada troca de lima (Grupo 1 e 3), entre as sequências de “*pecks*” (Grupo 4) ou no sistema de irrigação automatizado (Grupo 2). Após a instrumentação a rolha, o dente e a agulha foram removidos do tubo, os *debris* aderidos à parede do dente foram lavados com 1 ml de água destilada e os tubos foram armazenados em uma incubadora a 70°C por 5 dias para evaporação da água destilada e pesagem final dos detritos. O cálculo do peso foi realizado por um segundo examinador que desconhecia os

grupos. A análise estatística foi realizada usando o software SPSS versão 18.0, sendo que os dados foram apresentados como valores medianos. Os grupos foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis para todas as variáveis ( $P < 0,05$ ). Embora diferenças estatisticamente significativas entre os grupos não tenham sido identificadas ( $P = 0,218$ ), o grupo ProTaper produziu o maior valor médio de extrusão e o Reciproc<sup>®</sup> produziu menos detritos em comparação com os outros instrumentos. Apesar das limitações do estudo e de não haver diferenças significativas entre os Grupos Reciproc, Revos, SAF e ProTaper, o design dos instrumentos e os princípios de trabalho podem afetar a extrusão apical de *debris*.

Lopes et al. (2013), baseados na hipótese de que a nova geração de ligas de NiTi apresentam melhor comportamento mecânico quando comparadas às ligas tradicionais, realizaram um estudo com o objetivo de comparar a resistência à flexão, fadiga cíclica, e a carga de torção de instrumentos endodônticos feitos com liga de NiTi convencional, *M-Wire* ou em Fase-R. Foram utilizados 10 instrumentos #25 com conicidade 0.06 das seguintes marcas: K3<sup>®</sup> e Revo-S SU<sup>®</sup> (NiTi convencional), K3XF<sup>®</sup> (NiTi em Fase-R) e ProFile Vortex<sup>®</sup> (liga *M-Wire*). Inicialmente os instrumentos foram analisados em um estereomicroscópio para determinar seu diâmetro em D3 e D13, o número de espirais na parte ativa e sua conicidade. Para o teste de resistência à flexão os instrumentos tiveram sua parte ativa reduzida para 22 mm e aplicou-se uma carga de 20N, com uma velocidade de 15 mm/min até que cada instrumento fosse submetido a um deslocamento elástico de 45°. No teste de fadiga cíclica, os instrumentos foram introduzidos em um canal artificial com raio de curvatura de 6 mm e rotacionados em sentido horário a 310 rpm até sua fratura. No teste de torção os instrumentos foram presos a 3 mm da ponta e uma carga de 20N com rotação horária de 2 rpm, a carga de deformação à ruptura foi registrada e a deformação na falha foi convertida à deflexão angular (rotações ou graus). O tipo de fratura e a presença de deformação plástica no eixo foram determinados após avaliação no microscópio eletrônico de varredura. Os dados foram

analisados estatisticamente pelo teste de análise de variância e de Student-Newman-Keuls para comparações múltiplas ( $P < 0,05$ ). Na análise da forma geométrica os instrumentos K3<sup>®</sup> e K3XF<sup>®</sup> apresentaram secção transversal em forma de U; Profile Vortex<sup>®</sup> secção triangular e Revo-S SU<sup>®</sup> secção triangular assimétrica. A flexibilidade pode ser classificada em ordem decrescente como segue: K3XF<sup>®</sup> > Revo-S SU<sup>®</sup> > Perfil Vortex<sup>®</sup> > K3 (diferença significativa,  $P < 0,05$ ). A classificação no teste de resistência à fadiga foi a seguinte: K3XF<sup>®</sup> > K3 > Perfil Vortex<sup>®</sup> > Revo-S SU; não houve deformação plástica. No teste de torção, a análise estatística mostrou uma diferença significativa na deflexão angular em falha K3XF quando comparando com os outros três instrumentos ( $P < 0,05$ ). Após análise microscópica, em todos os instrumentos havia características morfológicas dúcteis na superfície de fratura. Os resultados mostraram que o instrumento K3XF<sup>®</sup> (NiTi em Fase-R) apresentou melhor desempenho em flexibilidade, deflexão angular de ruptura e resistência à fadiga cíclica; o Profile Vortex<sup>®</sup> (liga *M-Wire*) não teve os resultados esperados em flexibilidade e fadiga cíclica. Pode-se concluir que além da liga a partir da qual o instrumento é fabricado, a sua forma e dimensões são determinantes em seu desempenho mecânico.

Park et al. (2013) avaliaram a eficiência instrumentos Reciproc<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup> analisando os fatores que podem influenciar seu desempenho durante o preparo biomecânico, como manutenção do comprimento de trabalho, manutenção da curvatura do canal e o número de possíveis reutilizações das limas. Cem canais mesiais de molares inferiores foram divididos em dois grupos ( $n=50$ ) de acordo com a técnica de instrumentação. Os dentes tiveram seu ângulo de curvatura mensurados, o comprimento de trabalho foi definido a 1mm aquém do forame e realizou-se cateterismo com uma lima K #15 até essa medida. No Grupo Reciproc<sup>®</sup> empregou-se a lima R25 e no Grupo WaveOne<sup>®</sup> a *Pimary*, ambas acionadas pelo motor com a programação pré-definida pelos fabricantes, e tendo hipoclorito de sódio a 5,25% como solução irrigante. A incidência e o tipo de defeitos superficiais dos instrumentos

após o uso in vitro em 1, 5 e 10 canais foram observados em microscopia eletrônica de varredura, sendo substituídos os casos que apresentaram deformações ou fraturas. O tempo necessário para o instrumento chegar ao comprimento de trabalho foi anotado, desconsiderando o tempo da irrigação. Para comparar a diferença no tempo de trabalho entre os dois grupos, o método de análise estatística consistiu em análise de covariância (ANCOVA). Não houve diferença significativa entre os grupos quando se comparou manutenção na curvatura do canal ou comprimento de trabalho. Quando se comparou o tempo de trabalho, o Grupo WaveOne apresentou resultados significativamente superiores ( $P < 0,05$ ). Todos os 100 alargadores utilizados em até 10 canais não apresentaram alterações visíveis na estrutura helicoidal ou fraturas, nenhum apresentou deformação plástica quando analisados longitudinalmente no MEV. Não houve diferença significativa entre os dois grupos na formação e propagação de microfissuras ou abrasões ponta até sua quinta utilização, no entanto, alguns instrumentos, em ambos os grupos, mostraram um ligeiro desgaste da ponta e micro defeitos de superfície após sua décima utilização. Apesar das limitações do estudo, pode-se concluir que o Grupo WaveOne apresentou menor tempo de trabalho independente da anatomia do canal, além disso as limas podem ser reutilizadas até 5 vezes sem que haja deformações em as superfície.

Pedullà et al. (2013) avaliaram a resistência à fadiga por flexão de 4 tipos de sistemas de NiTi, dois utilizados em diferentes movimentos reciprocantes (Reciproc<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup>) e dois utilizados em rotação contínua (Mtwo<sup>®</sup> e TF<sup>®</sup>), seguindo a hipótese de que não haveria diferença na resistência à fadiga cíclica entre os instrumentos e os 3 tipos de movimentos testados. Ao todo foram analisados 45 alargadores de cada marca (180 no total), estes foram divididos em 3 grupos ( $n = 15$ ) em função do movimento testado: Grupo 1 – rotação contínua a 1300 rpm; Grupo 2 – *Reciproc ALL*; Grupo 3 – *WaveOne ALL*. Todos os instrumentos foram analisados em um estereomicroscópio, antes da realização dos testes, para verificar a

presença de defeitos de superfície. Utilizou-se um modelo estático para teste de fadiga cíclica, com o emprego de um canal artificial com ângulo de 60° e raio de curvatura de 5 mm, lubrificado com óleo sintético. Os instrumentos foram acionados por um motor elétrico acoplado a um contra ângulo com redução 6:1. Todos os instrumentos foram girados até que ocorresse sua ruptura, o tempo de cada um foi registrado e convertido em e o número de ciclos até à fratura, independente do sentido de rotação. Os fabricantes afirmam que o modo *Reciproc ALL* tem uma velocidade de 300 rpm e o *WaveOne ALL* de 350 rpm. O comprimento da ponta da lima fraturada foi medida usando um paquímetro digital. Os dados foram analisados utilizando análise de duas vias da variância e o teste de Bonferroni ( $P=0,05$ ); o número de ciclos até a fratura foi considerada uma variável dependente, enquanto que a marca das limas e o tipo de movimento empregado foram consideradas medições independentes. A resistência à fadiga cíclica dos dois instrumentos de movimento recíprocante foi significativamente mais elevada do que a rotação contínua em todas as marcas ( $P < 0,001$ ). Nenhuma diferença significativa foi observada entre as marcas quando se empregou os dois movimentos recíprocantes ( $P > 0,05$ ). Ao considerar o movimento clínico adequado para cada marca, não foi encontrada diferença significativa na fadiga cíclica entre TF<sup>®</sup>, Mtwo<sup>®</sup> e instrumentos Reciproc<sup>®</sup> R25, enquanto que a resistência à fadiga cíclica das limas WaveOne<sup>®</sup> *Primary* foi menor do que as outras três marcas ( $P < 0,05$ ). Concluiu-se que o movimento recíprocante mostrou resistência à fadiga cíclica significativamente maior em todas as marcas em comparação com rotação contínua. Não foram encontradas diferenças entre os dois movimentos alternativos.

Shen et al. (2013) revisaram a literatura com o objetivo de proporcionar aos endodontistas, de acordo com prática baseada em evidências, os benefícios da seleção e aplicação de instrumentos rotatórios de NiTi para tratamento de canal confeccionados de diferentes formas. O NiTi é chamado um metal exótico, porque não está em conformidade

com as regras normais da metalurgia, suas ligas utilizadas no tratamento do canal radicular contêm aproximadamente 56% (em peso) de níquel e 44% (em peso) de titânio; a combinação resultante é uma razão atômica de 1:1 dos principais componentes e similar, a outros sistemas metálicos, a liga pode existir em várias formas cristalográficas. O desempenho mecânico de ligas de níquel-titânio é sensível à sua microestrutura e tratamento termomecânico associado; o processo térmico ou é uma abordagem fundamental para ajustar a temperatura de transição em NiTi liga, o que afeta a resistência à fadiga de limas endodônticas de NiTi. Os instrumentos de NiTi recentemente desenvolvidos são fabricados com ligas que possuem controle de memória (*M-Wire* e *Fase-R*). A liga *M-Wire* foi introduzida em 2007 e é produzida através da aplicação de uma série de tratamentos térmicos do fio de NiTi; *GT Series X*, *Profile Vortex* e *Vortex Blue* são exemplos de instrumentos fabricados com esse material. Os estudos analisados mostraram que os instrumentos fabricados com ligas *M-Wire* apresentaram resistência à fadiga cíclica superior aos instrumentos fabricados com NiTi convencional. As vantagens das limas de NiTi para limpeza e modelagem de canais apresentarem flexibilidade e resistência aumentadas são: diminuição do transporte do canal e do risco de fratura, assim como favorecimento de uma instrumentação mais rápida e segura. Cabe ao endodontista compreender a natureza de diferentes matérias-primas de NiTi e seu impacto no desempenho do instrumento.

Meireles (2014) avaliou a ocorrência de desvio apical após a instrumentação de canais mesiais de molares inferiores ao utilizar as técnicas mecanizadas de movimento recíprocante *WaveOne*<sup>®</sup> e *Reciproc*<sup>®</sup> no preparo do canal radicular por meio de tomografia computadorizada Cone Beam. Para realização da pesquisa foram selecionados 26 molares inferiores com grau de curvatura de  $20^{\circ} \leq 40^{\circ}$  e raio  $\leq 10$  mm, comprimento radicular de 16 mm, diâmetro apical referente a lima K #15 e forames independentes. Os espécimes foram incluídos em resina acrílica e separados em dois grupos (n=13), conforme o sistema de



instrumentação empregado: GWO – lima *Primary* (25.08) do sistema WaveOne<sup>®</sup>; GR – instrumento R25 (25.08) do sistema Reciproc<sup>®</sup>. Após realização de tomada tomográfica inicial, procedeu-se a instrumentação dos dentes de acordo com as recomendações dos fabricantes. O comprimento de trabalho foi definido 1 mm aquém do forame apical e a solução irrigante utilizada foi o hipoclorito de sódio a 2,5%, sendo aplicados 2 ml a cada “*peck*”. Em seguida realizou-se outra tomografia afim de calcular o desvio apical e definir sua direção, de acordo com as seguintes fórmulas: desvio:  $D=(X1-X2)-(Y1-Y2)$ ; capacidade de centralização:  $CC=(X1-X2/Y1-Y2$  ou  $Y1-Y2/X1-X2)$ ; o aumento percentual da área foi calculado a partir da diferença entre a área do canal instrumentado e não instrumentado. Os resultados mostraram que GR apresentou os maiores valores de desvio apical, no entanto, sem diferença estatisticamente significativa em relação a GWO ( $P > .05$ ). Ambos os sistemas apresentaram maior tendência de transporte no sentido mesial. Nenhum dos grupos apresentou perfeita centralização, com valores similares estatisticamente ( $P>0,05$ ). Já o aumento percentual da área pós-instrumentação não apresentou diferença significativa entre os grupos ( $P>0,05$ ). Pode-se concluir que ambos os sistemas promoveram alteração mínima da morfologia do canal radicular.

## **2 OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo comparar, por meio da análise histológica do terço apical das raízes mesiais de molares inferiores, a capacidade de limpeza promovida pelos novos sistemas de instrumentação endodôntica Reciproc<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup>, que empregam lima única acionada por motor com movimento recíprocante.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Desenho do Estudo**

Básico; Quantitativo; Explicativo; Experimental *in vitro* controlado.

### **3.2 Casuística**

Para adequação dos critérios de seleção dos espécimes, do processamento histológico e da contagem de *debris* para análise histológica, realizou-se um projeto piloto. A amostra foi composta por 2 incisivos inferiores (Dente 1 e Dente 2) unicaniculares e com a raiz achatada. O preparo biomecânico foi realizado apenas no Dente 1 e, em seguida, os dois espécimes foram submetidos ao processamento histológico de rotina, sendo realizados 6 cortes semi-seriados com 5 µm de espessura e distância de 50 cortes entre um e outro. Após coloração com hematoxilina e eosina as lâminas foram visualizadas em microscópio óptico, digitalizadas e tiveram os *debris* analisados com a sobreposição de uma grade de integração, dessa forma foi possível calibrar a contagem de pontos com e sem sujidade.

Este projeto foi delineado com um fator de variação para dois grupos experimentais (Grupo Reciproc e Grupo WaveOne) com 20 repetições cada e um Grupo Controle com 10 repetições (Figura 1).

O projeto foi submetido à apreciação ética por meio da Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em 10/10/2012, com Número de Parecer 120.956 (Anexo A).

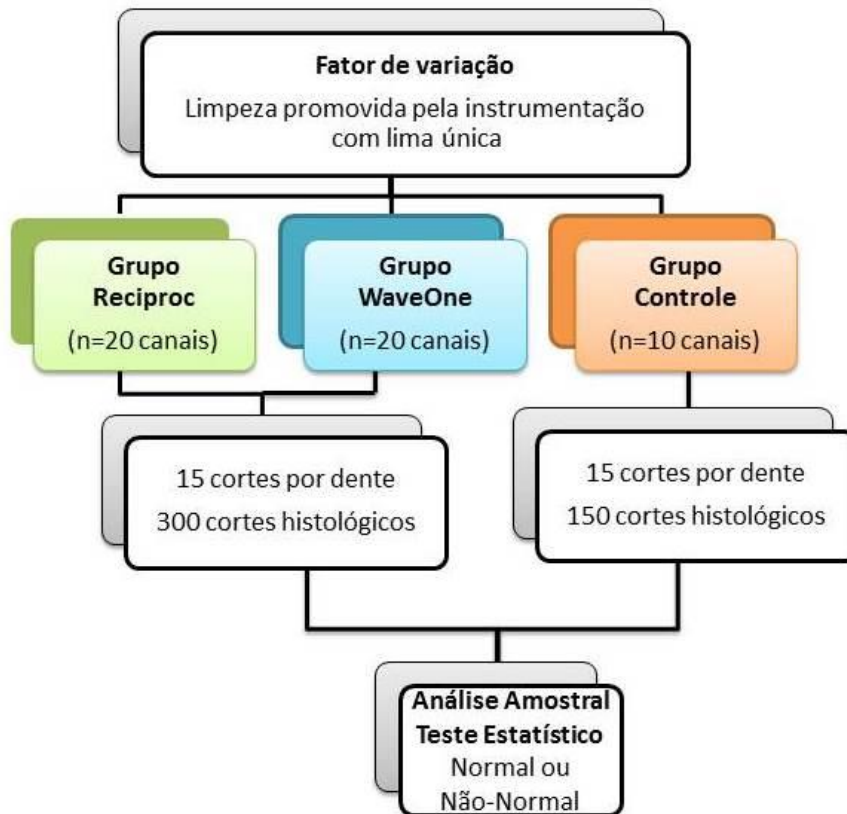


Figura 1 - Organograma do delineamento experimental.

### 3.3 Seleção dos Espécimes

Para realização da pesquisa, foram doados pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas 25 molares inferiores devidamente limpos e esterilizados.

Foram selecionados primeiros e segundos molares inferiores de acordo com os seguintes critérios, levando-se em consideração a raiz mesial: apresentar o ápice fechado, dois canais com forames distintos, diâmetro anatômico no comprimento de trabalho (CT) compatível com uma lima tipo K #15, ângulo de curvatura entre 20° e 40°, e raio de curvatura  $\leq 10$  mm

Inicialmente os dentes foram numerados (1 a 25) e posicionados sobre lâminas de cera utilidade (New Wax<sup>®</sup>, Technew Comércio e Indústria Ltda., Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,

Brasil) para realização de uma tomada radiográfica ortorradial, a fim de excluir dentes que apresentassem raiz méso-vestibular com calcificações ou reabsorções. O exame radiográfico foi realizado com películas oclusais Kodak Insight<sup>®</sup> (Rochester, Nova Iorque, Estados Unidos) e com o aparelho de raio-x Spectro 70x<sup>®</sup> (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), com exposição e distância objeto-filme padronizados em de 0,5 s e 10 cm, respectivamente. As películas foram processadas manualmente e observadas em negatoscópio (Biotron, Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, Brasil) (Figura 2).



Figura 2 - A) Dentes posicionados sobre a lâmina de cera utilidade; B) Distância padronizada objeto-filme para tomada radiográfica ortorradial; C) Radiografia ortorradial.

Após serem digitalizadas as radiografias foram transferidas para o programa AutoCAD<sup>®</sup> 2012 (Autodesk, São Rafael, Califórnia, Estados Unidos) para mensuração do ângulo de curvatura das raízes, em graus, e do raio de curvatura, em milímetros (Figura 3).

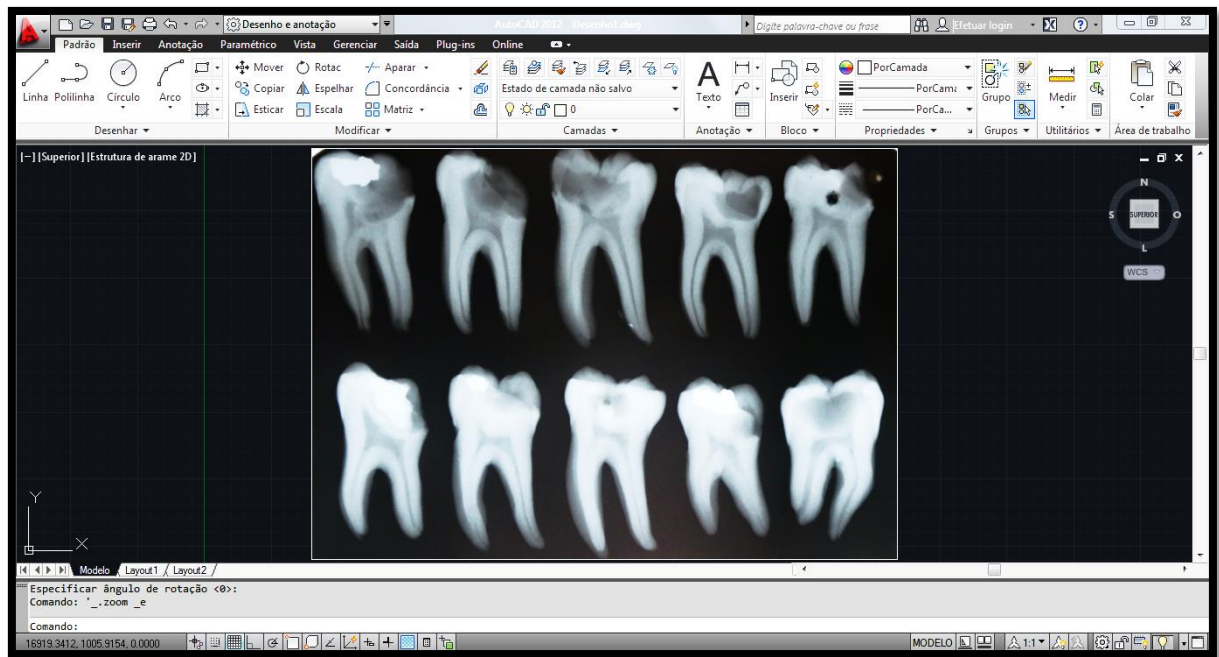


Figura 3 - Radiografia digitalizada e visualizada no programa AutoCAD® 2012.

Para se mensurar o ângulo de curvatura da raiz, de acordo com o Método de Schneider (1971), traçou-se uma linha ( $w$ ) paralela ao longo eixo da raiz a partir da embocadura do canal e outra ( $x$ ) que se iniciava no forame apical e terminava na intersecção com a primeira linha, no ponto onde se iniciava a curvatura da raiz. O ângulo agudo ( $\alpha$ ) formado por estas duas linhas determinou o seu grau de curvatura. De acordo com Pruett; Clement; Carnes (1997), há um ponto  $A$  e um ponto  $B$  nas linhas  $w$  e  $x$ , preconizadas por Schneider (1971), onde se inicia e termina a curvatura do canal, respectivamente. Por esses pontos tangencia um círculo cujo raio ( $r$ ), mensurado em milímetros, determina o raio de curvatura do canal; o centro do círculo é definido pelo encontro das retas  $y$  e  $z$ , que se originam dos pontos  $A$  e  $B$  e são traçadas perpendicularmente às linhas  $w$  e  $x$ , respectivamente (Figura 4).

Os dentes selecionados foram armazenados em um recipiente contendo água destilada e mantidos a uma temperatura de 5°C até a sua utilização.

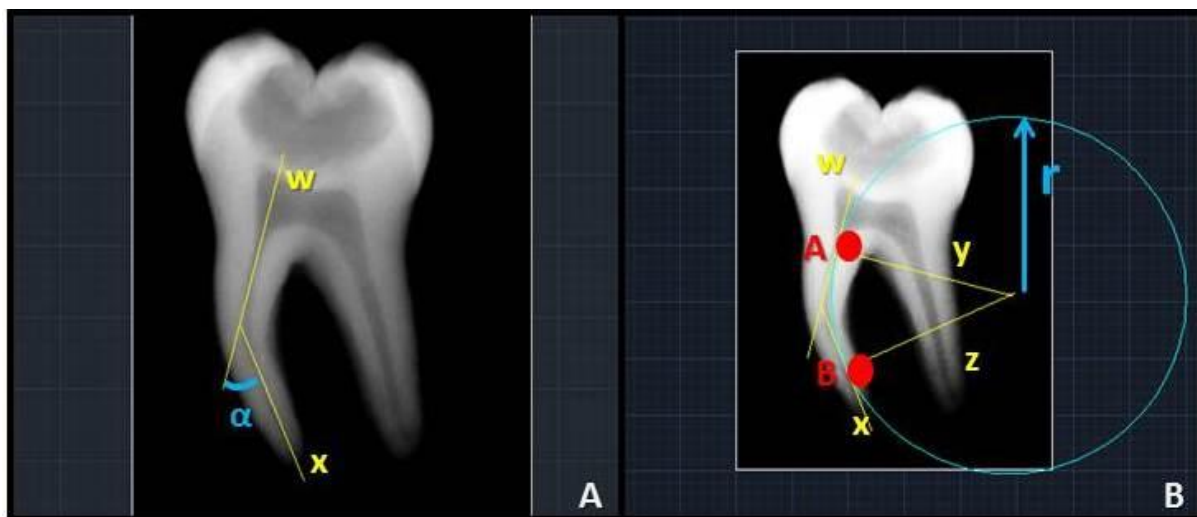


Figura 4 - A) Cálculo do ângulo de curvatura ( $\alpha$ ) da raiz mesial; B) Determinação do raio de curvatura ( $r$ ) da raiz mesial.

### 3.4 Preparo dos dentes e confecção dos corpos de prova

Em posse dos dados referentes ao ângulo e raio de curvatura das raízes, procedeu-se a abertura coronária com broca diamantada esférica nº 1015 (KG Sorensen<sup>®</sup>, Cotia, São Paulo, Brasil) acoplada em motor de alta rotação Dabi Atlante<sup>®</sup> (Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) e posterior desgaste compensatório da parede mesial com broca Endo Z (Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça), sob refrigeração constante. Em seguida os dentes foram medidos com paquímetro digital (Mitutoyo<sup>®</sup>, Kawasaki, Kanagawa, Japão) e, os que apresentaram comprimento superior a 16 mm, tiveram suas coroas seccionadas com disco diamantado (KG Sorensen<sup>®</sup>, Cotia, São Paulo, Brasil) (Figura 5).

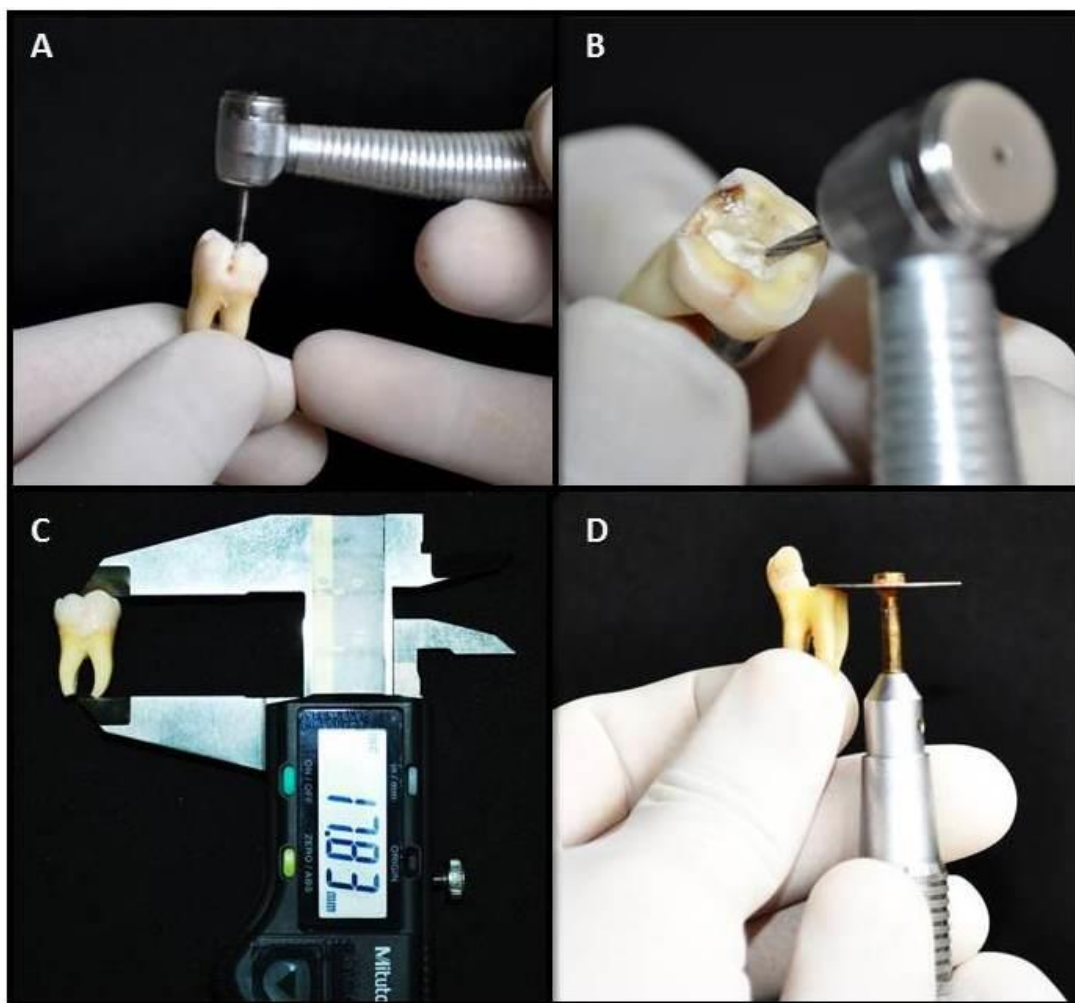


Figura 5 - A) Cirurgia de acesso com broca esférica 1015; B) Desgaste Compensatório da parede mesial com broca Endo Z; C) Medida inicial do dente com paquímetro digital; D) Secção parcial da coroa para padronização do tamanho.

Com os dentes acessados e o comprimento padronizado, realizou-se o cateterismo nos canais mesiais com limas tipo K #10 (Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça) em direção apical até que a ponta das mesmas fosse visualizada no forame, dessa forma verificou-se presença de canais com forames independentes pelo método visual e também determinou-se o comprimento de trabalho (CT), recuando a lima a 0,5 mm aquém do forame apical. Posteriormente uma lima tipo K #15(Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça) foi inserida até o CT para padronização do diâmetro anatômico (Figura 6). As limas K #10 e #15 foram substituídas após serem utilizadas em 5 dentes. Os comprimentos de trabalho obtidos podem ser observados no Apêndice A.



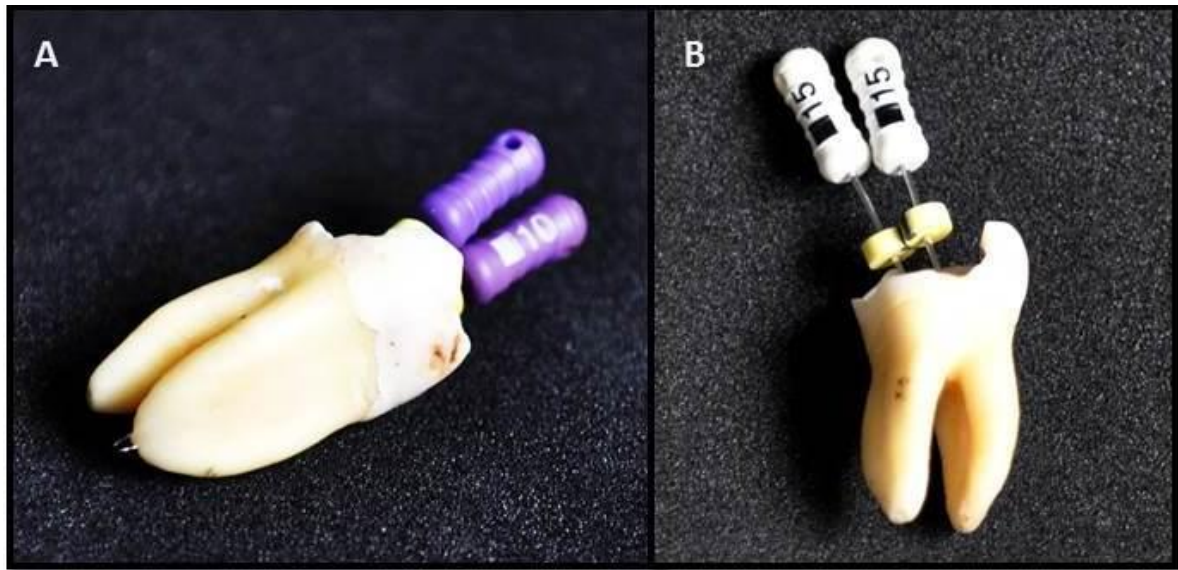


Figura 6 - A) Odontometria e confirmação visual de forames separados; B) Confirmação do diâmetro anatômico no comprimento de trabalho (CT).

Após uniformização da amostra, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos, pela técnica de amostra casual simples por meio do programa Microsoft Excel<sup>®</sup> 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington). Os dentes com numeração de 1 a 25 foram sorteados (ANEXO B) e distribuídos sequencialmente nos Grupos Reciproc (10 dentes; n=20 canais), WaveOne (10 dentes; n=20 canais) e Controle (05 dentes; n=10 canais).

Para instrumentação dos grupos experimentais foi confeccionada uma base quadrada com silicone de condensação (Perfil Denso<sup>®</sup>, Vigodent, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil), medindo 2,0 x 2,0 x 2,0 cm, visando adaptação dos corpos de prova em uma morsa de bancada. A manipulação se deu conforme as instruções do fabricante: comprimiu-se com a ponta dos dedos a base e o catalisador até a homogeneização da mistura, que em seguida foi inserida em uma fôrma de silicone. Os dentes foram adaptados na massa densa antes de sua polimerização de forma que a coroa permanecesse visível e, com o auxílio de uma régua, posicionou-se sua face vestibular/lingual paralela a uma das faces da fôrma. O corpo de prova foi removido da fôrma após a presa do material e os 20 blocos de silicone contendo os dentes foram organizados nos grupos experimentais (Figura 7).

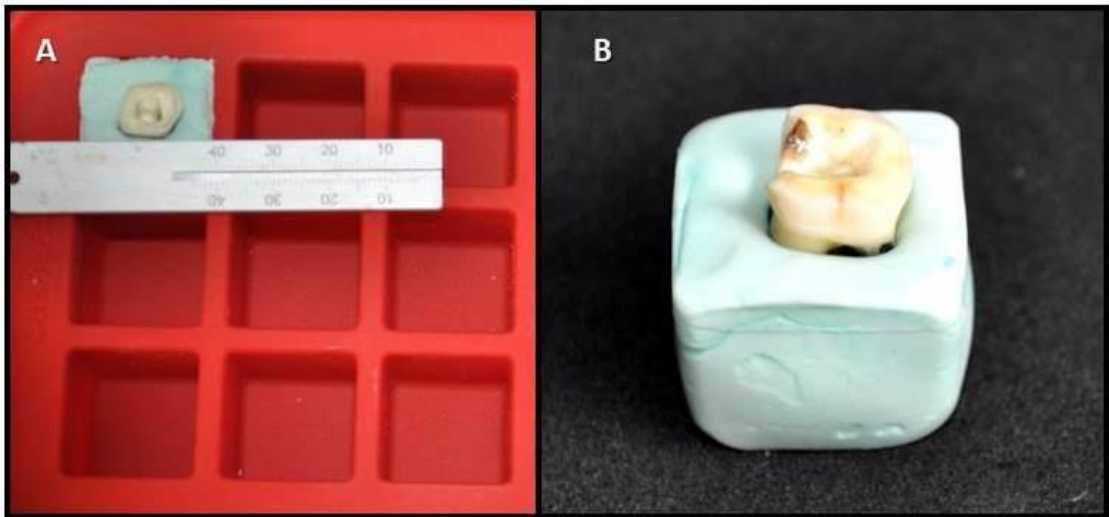


Figura 7 - A) Alinhamento da face vestibular/lingual com auxílio de uma régua durante a confecção do corpo de prova; B) Corpo de prova desenformado após o tempo de presa do silicone.

### 3.5 Preparo Químico-mecânico

Com os corpos de prova finalizados e adaptados à morsa de bancada (Figura 8) procedeu-se a instrumentação dos canais mesiais dos grupos experimentais, sendo que os dentes do Grupo Controle não foram submetidos a nenhum tipo de preparo químico-mecânico ou protocolo de irrigação.

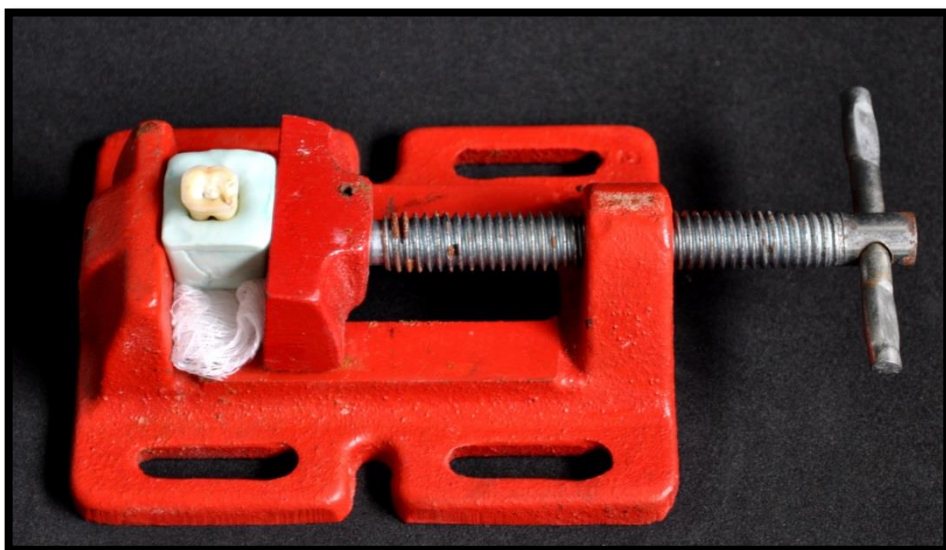


Figura 8 - Corpo de prova adaptado à morsa de bancada.

Em ambas as técnicas, inicialmente inundou-se a câmara pulpar com 1 ml de NaOCl 2,5% (Cloro Rio<sup>®</sup> 2,5%, Indústria Farmacêutica Rioquímica LTDA, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil), com auxílio de uma ponta NaviTip<sup>®</sup> amarela (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos) acoplada a uma seringa plástica descartável de 5 ml (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos). Em seguida realizou-se cateterismo no CT com limas tipo K #10 e #15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) (Figura 9).



Figura 9 - Substância química auxiliar e instrumental utilizado durante a instrumentação: A) Hipoclorito de sódio a 2,5%; B) Limas tipo K manuais #10 e #15; C) Seringa de 5 ml e ponta NaviTip amarela; D) Cânula de aspiração; E) Régua milimetrada; F) Ponta Capillary Tip.

Os instrumentos em teste foram acionados pelo contra ângulo Sirona<sup>®</sup> (Bensheim, Alemanha), com redução 6:1, acoplado ao motor VDW Silver<sup>®</sup> (VDW, Munique, Alemanha) que empregou movimento recíprocante.

O Grupo Reciproc foi instrumentado somente pela lima R25 (25.08/21 mm - VDW, Munique, Alemanha), com a função *Reciproc ALL* pré-determinada pelo motor VDW Silver<sup>®</sup> (VDW, Munique, Alemanha) (Figura 10). Foram empregados 3 movimentos de suave pressão apical com os instrumentos até atingir o CT. O primeiro movimento correspondeu ao preparo do terço cervical, o segundo ao preparo do terço médio e o terceiro ao do terço apical, sendo que, entre um movimento e outro, o alargador foi limpo com uma gaze estéril e o canal irrigado com 1 ml de NaOCl 2,5% (Cloro Rio<sup>®</sup> 2,5%, Indústria Farmacêutica Rioquímica LTDA, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil), introduzido a 3 mm aquém do CT com a ponta de irrigação NaviTip<sup>®</sup> e seringa (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos).

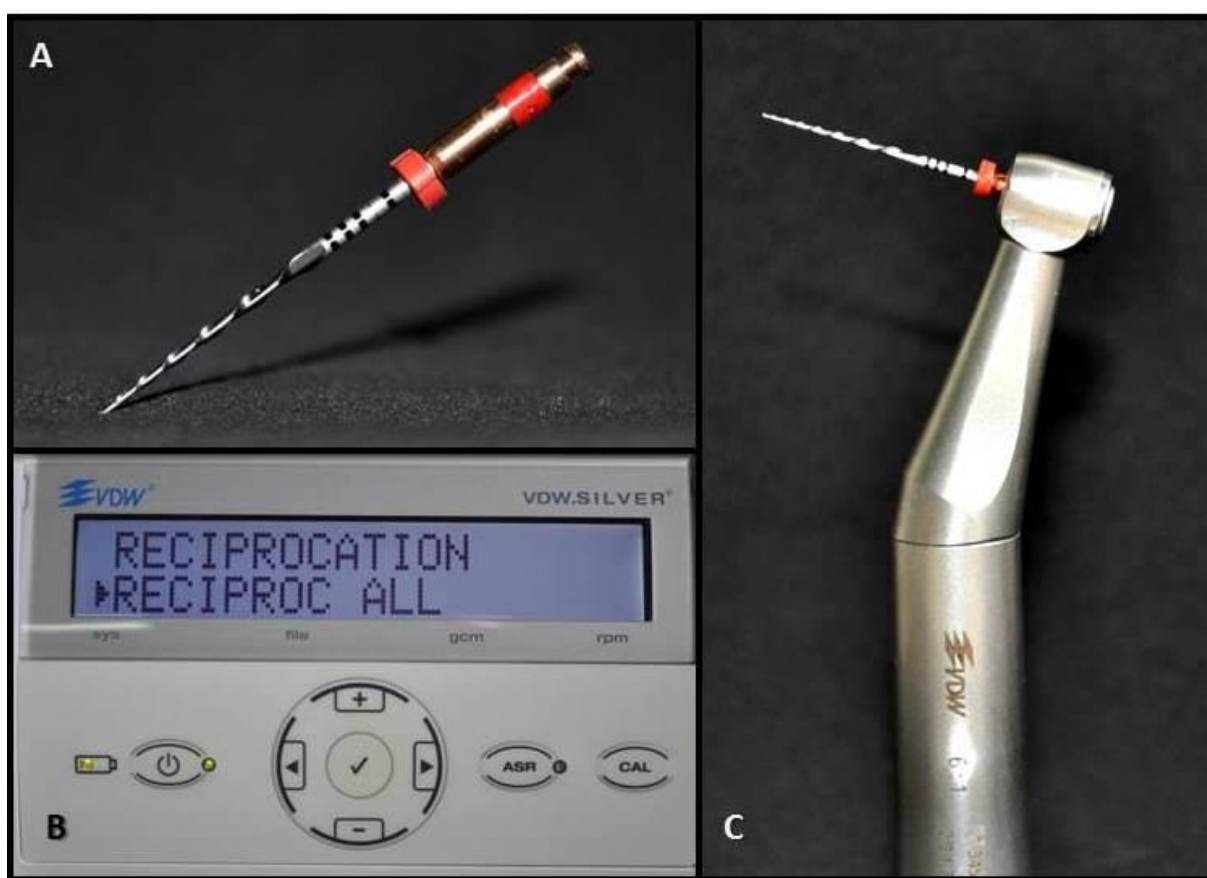


Figura 10 – A) Instrumento R25; B) Motor VDW Silver<sup>®</sup> ajustado para instrumentação do Grupo Reciproc; C) Contra-ângulo Sirona<sup>®</sup>.

No Grupo WaveOne utilizou-se apenas o instrumento *Primary* (25.08/21mm - Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), acionado pelo mesmo motor ajustado na função *WaveOne ALL* (Figura 11). Da mesma forma que no grupo anterior, os espécimes foram instrumentados com os mesmos 3 movimentos em direção ao ápice, com limpeza da lima e irrigação do canal entre um e outro, até que se atingisse o CT.



Figura 11 - A) Instrumento *Primary*; B) Motor VDW Silver<sup>®</sup> ajustado para instrumentação do Grupo WaveOne.

Após a instrumentação, o hipoclorito utilizado na irrigação final permaneceu no canal por 1 min e então o excesso de líquido foi aspirado com a ponta siliconizada CapillaryTip<sup>®</sup> (Utradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos). Os dentes foram removidos dos blocos de silicone e novamente armazenados em ambiente úmido a uma temperatura de 5°C. Vale ressaltar que os instrumentos de NiTi foram utilizados apenas uma vez e os de aço inoxidável foram substituídos a cada 5 dentes.

### 3.6 Processamento histológico

Posteriormente ao preparo químico-mecânico os espécimes foram fixados em formaldeído 4% por 48h, lavados em água corrente e imersos em solução de Morse por aproximadamente quatro semanas para descalcificação, com trocas periódicas a cada dois dias. Assegurada a descalcificação, o terço apical foi seccionado para possível realização do

processamento histotécnico de rotina. Os dentes foram novamente lavados em água corrente, desidratados em bateria ascendente de álcool e diafanizados em xilol para embebição em parafina líquida a aproximadamente 60°C. Em seguida, com o auxílio de uma inclusora, os espécimes foram incluídos em parafina para obtenção de blocos para microtomia (Figura 12).

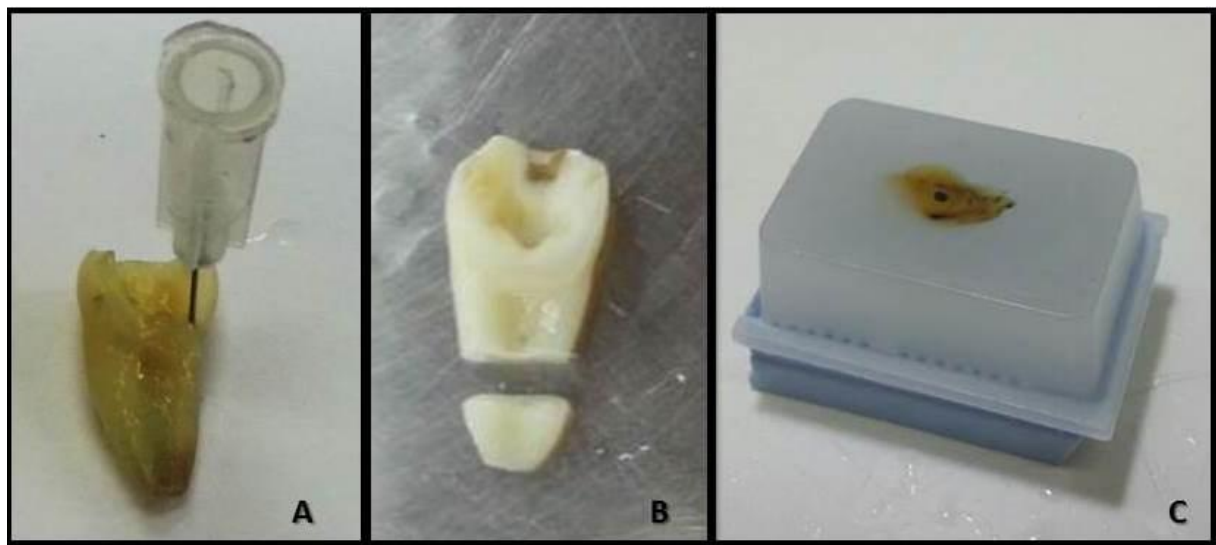


Figura 12 - A) Dente descalcificado e com a raiz distal removida; B) Separação do terço apical; C) Inclusão do terço apical em bloco de parafina.

Utilizando um micrótomo, foram obtidos cortes semi-seriados com 5  $\mu\text{m}$  de espessura do terço apical de cada uma das amostras. Após o descarte do primeiro milímetro apical selecionou-se a primeira secção, em seguida foram desconsiderados 30 cortes e o 31<sup>a</sup> foi novamente selecionado. Os cortes prosseguiram deste modo até se obter 15 de cada dente, os quais foram aderidos a lâminas de vidro.

Após desparafinização e hidratação dos cortes, procedeu-se a técnica de coloração com hematoxilina e eosina, os espécimes histológicos foram imersos em hematoxilina de Carazzi por um minuto, lavados em água corrente por 10 minutos, imersos em eosina de Lison por 20 segundos, lavados em água destilada e novamente desidratados para montagem em Permout<sup>®</sup> (Permout Mounting Media, Fisher Scientific, Pittsburgh, Pensilvânia, EUA).

Obtidas as lâminas coradas e montadas (Figura 13), os cortes histológicos foram numerados para realização da análise histológica.



Figura 13- Lâminas coradas com os cortes histológicos posicionados e numerados.

### 3.7 Análise histológica e determinação da área ocupada por *debris*

Os cortes histológicos foram visualizados em um microcomputador (Dell Inspiron<sup>®</sup> 14R-3440, Intel Corporation nos EUA) e tiveram suas imagens capturadas, com aumentos de 60x e 230x, através do microscópio digital Dino-Lite Plus<sup>®</sup> AM313T (AnMo Electronics Corporation, New Taipei City, Taiwan) e do software Dino Capture<sup>®</sup> 2.0 (AnMo Electronics Corporation, New Taipei City, Taiwan) (Figura 14).

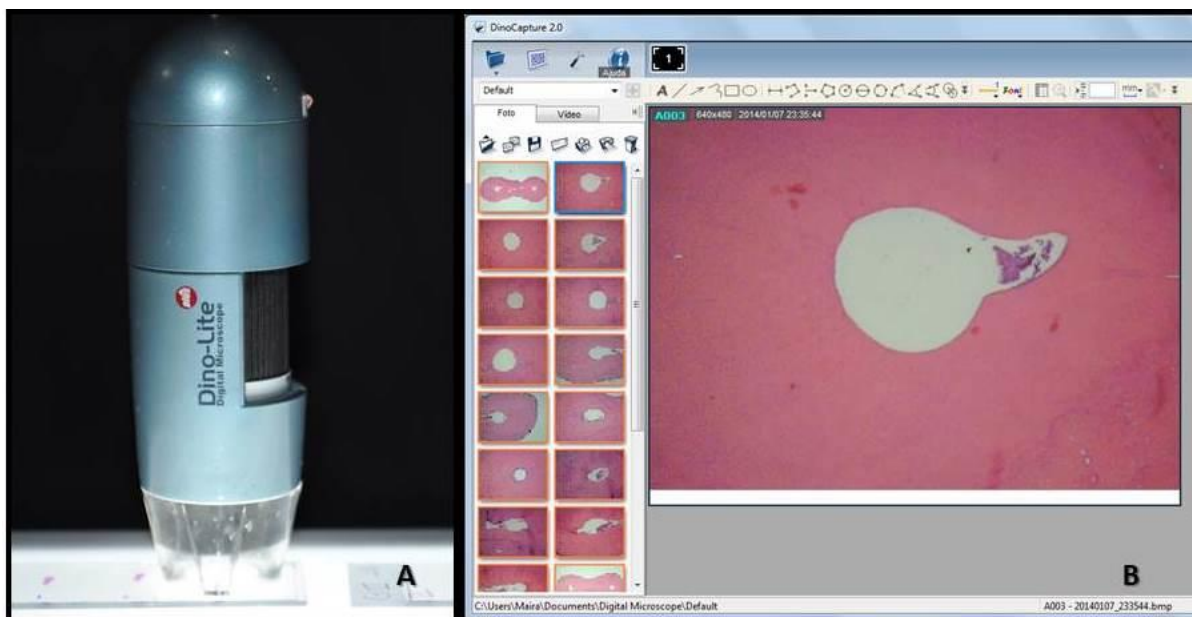


Figura 14 - A) Microscópio Dino-Lite Plus<sup>®</sup>; B) Imagem importada para o Software Dino Capture<sup>®</sup>.

Com o aumento de 230x foi possível analisar individualmente os canais méso-vestibulares e méso-linguais. A essas imagens foi sobreposta uma grade de integração gerada pelo programa Microsoft PowerPoint<sup>®</sup> 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, EUA) contendo 588 pontos (0,9 x 0,9 cm), o que permitiu a contagem dos pontos presentes dentro do canal radicular. Considerou-se como área ocupada pelo canal radicular o número de pontos presentes nos limites da luz do mesmo sem preocupação de se estabelecer seu valor absoluto, sendo que a região de istmo não foi considerada. Após a contagem dos pontos limpos e dos que apresentavam sujidade, calculou-se a porcentagem dos pontos da secção transversal do canal radicular com *debris* (Figura 15).



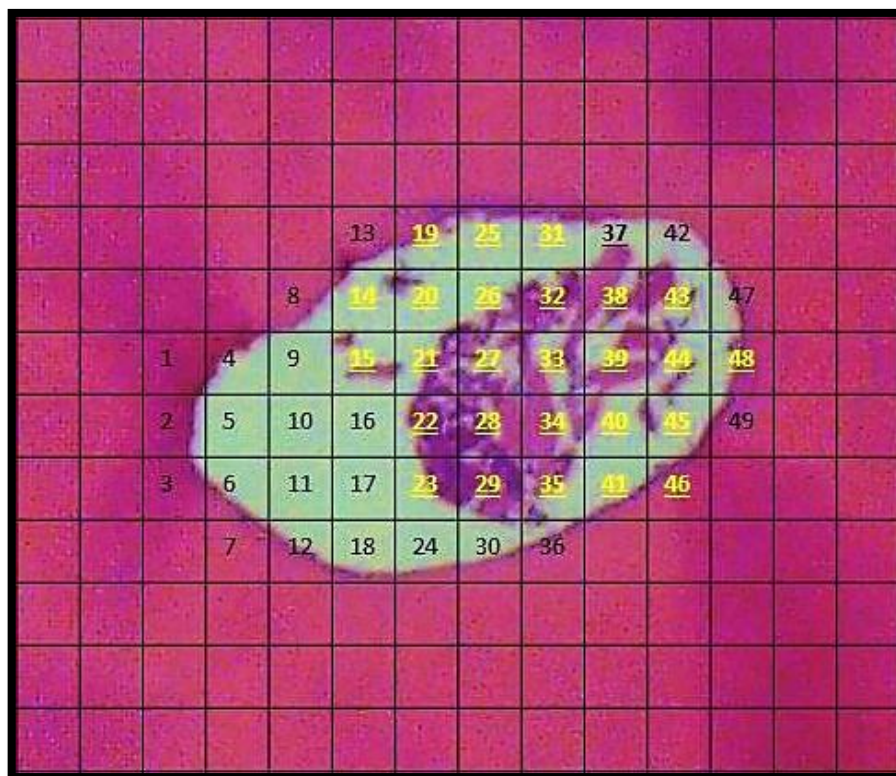


Figura 15 - Grade de integração sobreposta à lâmina com aumento de 230x, os pontos amarelos indicam presença de *debris*.

Ao todo foram analisados 3,17 mm apicais da raiz mesial dos espécimes, sendo que os grupos experimentais tiveram 300 imagens analisadas e o Grupo Controle 150 imagens, referentes à análise diferenciada dos dois canais nos 15 cortes obtidos.

### 3.8 Análise Estatística

A área total e os pontos com presença de sujidade foram anotados em planilhas do Microsoft Excel® 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, EUA) para cálculo do percentual de área ocupada por *debris*. Os resultados foram submetidos a uma análise estatística preliminar pelo programa GraphPad InStat® para Windows (GraphPad Software, La Jolla, California, Estados Unidos) para evidenciar a distribuição amostral, em seguida aplicou-se o teste estatístico mais adequado com a utilização do mesmo programa. A Tabela

Geral contendo os dados da contagem de *debris* dos três grupos pode ser observada nos Apêndice B, C e D.

## 4 RESULTADOS

Os dados referentes aos Grupos Reciproc, WaveOne e Controle foram obtidos a partir da análise histológica e são relativos à porcentagem de *debris* presentes na luz e parede do canal radicular em seu terço apical. Na Tabela 1 estão expressas as médias e o desvio padrão dos valores originais relativos aos dados de 15 cortes histológicos de 10 dentes (20 canais) para os grupos experimentais, e 15 cortes histológicos de 5 dentes (10 canais) para o Grupo Controle.

<b>Grupo Reciproc</b>	<b>Grupo WaveOne</b>	<b>Grupo Controle</b>
<b>Canal A + Canal B</b>	<b>Canal A + Canal B</b>	<b>Canal A + Canal B</b>
13,00	19,61	65,46
26,02	29,00	52,37
18,69	50,88	68,13
34,31	23,31	57,74
33,80	35,00	65,09
25,79	29,09	-
19,49	50,92	-
33,07	14,66	-
26,27	14,67	-
23,08	22,46	-
$\bar{X}=25,35\pm 7,06$	$\bar{X}=28,96\pm 13,21$	$\bar{X}=61,76\pm 6,51$

Tabela 1 - Médias da porcentagem da área da secção transversal do canal radicular com detritos. Valores Originais.

Os valores numéricos de porcentagem da área da secção transversal do canal radicular (300 imagens para os grupos experimentais e 150 imagens para o Grupo Controle) com detritos obtidos da análise histológica foram submetidos a testes estatísticos preliminares realizados pelo programa GraphPad InStat<sup>®</sup> (GraphPad Software, La Jolla, California, Estados Unidos), para verificar qual o tipo de distribuição amostral. O resultado do teste de normalidade pode ser observado na Tabela 2.

	<b>Grupo Reciproc</b>	<b>Grupo WaveOne</b>	<b>Grupo Controle</b>
<b>Média</b>	0,2514340094	0,290842384	0,6207895701
<b>Desvio padrão (DP)</b>	0,1209	0,1588	0,1111
<b>Tamanho da amostra (N)</b>	300	300	150
<b>Desvio padrão da média</b>	0,006980	0,009166	0,009070
<b>Intervalo de confiança &lt;95%</b>	0,2378	0,2729	0,6030
<b>Intervalo de confiança &gt;95%</b>	0,2651	0,3088	0,6386
<b>Mínimo</b>	0,0000	0,03774	0,4054
<b>Mediana</b>	0,2420	0,2587	0,6135
<b>Máximo</b>	0,6471	0,6790	0,8723
<b>Teste de normalidade - Kolmogorov-Smirnov</b>	0,03998	0,1045	0,06522
<b>Teste de normalidade - P valor</b>	>0,10	<0,0001	>0,10
<b>Passou no teste de normalidade?</b>	sim	não	sim

Tabela 2 - Teste de normalidade.

A análise do conjunto de resultados obtidos no teste preliminar de normalidade apontou para uma amostra de distribuição não normal. O valor de P observado nos Grupos Reciproc e Controle ( $P > 0,10$ ) estava dentro do limiar padrão ( $P = 0,05$ ), porém o valor apresentado pelo Grupo WaveOne ( $P < 0,0001$ ) foi considerado com uma diferença extremamente significativa. Tendo em vista a não normalidade da amostra, aplicou-se o teste estatístico de Kruskal-Wallis, com o objetivo de avaliar se havia diferença estatística significativa entre os grupos testados, o resultado pode ser observado na Tabela 3.

	<b>Número de pontos</b>	<b>Soma dos grupos</b>	<b>Média dos grupos</b>
Grupo Reciproc	300	85913	286,38
Grupo WaveOne	300	97559	325,20
Grupo Controle	150	98154	654,36

Tabela 3 - Teste de Kruskal-Wallis.

O teste estatístico de Kruskal-Wallis apontou diferença estatística significativa entre as técnicas testadas e o Grupo Controle.

Para saber qual técnica diferenciava-se estatisticamente entre si, realizou o teste de Múltiplas Comparações de Dunn (Tabela 4).

	P valor
Grupo Recioroc x Grupo WaveOne	n.s. $P > 0,05$
Grupo Reciproc x Grupo Controle	*** $P < 0,001$
Grupo WaveOne x Grupo Controle	*** $P < 0,001$

n.s. Diferença não significativa.  
\*\*\* Diferença estatisticamente significante

Tabela 4 – Teste de Múltiplas Comparações de Dunn.

De acordo com o teste de Múltiplas Comparações de Dunn, ao se comparar a limpeza promovida pelas limas R25 (Grupo Reciproc) e *Primary* (Grupo WaveOne) não houve diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ). Já o resultado da comparação entre os grupos experimentais com o Grupo Controle apontou uma diferença significativa ( $P < 0,001$ ).

O Gráfico 1 mostra a quantidade de *debris* encontrada no sistema de canais radiculares nas diferentes técnicas de instrumentação testadas e no Grupo Controle.

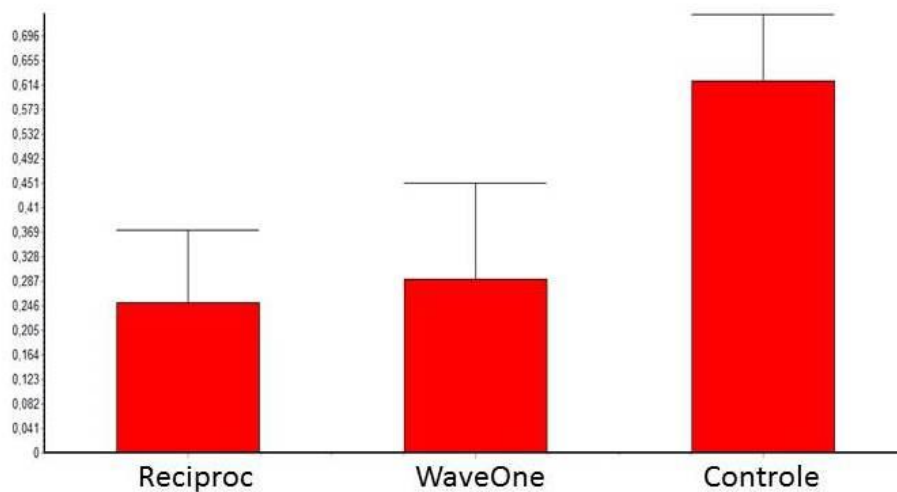


Gráfico 1 - Presença de *debris* após o preparo biomecânico.

As fotomicrografias das Figuras 16 a 18 são representativas do conjunto de superfícies radiculares estudadas nos diferentes grupos.

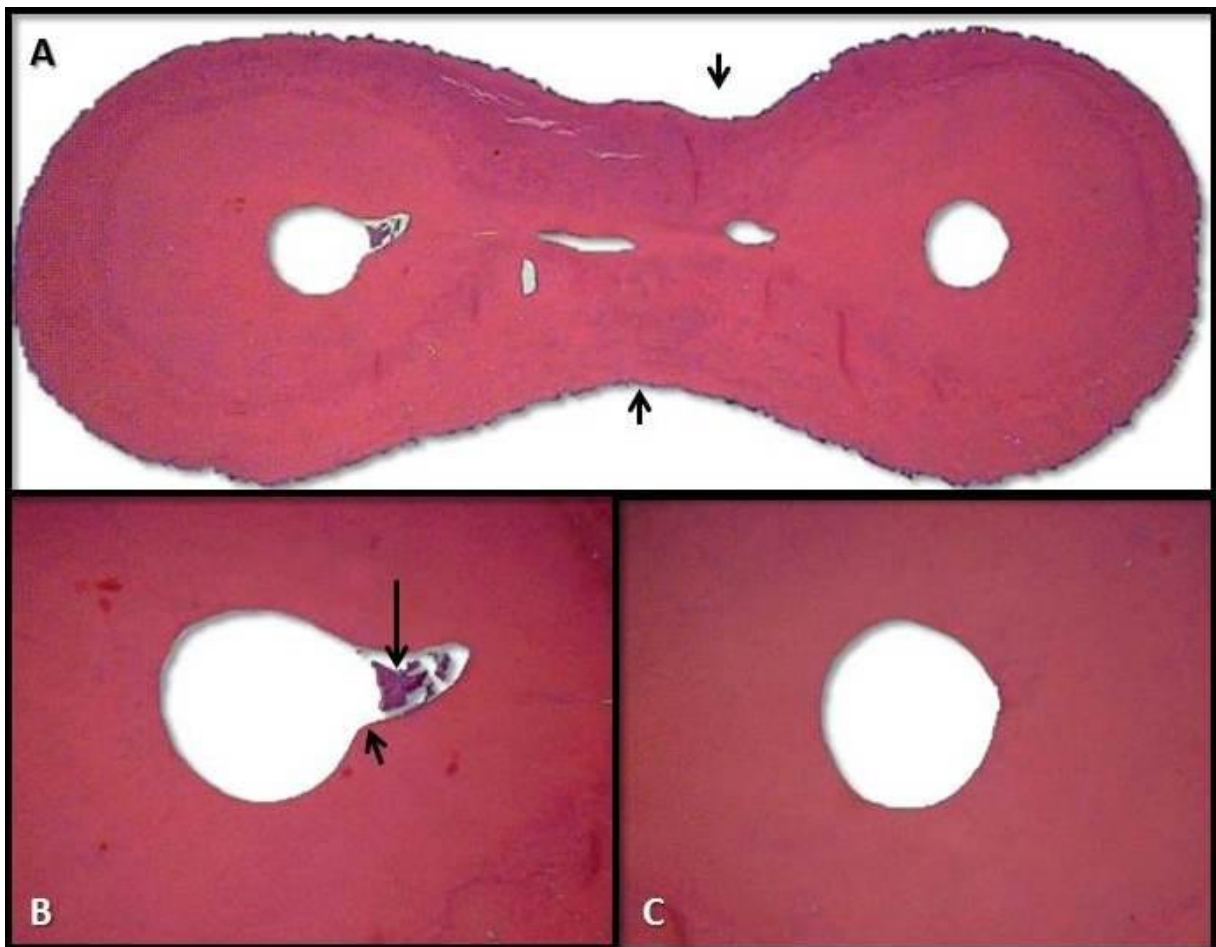


Figura 16 - Grupo Reciproc. A) Visão panorâmica em menor aumento (60x), evidenciando dois canais distintos e achatamento da raiz mesial (setas); B) Canal apresentando achatamento (230x) e presença de *debris* (seta maior), pode-se notar a região limite de atuação do instrumento (seta menor); C) Canal com configuração circular (230x) e ausência de sujidade.

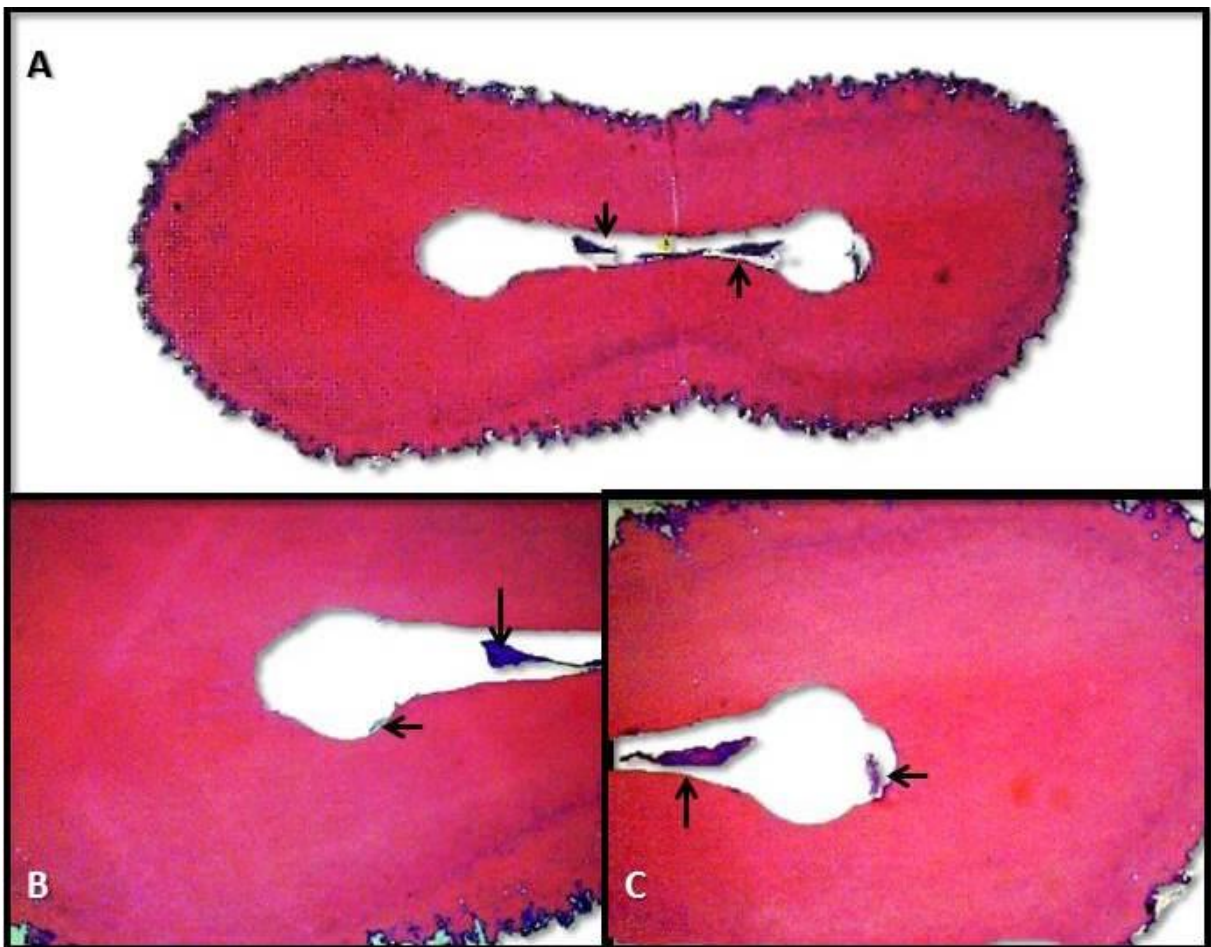


Figura 17 - Grupo WaveOne. A) Visão panorâmica com aumento da raiz mesial (60x) mostrando a região de istmo entre os canais com presença de *debris* (setas). B e C) Canais em maior aumento (230x) evidenciando presença de *debris* na luz (setas menores) e na região de istmo (setas maiores).

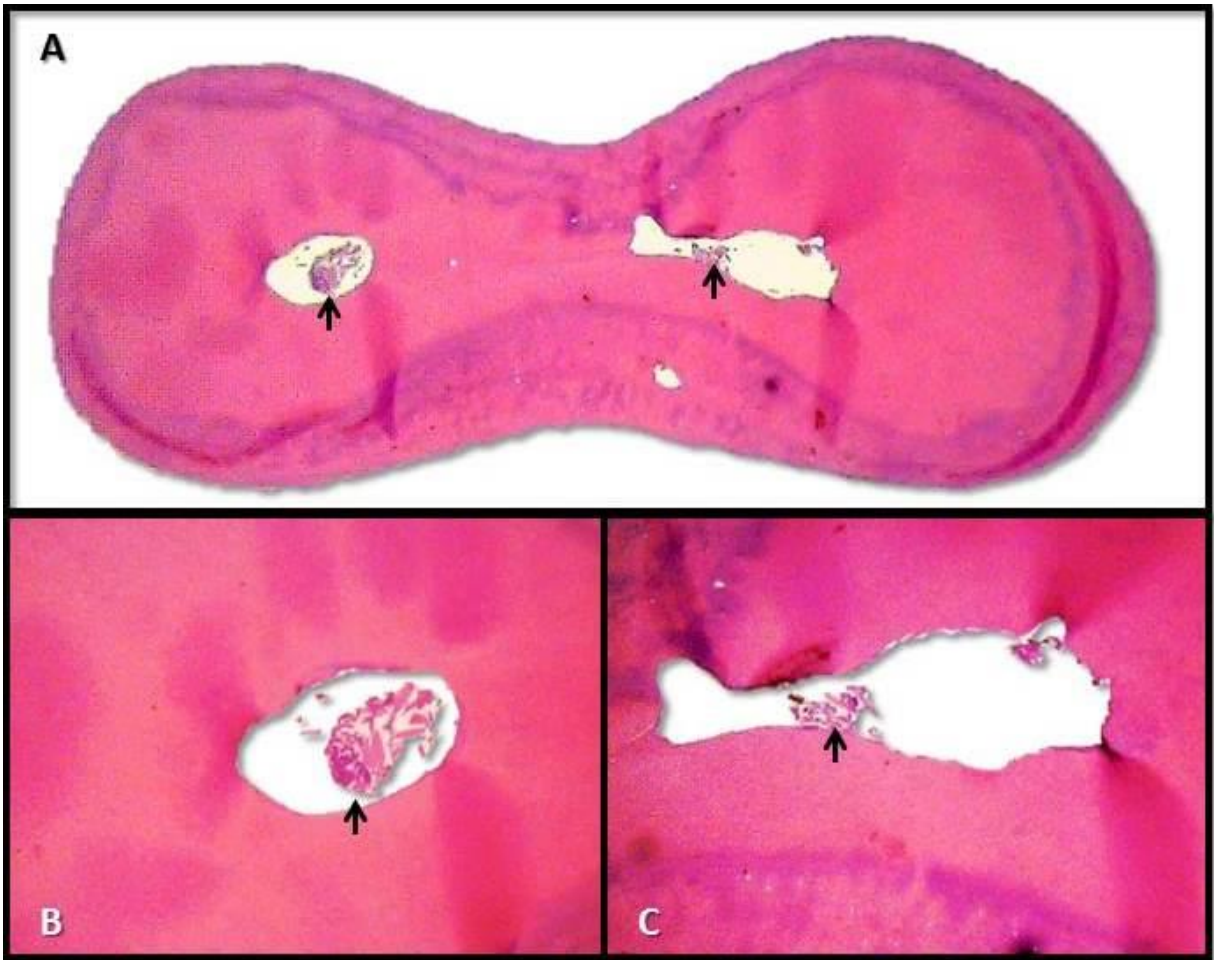


Figura 18 - Grupo Controle. A, B e C) Menor e maior aumento dos canais realçando grande quantidade de *debris* (setas) e paredes irregulares dos canais não instrumentados.



## 5 DISCUSSÃO

Na Endodontia a completa limpeza e sanificação do sistema de canais radiculares visam eliminar ou diminuir significativamente o número de microrganismos por meio do preparo químico-mecânico, utilizando-se de diferentes instrumentos no intuito de promover o reparo da região periapical (FORNARI et al., 2010; ARYA, BALI, GREWAL, 2011, DIETRICH; KIRKPATRICK; YACCINO 2012).

O objetivo do presente estudo foi avaliar, por meio da análise histológica, a capacidade de limpeza dos novos sistemas de instrumentação compostos por limas únicas em movimento reciprocante. Para a realização da pesquisa foram utilizados molares inferiores humanos extraídos visando, dessa forma, a aproximação do experimento laboratorial com o procedimento clínico, já que tais dentes possuem grande variação anatômica, apresentando curvaturas e achatamento principalmente nos canais mesiais, o que dificulta sua limpeza e favorece a ocorrência de iatrogenias (FORNARI et al., 2010; GONÇALVES et al., 2010; BÜRKLEIN et al., 2012; MEIRELES et al., 2012; FROTA et al., 2013).

Os espécimes foram selecionados de acordo com critérios de padronização para garantir a comparabilidade entre os grupos. O primeiro deles foi a determinação do grau e raio de curvatura das raízes mesiais, escolhendo-se dentes com ângulo de curvatura entre 20° e 40°, classificados como contendo curvatura moderada a severa (SCHNEIDER, 1971) e com raio de curvatura  $\leq 10$  mm. O raio de curvatura representa quão abruptamente ou severamente um ângulo específico de curvatura ocorre quando o canal se desvia da linha reta, quanto menor o raio do círculo traçado maior a acentuação da curvatura do canal radicular (PRUETT, CLEMENT, CARNES, 1997). Por serem medidas independentes, os canais podem apresentar angulações iguais com raios diferentes. Dentro dos padrões adotados, os dentes puderam simular situações clínicas que representam dificuldade na realização do tratamento endodôntico.

Após o acesso coronário uma lima K #10 foi inserida nos canais de maneira a determinar o CT e confirmar a presença de canais mesiais com forames distintos, possibilitando a realização de um número favorável de 20 repetições para os grupos experimentais com a metade do número de dentes (SOUZA et al, 2002). Em seguida certificou-se que o diâmetro anatômico no CT era compatível com uma lima tipo K #15 (ARYA, BALI, GREWAL, 2011; BÜRKLEIN et al., 2012), tal procedimento favoreceu a avaliação histológica da limpeza, uma vez que os instrumentos R25 e *Primary* apresentam suas pontas compatíveis com um instrumento #25 e, teoricamente, produziram um aumento do diâmetro cirúrgico no CT de pelo menos 100 µm. Além disso, os fabricantes de ambas as limas testadas recomendam o uso de alargadores de maior calibre em canais com diâmetros anatômicos iguais ou superiores a um instrumento #20 (YARED, 2011; WEBBER et al., 2011).

As coroas dentais foram parcialmente seccionadas para uniformizar o tamanho dos espécimes em 16 mm, a fim de manter o referencial das paredes vestibulares e linguais (FORNARI et al., 2010). A planificação das cúspides possibilitou a criação de uma superfície favorável à determinação do CT bem como a manutenção dessa medida, ao se utilizar os instrumentos com *stop* de silicone (ARRUDA et al., 2009; BARATTO-FILHO et al., 2009; TAHA, OZAWA, MESSER, 2010; ARYA, BALI, GREWAL, 2011; DIETRICH, KIRKPATRICK, YACCINO, 2012).

Para realização da instrumentação verificou-se a necessidade de confecção de corpos de prova para adaptação dos mesmos em uma morsa de bancada, possibilitando a manutenção dos dentes em uma mesma posição, com a face vestibular voltada para o operador, durante o preparo químico-mecânico. O silicone denso foi escolhido por apresentar características físicas favoráveis como técnica fácil de ser executada, boa resistência à ruptura, pouca distorção na remoção, tempo de trabalho e presa adequados (ANUSAVICE, 1998).

Com o movimento reciprocante proposto por Yared (2008), um novo paradigma foi inserido, ou seja, o uso de instrumento único para a sanificação e formatação do sistema de canais radiculares. Nesse contexto foram criados os sistemas Reciproc<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup> e, durante o preparo químico-mecânico dos grupos experimentais com as limas R25 e *Primary*, tomou-se o cuidado de realizar a entrada gradativa dos instrumentos testados, propiciando a desinfecção iniciada pela porção coronária em direção ao terço apical, ou seja, uma técnica coroa-ápice com um único alargador sendo utilizado nos três terços radiculares.

Os instrumentos foram descartados após o preparo químico-mecânico conforme instrução do fabricante, que recomenda sua utilização em um único dente, ou seja, para o preparo de 3 ou 4 canais. Porém Park et al. (2013) comprovaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, que os alargadores Reciproc<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup> podem ser utilizados em aproximadamente 5 canais sem que ocorra alteração em sua superfície, sugerindo a possibilidade de reutilização das limas. A essa alternativa, que visa à diminuição do custo do tratamento, deve-se associar a apropriada limpeza dos instrumentos, sendo recomendada a utilização de meios mecânicos, químicos e ultrassônicos rotineiramente (POPOVIC et al., 2010).

Com o emprego de instrumento único para o preparo do sistema de canais radiculares, há considerável redução do tempo operatório (PAQUÉ, ZEHNDER, DE-DEUS, 2011), sendo sugerido o uso do hipoclorito de sódio em concentrações mais elevadas, tal fato justifica a escolha dessa solução na concentração de 2,5%, utilizado a cada entrada gradativa das limas. Hipoclorito de sódio é a solução de primeira escolha para realização do tratamento endodôntico, pois além do arrasto mecânico de sujidades do interior do sistema de canais radiculares promove a solvência de tecido orgânico (BARATTO-FILHO et al., 2009; HARGREAVES, COHEN, 2011). Para que não houvesse alterações nos resultado da

capacidade de limpeza pela utilização do hipoclorito, a quantidade de solução empregada e a profundidade de irrigação foram padronizadas.

No Grupo Controle não foi realizada irrigação ou preparo químico-mecânico, de forma a verificar se a sujidade presente na luz do canal seria ou não removida durante o processamento histológico, fato que poderia interferir nos resultados após instrumentação (FORNARI et al., 2010).

Para análise histológica, foram obtidos 15 cortes com espessura de 5 µm e espaço de 150 µm (ou 30 cortes) entre um e outro, dessa forma foi possível realizar a análise de 3,17 mm da raiz mesial, correspondente a todo terço apical. A técnica de contagem de *debris* por meio da superposição de uma grade de integração foi a mesma empregada em estudos que adotaram essa metodologia (SASAKI et al., 2006; GONÇALVES et al., 2010; FROTA et al., 2013).

Após avaliação histológica constatou-se a existência de variadas conformações do sistema de canais, sendo que em casos de achatamento ou presença de istmo a área com *debris* era maior do que nos que possuíam formato circular (GONÇALVES et al., 2010), isso se deve ao fato de os canais circulares proporcionarem uma maior área de ação dos instrumentos de NiTi, que apresentam formato cilíndrico e agem de forma centralizada (TAHA, OZAWA, MESSER, 2010).

Após a tabulação dos dados pode-se notar maiores valores de remoção de *debris* pela lima R25, porém a análise estatística não apontou diferença significativa entre os grupos experimentais, diferentemente do trabalho de Bürklein et al. (2012) que, ao avaliar a capacidade de limpeza dos mesmos sistemas por meio de microscopia eletrônica de varredura, constatou canais mais limpos após o uso do sistema Reciproc<sup>®</sup>, tal fato pode ser explicado pela diferença na secção transversal dos instrumentos. Enquanto nas limas Reciproc<sup>®</sup> secção transversal em forma de “S” proporciona a presença de sulcos mais profundos, o que favorece

a retirada de detritos, nos alargadores WaveOne® o formato triangular convexo cria um núcleo metálico espesso, sulcos rasos e com menor capacidade de remoção de sujidades (PEDULLÀ et al., 2012). Além disso, os sistemas apresentam diferentes amplitudes no movimento de corte, sendo de 150° para os alargadores Reciproc® e 170° para os WaveOne®. Embora estudos recentes mostrem que não há diferença no aumento do percentual de área após a instrumentação com as limas R25 e *Primary* (MEIRELES, 2014), ao se associar o maior ângulo de avanço no sentido de corte (anti-horário) do sistema WaveOne® à menor profundidade de seus sulcos, pode-se explicar seu menor desempenho em remover detritos durante a instrumentação.

Outros resultados que podem ser influenciados por esses fatores é o melhor desempenho dos alargadores Reciproc® nos testes de redução do tempo de trabalho, tempo de fadiga cíclica e resistência à fratura, já que o formato de sua secção transversal proporciona uma menor quantidade de metal no núcleo do instrumento aumentando, conseqüentemente, sua flexibilidade (BÜRKLEIN et al., 2012; PLOTINO et al., 2012). Uma vantagem que o sistema WaveOne® apresenta em relação ao Reciproc® é a presença da lima *Small*, que possui ponta #21 e conicidade 0.06, sendo muito útil no tratamento de canais atrésicos. Por outro lado o sistema Reciproc® apresenta o alargador R50 (#50, conicidade 0.05), indicado para tratamento de canais amplos (YARED, 2011; WEBBER et al., 2011).

Estudos recentes também compararam esses novos sistemas com os alargadores rotatórios de NiTi e têm mostrado que as limas R25 e *Primary* apresentaram semelhanças na manutenção da trajetória do canal e capacidade de limpeza (BÜRKLEIN et al., 2012), porém resistência à fadiga cíclica consideravelmente maior (KIM et al., 2012; PEDULLÀ et al., 2013). Tais achados são justificados pelo emprego da liga *M-Wire*, que por sofrer tratamento térmico diferenciado, apresenta maior resistência quando comparada às ligas de NiTi convencionais (BERENDT, 2007; DIETRICH, KIRKPATRICK, YACCINO, 2012). Além

disso, o emprego do movimento recíprocante alivia o estresse do instrumento e diminui o risco de fratura por torção (YARED, 2008; GAVINI et al., 2012; PEDULLÀ et al., 2013). Porém, ao se comparar a extrusão de *debris*, os sistemas rotatórios mostraram melhores resultados nos estudos de Bürklein e Schäfer (2012), ao contrário do trabalho de Koçak et al. (2013) que não encontrou diferença significativa entre os grupos, embora o sistema Reciproc<sup>®</sup> tenha sido associado a uma menor produção de *debris*.

Os instrumentos testados mostraram-se igualmente eficientes em promover a limpeza do sistema de canais radiculares, porém o emprego de técnicas complementares ao final do preparo químico-mecânico, como a agitação ultrassônica passiva ou pincelamento das paredes do canal com limas manuais, podem melhorar a remoção de *debris*, principalmente nos casos de achatamento, sem interferir no tempo operatório. Outros estudos também devem ser realizados no intuito de desenvolver protocolos de uso que aumentem a vida útil do instrumento de forma segura, visando, principalmente, a aproximação às condições socioeconômicas do nosso país, associando-os também à capacidade de limpeza, item fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico.

## **6 CONCLUSÃO**

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos, conclui-se que os sistemas de instrumento único em movimento recíprocante testados proporcionaram semelhante remoção de *debris* do interior do sistema de canais radiculares.

## REFERÊNCIAS

ANUSAVICE, Kenneth J. Materiais de moldagem elastoméricos não aquosos. In: *Materiais Dentários de Phillips*, 10ª edição, 1998, Ed. Guanabara Koogan, p. 83-106.

ARIAS, Ana; PEREZ-HIGUERAS, Juan J.; MACORRA, José C. Differences in Cyclic Fatigue Resistance at Apical and Coronal Levels of Reciproc and WaveOne New Files. *J Endod*, v.38, n.9, p.1244-1248, Setembro, 2012.

ARRUDA, Marcos P. et al. Cleaning of Flattened Root Canals with Different Irrigating Solutions and Nickel-Titanium Rotary Instrumentation. *Braz Dent J*, v.20, n.4, p.284-289, 2009.

ARYA, Ashta; BALI, Dildeep; GREWAL, Mandeep S. Histological analysis of cleaning efficacy of hand and rotary instruments in the apical third of the root canal: A comparative study. *J Conservative Dentistry*, v.14, n.3, p. 237-240, Julho, 2011.

BARATTO-FILHO, Flares et al. Influence of Protaper finishing files and sodium hypochlorite on cleaning and shaping of mandibular central incisors – a histological analysis. *J Appl Oral Sci*, v.17, n.3, p.229-233, 2009.

BERENDT, Carl J. Method of preparing nitinol for use in manufacturing instruments with improved fatigue resistance. United States Patent & Trademark Office, United States Patent Application 20070072147, 13 set. 2005, 29 Março 2007, US 11/225,223.

BÜRKLEIN, Sebastian et al. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and Protaper. *Int Endod J*, v.45, Maio, p.449-461, 2012.

\_\_\_\_\_. Apically Extruded Debris with reciprocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems. *J Endod*, v.38, n.6, p.850-852, Junho, 2012

CASTELLUCCI, Arnaldo. Definition, Scope, and Indications for Endodontic Therapy. In: *Endodontics*, V. 1. Edizioni Odontoiatriche il Tridente. 2nd ed. dental ebook 2011, p. 24-43.

DIETRICH, Matthew A.; KIRKPATRICK, Timothy C.; YACCINO, John M. In Vitro Canal and Isthmus Debris Removal of the Self-Adjusting File, K3, and WaveOne Files in the Mesial Root of Human Mandibular Molars. *J Endod*, v.38, n.8, p.1140–1144, 2012.

FORNARI, Volmir J. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J*, v.43, p.988–994, 2010.



FROTA, Matheus F., et al. Cleaning capacity promoted by motor-driven or manual instrumentation using ProTaper Universal system: Histological analysis. *Journal of Conservative Dentistry*, v.16, n.1, p. 79-82, Janeiro-Fevereiro, 2013.

GAVINI, Giulio et al. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod*, v.38, n.5, May, p.684-687, 2012.

GONÇALVES, Leonardo C. O. et al. Morphometrical analysis of cleaning capacity of a hybrid instrumentation in mesial flattened root canals. *Aust Endod J*, p.1-6, 2010.

HARGREAVES, Kenneth M.; COHEN Stephen. Instrumentos, Materiais e Aparelhos. In: Caminhos da Polpa 10ª edição, 2011, ed. Elsevier Mosby, p. 212-264.

INTERLICHE, Renato et al. Influence of Hero Apical instruments on cleaning ovoid-shaped root canals. *Braz Oral Res*, n.25, v.4, p.314-318, Julho-Agosto, 2011.

KIM, Hyeon-Cheol, et al. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod*, v.38, n.4, Apr, p.541-544. 2012.

KOÇAK, Sibel et al. Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File, Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems. *J Endod*, v.39, n. 10, p. 1278-1280, 2013.

LOPES, Helio P. et al. Comparison of the Mechanical Properties of Rotary Instruments Made of Conventional Nickel-Titanium Wire, *M-Wire*, or Nickel-Titanium Alloy in R-Phase. *J Endod*, v.39, n.4, Abril, 2013.

MEIRELES, Daniely A., et al. Assessment of apical deviation of root canals after debridement with the hybrid, protaper and pathfile systems. *J Interdiscip Dentistry*, n.2, p.20-24, 2012.

\_\_\_\_\_. Avaliação do desvio apical em molares inferiores após emprego dos sistemas WaveOne® e Reciproc® por meio da tomografia computadorizada. 2014. 120f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas.

PARK, Sung-Kyung et al. Clinical Efficiency and Reusability of the Reciprocating Nickel-Titanium Instruments According to the Root Canal Anatomy. *Scanning - Wiley Periodicals*, v.9999, p. 1-6, 2013.

PAQUÉ, Frank; ZEHNDER, Matthias; DE-DEUS, Gustavo. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file f2 protaper technique versus rotary full sequence. *J Endod*, v.37, n.10, Oct, p.1394-1397. 2011.

PEDULLÀ, Eugenio. et al. Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. *Int Endod J*, p. 1-5, 2012.

\_\_\_\_\_. Influence of Continuous or Reciprocating Motion on Cyclic Fatigue Resistance of 4 Different Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod*, v.39, n. 2, p. 258-261, Fevereiro, 2013.

PEREIRA, E. S. J. , et al. Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *Int Endod J*, v.45, n.5, May, p.469-474. 2012.

PLOTINO, Gianluca, et al. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J*, v.45, n.7, Jul, p.614-618. 2012.

POPOVIC, Jelena et al. Evaluation of biological debris on endodontic instruments after cleaning and sterilization procedures. *Int Endod J*, v. 43, p.336–341, 2010

PRUETT, John P.; CLEMENT, David. J. e CARNES, David L., JR. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*, v.23, n.2, Feb, p.77-85. 1997.

SASAKI, Edi W. et al. Ex Vivo Analysis of the Debris Remaining in Flattened Root Canals of Vital and Nonvital Teeth After Biomechanical Preparation with Ni-Ti Rotary Instruments. *Braz Dent J*, v. 17, n. 3, p. 233-236, 2006.

SCHNEIDER, Sam W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*; v.32, n.2, p. 271-275, Aug 1971.

SHEN, Ya et al. Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. *J Endod*, v.39, n. 2, p. 163-172, Fevereiro, 2013.

SOUZA, Adriano M. et al. Introdução a projetos de experimentos - Caderno Didático. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Estatística. Santa Maria, RS, 2002, 139p.

TAHA, Nessrin A.; OZAWA, Toshiko; MESSER, Harold H. Comparison of Three Techniques for Preparing Oval-shaped Root Canals. . *J Endod*, v. 36, n. 3, Março, 2010.

WEBBER, Julian, et al. The Wave One single-file reciprocating system. *International Dentistry – African Edition*, v. 2. n.1, p. 28–33. 2011.

YARED, Ghassan. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*, v. 41, p.339–344. 2008.

\_\_\_\_\_. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: a new concept. 2011. Disponível em: [http://www.vdw-reciproc.de/images/stories/pdf/GY\\_Artikel\\_en\\_WEB.pdf](http://www.vdw-reciproc.de/images/stories/pdf/GY_Artikel_en_WEB.pdf). Acessado em 07 de Janeiro de 2012.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Medida dos dentes selecionados para pesquisa.

Grupo	Número	Número antes do sorteio	Ângulo de curvatura	Raio de curvatura (mm)	Comprimento de Trabalho (mm)	
					CMV	CML
<b>Reciproc</b>	1	22	25°	9	15,5	15,5
	2	24	33°	4	17	17
	3	12	33°	5	16,5	16,5
	4	17	29°	8	17	16,5
	5	20	25°	9	17	16
	6	2	31°	7	17,5	17
	7	9	37°	7	17,5	17,5
	8	16	37°	7	17,5	17
	9	3	35°	7	17,5	17
	10	10	29°	5	17,5	17,5
<b>WaveOne</b>	1	14	33°	7	16,5	16,5
	2	25	26°	10	16	15
	3	5	30°	10	17,5	16,5
	4	6	34°	10	17,5	17
	5	11	22°	7	16	15,5
	6	4	21°	10	16,5	16
	7	18	40°	6	17	17
	8	13	40°	4	17,5	17
	9	8	29°	8,5	17,5	17
	10	23	36°	7	17	16
<b>Controle</b>	1	15	23°	7	17	16,5
	2	19	26°	7	16	15
	3	7	39°	7	16,5	16,5
	4	21	35°	8,04	17	16
	5	1	37°	7	15,5	16

**Apêndice B – Contagem de *debris* do Grupo Reciproc.**

Dente	Corte	Canal A		Canal B		% A + B
		Total	<i>Debris</i>	Total	<i>Debris</i>	
1	1	58	1	53	3	3,60%
	2	56	3	50	5	7,55%
	3	63	4	66	3	5,43%
	4	56	3	60	3	5,17%
	5	63	5	57	5	8,33%
	6	63	6	61	10	12,90%
	7	84	23	58	5	19,72%
	8	83	21	53	4	18,38%
	9	81	24	54	3	20,00%
	10	82	24	54	4	20,59%
	11	80	16	55	2	13,33%
	12	78	14	50	0	10,94%
	13	79	13	54	5	13,53%
	14	77	16	52	4	15,50%
	15	79	16	57	4	14,71%
2	1	69	14	92	34	29,81%
	2	78	11	107	37	25,95%
	3	67	11	98	38	29,70%
	4	74	14	103	41	31,07%
	5	83	14	112	52	33,85%
	6	78	18	100	29	26,40%
	7	72	17	102	38	31,61%
	8	88	19	113	37	27,86%
	9	95	28	111	32	29,13%
	10	101	16	92	25	21,24%
	11	102	19	115	27	21,20%
	12	81	19	88	19	22,49%
	13	97	19	97	22	21,13%
	14	94	19	92	17	19,35%
	15	86	14	99	25	21,08%
3	1	97	24	104	21	22,39%
	2	94	19	109	26	22,17%
	3	121	17	110	28	19,48%
	4	113	16	115	35	22,37%
	5	102	6	132	30	15,38%
	6	143	19	136	28	16,85%
	7	100	18	107	24	20,29%
	8	110	10	118	25	15,35%
	9	101	15	99	19	17,00%
	10	105	17	108	17	15,96%
	11	104	18	99	20	18,72%
	12	113	13	107	23	16,36%
	13	107	15	109	28	19,91%
	14	111	21	103	25	21,50%
	15	113	19	106	20	17,81%

4	1	72	24	54	10	26,98%
	2	71	28	58	14	32,56%
	3	68	25	52	14	32,50%
	4	68	25	56	8	26,61%
	5	62	27	50	12	34,82%
	6	74	35	63	15	36,50%
	7	71	34	61	19	40,15%
	8	63	30	56	14	36,97%
	9	69	28	58	13	32,28%
	10	71	28	55	12	31,75%
	11	78	37	58	12	36,03%
	12	71	32	55	13	35,71%
	13	62	29	54	13	36,21%
	14	72	39	57	13	40,31%
	15	72	33	55	11	34,65%
5	1	44	10	32	18	36,84%
	2	41	12	30	17	40,85%
	3	47	11	34	22	40,74%
	4	44	14	36	21	43,75%
	5	45	12	35	19	38,75%
	6	47	12	39	14	30,23%
	7	54	12	42	14	27,08%
	8	57	15	43	14	29,00%
	9	58	19	43	15	33,66%
	10	51	18	36	15	37,93%
	11	54	18	39	14	34,41%
	12	52	11	39	13	26,37%
	13	47	12	45	18	32,61%
	14	58	12	44	15	26,47%
	15	62	19	48	19	34,55%
6	1	60	17	41	5	21,78%
	2	63	21	45	4	23,15%
	3	67	23	48	6	25,22%
	4	69	31	47	8	33,62%
	5	70	26	47	7	28,21%
	6	70	25	49	7	26,89%
	7	72	30	50	6	29,51%
	8	75	31	50	5	28,80%
	9	81	35	51	3	28,79%
	10	81	29	50	7	27,48%
	11	73	27	49	3	24,59%
	12	74	27	50	0	21,77%
	13	77	25	46	3	22,76%
	14	75	25	51	4	23,02%
	15	74	20	48	5	20,49%

7	1	68	23	70	6	21,01%
	2	86	29	90	8	21,02%
	3	87	22	91	9	17,42%
	4	76	27	77	11	24,84%
	5	84	30	91	6	20,57%
	6	97	26	89	6	17,20%
	7	90	26	89	8	18,99%
	8	89	27	94	13	21,86%
	9	81	26	85	10	21,69%
	10	93	29	96	8	19,58%
	11	86	21	92	10	17,42%
	12	87	21	91	10	17,42%
	13	84	22	85	11	19,53%
	14	86	18	87	10	16,18%
	15	81	22	84	9	18,79%
8	1	42	17	31	11	38,36%
	2	50	18	37	14	36,78%
	3	49	21	31	9	37,50%
	4	51	20	33	12	38,10%
	5	49	19	33	13	39,02%
	6	50	18	34	13	36,90%
	7	49	16	40	10	29,21%
	8	54	15	33	13	32,18%
	9	51	15	32	15	36,14%
	10	48	15	34	14	35,37%
	11	51	19	32	9	33,73%
	12	56	20	37	10	32,26%
	13	53	17	38	10	29,67%
	14	55	12	35	9	23,33%
	15	56	12	29	5	20,00%
9	1	53	21	90	27	33,57%
	2	51	15	86	28	31,39%
	3	57	20	100	27	29,94%
	4	59	20	103	23	26,54%
	5	59	21	102	26	29,19%
	6	56	16	99	20	23,23%
	7	65	15	110	26	23,43%
	8	60	16	107	21	22,16%
	9	54	18	107	19	22,98%
	10	61	18	102	25	26,38%
	11	62	16	103	23	23,64%
	12	61	14	109	24	22,35%
	13	63	16	113	35	28,98%
	14	62	13	109	31	25,73%
	15	64	17	102	27	26,51%

---

10	1	32	7	24	7	25,00%
	2	36	5	37	20	34,25%
	3	31	8	31	19	43,55%
	4	35	3	26	11	22,95%
	5	35	4	28	12	25,40%
	6	37	5	25	9	22,58%
	7	36	4	24	8	20,00%
	8	36	6	27	11	26,98%
	9	37	8	28	8	24,62%
	10	38	7	29	6	19,40%
	11	39	6	31	9	21,43%
	12	43	6	32	7	17,33%
	13	40	8	33	6	19,18%
	14	43	6	31	4	13,51%
	15	45	8	32	3	14,29%

---

### Apêndice C – Contagem de *debris* do Grupo WaveOne.

Dente	Corte	Canal A		Canal B		% A + B
		Total	<i>Debris</i>	Total	<i>Debris</i>	
1	1	25	9	55	22	38,75%
	2	33	4	48	13	20,99%
	3	33	3	39	3	8,33%
	4	32	5	44	6	14,47%
	5	38	4	45	8	14,46%
	6	37	4	51	9	14,77%
	7	42	11	41	14	30,12%
	8	40	8	48	11	21,59%
	9	40	5	47	9	16,09%
	10	49	10	57	11	19,81%
	11	41	4	54	9	13,68%
	12	57	6	61	16	18,64%
	13	41	5	51	14	20,65%
	14	42	5	42	13	21,43%
	15	45	5	53	15	20,41%
2	1	41	21	50	2	25,27%
	2	48	20	53	4	23,76%
	3	51	21	55	7	26,42%
	4	51	23	54	7	28,57%
	5	52	23	54	10	31,13%
	6	55	26	58	11	32,74%
	7	56	14	56	9	20,54%
	8	54	20	54	14	31,48%
	9	58	17	60	21	32,20%
	10	59	24	59	15	33,05%
	11	57	19	58	12	26,96%
	12	59	23	55	11	29,82%
	13	63	28	57	13	34,17%
	14	69	28	59	7	27,34%
	15	68	29	60	9	29,69%
3	1	95	37	84	52	49,72%
	2	100	48	82	49	53,30%
	3	102	44	84	55	53,23%
	4	111	47	81	55	53,13%
	5	111	48	88	59	53,77%
	6	118	56	92	60	55,24%
	7	125	61	92	54	53,00%
	8	95	37	78	47	48,55%
	9	99	33	82	42	41,44%
	10	97	41	76	43	48,55%
	11	93	44	79	48	53,49%
	12	93	44	76	38	48,52%
	13	104	44	76	39	46,11%
	14	99	43	82	43	47,51%
	15	106	55	81	49	55,61%



4	1	55	27	87	14	28,87%
	2	55	23	86	12	24,82%
	3	57	24	86	17	28,67%
	4	55	26	86	13	27,66%
	5	57	21	84	17	26,95%
	6	56	17	84	20	26,43%
	7	60	22	88	16	25,68%
	8	55	20	88	11	21,68%
	9	55	16	88	13	20,28%
	10	59	19	91	10	19,33%
	11	58	18	88	17	23,97%
	12	56	15	86	13	19,72%
	13	92	19	89	16	19,34%
	14	95	27	89	13	21,74%
	15	94	18	90	15	17,93%
5	1	39	15	32	18	46,48%
	2	35	15	32	19	50,75%
	3	43	19	36	21	50,63%
	4	42	15	34	16	40,79%
	5	42	16	35	16	41,56%
	6	40	18	34	18	48,65%
	7	38	11	35	16	36,99%
	8	43	16	38	12	34,57%
	9	42	13	35	13	33,77%
	10	47	12	40	9	24,14%
	11	45	13	38	13	31,33%
	12	40	10	38	9	24,36%
	13	43	10	41	15	29,76%
	14	48	7	41	8	16,85%
	15	46	13	41	8	24,14%
6	1	45	7	93	37	31,88%
	2	37	10	89	28	30,16%
	3	54	10	105	38	30,19%
	4	122	23	108	38	26,52%
	5	118	32	110	38	30,70%
	6	111	21	101	35	26,42%
	7	124	27	109	44	30,47%
	8	122	31	101	37	30,49%
	9	119	27	111	40	29,13%
	10	111	21	103	41	28,97%
	11	114	14	93	41	26,57%
	12	112	18	108	42	27,27%
	13	106	18	103	37	26,32%
	14	107	23	110	42	29,95%
	15	101	30	92	34	33,16%

7	1	44	27	33	19	59,74%
	2	42	22	31	16	52,05%
	3	46	27	31	15	54,55%
	4	42	21	32	13	45,95%
	5	42	26	33	16	56,00%
	6	40	27	33	17	60,27%
	7	47	29	36	18	56,63%
	8	45	29	33	15	56,41%
	9	46	24	34	12	45,00%
	10	50	31	32	13	53,66%
	11	51	27	33	12	46,43%
	12	56	25	31	7	36,78%
	13	59	35	27	8	50,00%
	14	54	33	31	8	48,24%
	15	55	32	31	7	45,35%
8	1	48	12	38	6	20,93%
	2	60	10	39	5	15,15%
	3	51	12	43	4	17,02%
	4	53	14	49	4	17,65%
	5	46	9	41	4	14,94%
	6	98	16	51	4	13,42%
	7	55	12	50	3	14,29%
	8	60	10	47	4	13,08%
	9	71	8	50	5	10,74%
	10	53	7	47	4	11,00%
	11	53	5	46	3	8,08%
	12	57	13	47	7	19,23%
	13	59	11	50	5	14,68%
	14	54	12	51	4	15,24%
	15	62	13	53	6	16,52%
9	1	57	13	50	7	18,69%
	2	49	14	45	4	19,15%
	3	51	11	49	6	17,00%
	4	47	9	71	5	11,86%
	5	44	12	47	7	20,88%
	6	49	13	48	7	20,62%
	7	52	11	52	5	15,38%
	8	52	7	48	6	13,00%
	9	48	9	52	2	11,00%
	10	45	9	53	5	14,29%
	11	44	9	52	4	13,54%
	12	50	8	50	4	12,00%
	13	42	7	53	2	9,47%
	14	49	9	54	3	11,65%
	15	47	9	56	4	12,62%

---

10	1	47	10	49	22	33,33%
	2	42	11	41	16	32,53%
	3	39	7	46	11	21,18%
	4	36	6	38	8	18,92%
	5	45	8	48	14	23,66%
	6	41	7	48	14	23,60%
	7	44	10	48	13	25,00%
	8	48	7	52	14	21,00%
	9	43	5	49	10	16,30%
	10	41	4	48	12	17,98%
	11	53	5	50	13	17,48%
	12	45	6	53	9	15,31%
	13	52	7	50	14	20,59%
	14	46	5	51	17	22,68%
	15	47	15	58	14	27,62%

---

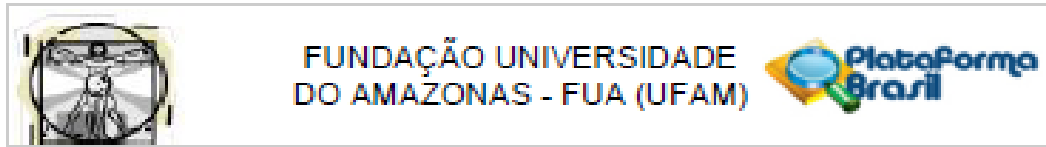
**Apêndice D – Contagem de *debris* do Grupo Controle.**

Dente	Corte	Canal A		Canal B		% A + B
		Total	<i>Debris</i>	Total	<i>Debris</i>	
1	1	58	30	75	32	46,62%
	2	59	46	77	56	75,00%
	3	55	41	82	52	67,88%
	4	59	44	78	48	67,15%
	5	50	43	79	58	78,29%
	6	58	44	78	51	69,85%
	7	50	40	71	46	71,07%
	8	49	37	75	43	64,52%
	9	45	32	76	46	64,46%
	10	50	38	74	38	61,29%
	11	45	35	73	42	65,25%
	12	49	37	76	49	68,80%
	13	45	29	76	45	61,16%
	14	42	32	73	34	57,39%
	15	45	33	83	46	61,72%
2	1	77	48	56	42	67,67%
	2	78	38	59	39	56,20%
	3	72	36	52	30	53,23%
	4	77	37	53	25	47,69%
	5	77	39	50	24	49,61%
	6	75	37	53	25	48,44%
	7	73	34	51	30	51,61%
	8	74	41	60	26	50,00%
	9	79	39	60	31	50,36%
	10	76	38	54	25	48,46%
	11	77	46	63	36	58,57%
	12	76	48	57	24	54,14%
	13	78	35	61	37	51,80%
	14	74	30	62	30	44,12%
	15	82	39	71	42	52,94%
3	1	20	11	69	39	56,18%
	2	20	11	83	47	56,31%
	3	20	12	66	44	65,12%
	4	20	14	64	34	57,14%
	5	21	10	66	48	66,67%
	6	54	45	64	43	74,58%
	7	44	33	68	39	64,29%
	8	46	38	62	38	70,37%
	9	41	32	61	43	73,53%
	10	44	35	52	32	69,79%
	11	47	41	52	34	75,76%
	12	49	38	52	34	71,29%
	13	46	34	50	31	67,71%
	14	40	33	45	30	74,12%
	15	45	37	45	32	76,67%

4	1	40	21	50	34	61,11%
	2	41	22	58	36	58,59%
	3	48	23	52	34	57,00%
	4	36	17	62	34	52,04%
	5	40	19	62	41	58,82%
	6	38	22	53	33	60,44%
	7	28	21	57	41	72,94%
	8	35	18	53	33	57,95%
	9	37	21	50	38	67,82%
	10	41	18	48	20	42,70%
	11	42	23	51	29	55,91%
	12	46	27	56	40	65,69%
	13	48	27	56	24	49,04%
	14	52	31	56	29	55,56%
	15	51	27	54	29	53,33%
5	1	62	36	44	30	62,26%
	2	59	35	49	32	62,04%
	3	54	39	46	33	72,00%
	4	61	41	53	34	65,79%
	5	64	40	54	33	61,86%
	6	69	47	54	40	70,73%
	7	66	38	56	44	67,21%
	8	66	38	58	42	64,52%
	9	64	39	56	39	65,00%
	10	74	45	57	35	61,07%
	11	65	40	59	41	65,32%
	12	73	40	62	51	67,41%
	13	78	38	63	48	60,99%
	14	51	28	70	51	65,29%
	15	66	36	69	53	65,93%

## ANEXOS

### Anexo A – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Estudo da capacidade de limpeza promovida por diferentes técnicas de Instrumentação endodôntica - Análise histológica.

**Pesquisador:** MAIRA DE SOUZA CARVALHO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 06232912.6.0000.5020

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Amazonas - UFAM

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 120.956

**Data da Relatoria:** 10/10/2012

##### Apresentação do Projeto:

Este trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de limpeza do sistema de canais radiculares promovida por duas técnicas de preparo biomecânico. Serão selecionados 26 molares inferiores humanos com grau de curvatura da raiz mesial variando de 20° a 40° e raio de curvatura menor ou igual a 10 mm; os dentes serão incluídos em blocos de silicone de condensação e divididos em dois grupos, com 13 espécimes cada, para preparo dos canais mesiais. O Grupo 1 será instrumentado com a lima R25 do sistema RECIPROC® (VDW®) já no Grupo 2 será empregada a sequência completa do Sistema REVO-STM (Micro-Mega®) com as limas SC 1, SC 2 e SU. A capacidade de limpeza será avaliada por meio da análise histológica e, após o preparo biomecânico, os dentes serão submetidos ao processamento histotécnico de rotina; seis cortes semi-seriados com 5 micrômetros de espessura do terço apical de cada uma das amostras serão realizados e, posteriormente, corados com Hematoxilina e Eosina. Cada um dos cortes será visualizado por um microscópio ótico com aumento de 10x; as imagens referentes a esses cortes serão copiadas para um computador pessoal e analisadas utilizando-se o programa Corel Photo-Paint X4® (Corel Corporation). Uma grade com 300 (20X15) pontos, gerada pelo próprio programa, será sobreposta a cada imagem obtida, onde poderá ser calculado, da área total, o percentual de área não limpa, através dos pontos que ainda apresentarem debris. Os dados analisados serão anotados em fichas especiais e submetidos a uma análise estatística preliminar pelo programa Graph Pad InStat® para Windows (GraphPad Software®, Inc) para evidenciar a distribuição amostral, após isso será aplicado o teste estatístico mais adequado.

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-5130

Fax: (92)3305-5130

E-mail: cep@ufam.edu.br



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE  
DO AMAZONAS - FUA (UFAM)



**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Comparar, por meio da análise histológica, a capacidade de limpeza de duas técnicas de Instrumentação endodôntica que utilizam um número reduzido de limas de NI-Ti; uma acionada por motor de rotação contínua e outra com movimento recíprocante.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Considerando que serão utilizados dentes humanos extraídos, doados pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, e estes possivelmente serem descartados como lixo biológico, esta pesquisa não apresenta risco físico ou intelectual aos seus objetos.

**Benefícios:**

Com os resultados da pesquisa será possível escolher uma técnica de tratamento com tempo reduzido e baixo custo para o cirurgião-dentista, desde que realize limpeza adequada do sistema de canais radiculares, proporcionando um melhor prognóstico aos futuros tratamentos endodônticos beneficiando, inclusive, os pacientes.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O primeiro instrumento do kit a ser utilizado será o SC 1, que possui conicidade 25.06 e 21mm de comprimento agindo, principalmente, no terço médio; em seguida, no preparo do terço apical, serão utilizados os instrumentos SC 2 e SU que apresentam conicidades 25.04 e 25.06, respectivamente. Para a análise dos espécimes será utilizado o processamento histotécnico de rotina, com processamento automático de tecido. Seis cortes semi-seriados com 5 micrômetros de espessura do terço apical de cada uma das amostras serão realizados e corados com HE. Cada um dos cortes será visualizado por um microscópio óptico com aumento de 10x. As imagens referentes a esses cortes serão copiadas para um computador e analisadas utilizando-se o programa Corel Photo-Paint X4®. Uma grade com 300 (20X15) pontos será sobreposta a cada imagem obtida, onde poderá ser calculado, da área total, o percentual de área não limpa, através dos pontos que ainda apresentarem debris.

**Critério de Inclusão:**

Os dentes selecionados deverão obedecer aos seguintes critérios: ser primeiro ou segundo molar inferior com comprimento mínimo de 16 mm, ter as raízes completamente formadas, com ápice fechado e apresentar dois canais mesiais com diâmetro anatômico compatível com uma lima tipo K #15 e forames distintos. Deverão, também, apresentar ângulo de curvatura entre 20 e 40 graus,

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-5130

Fax: (92)3305-5130

E-mail: cep@ufam.edu.br



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE  
DO AMAZONAS - FUA (UFAM)



classificados como contendo curvatura moderada a severa, respectivamente, de acordo com Schneider (1971) e raio de curvatura  $\geq 10$  mm.

**Critério de Exclusão:**

Serão excluídos dentes que apresentarem comprimento menor que 16mm, ângulo e raio de curvatura fora dos padrões, possuírem um único forame na raiz mesial e os que a lima K #15 não se adaptar no comprimento de trabalho real do dente.

**Cronograma:** ok

**Orçamento:** ok

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Folha de Rosto: adequado

TCLE: solicitação de dispensa adequada

Termo de Anuência: adequada

Declaração do banco de dentes da doação: adequada.

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto encontra-se completo e atende às determinações da Res. 196/96.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

MANAUS, 11 de Outubro de 2012

---

Assinador por:  
Pedro Rodolfo Fernandes da Silva  
(Coordenador)

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-5130

Fax: (92)3305-5130

E-mail: cep@ufam.edu.br



Anexo B – Sistema de Sorteio do programa Excel utilizado para realizar a distribuição aleatória dos dentes entre os grupos testados.

Sistema de Sorteio em EXCEL		Versão: 2010.11
© 2006-10, Adilson G Andrade - adilsoagaadrade@gmail.com - <a href="http://www.goacalvesandrade.com.br/download/">http://www.goacalvesandrade.com.br/download/</a>		
<b>FAIXA DE SORTEIO</b>		<b>REGISTRO DO SORTEIO</b> 17/06/2013 09:29 1º Sorteio - Número Sorteado: 22 2º Sorteio - Número Sorteado: 24 3º Sorteio - Número Sorteado: 12 4º Sorteio - Número Sorteado: 17 5º Sorteio - Número Sorteado: 20  6º Sorteio - Número Sorteado: 2 7º Sorteio - Número Sorteado: 9 8º Sorteio - Número Sorteado: 16 9º Sorteio - Número Sorteado: 3  10º Sorteio - Número Sorteado: 10 11º Sorteio - Número Sorteado: 14  12º Sorteio - Número Sorteado: 25  13º Sorteio - Número Sorteado: 5 14º Sorteio - Número Sorteado: 6 15º Sorteio - Número Sorteado: 11 16º Sorteio - Número Sorteado: 4 17º Sorteio - Número Sorteado: 18 18º Sorteio - Número Sorteado: 13 19º Sorteio - Número Sorteado: 6 20º Sorteio - Número Sorteado: 23 21º Sorteio - Número Sorteado: 15 22º Sorteio - Número Sorteado: 19 23º Sorteio - Número Sorteado: 7 24º Sorteio - Número Sorteado: 21 25º Sorteio - Número Sorteado: 1
Número Inicial :	<input type="text" value="1"/>	
Número Final :	<input type="text" value="25"/>	
<b>RESULTADOS A APRESENTAR</b>		
Quantidade Sorteios :	<input type="text" value="25"/>	
<input type="button" value="Reset"/>		
<input type="button" value="REALIZA SORTEIO"/>		
<input type="button" value="Imprimir Resultados"/>		