

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

**ESTUDO SOBRE O TRANSPORTE APICAL E CAPACIDADE  
DE LIMPEZA DE SISTEMA DE INSTRUMENTO ÚNICO  
ASSOCIADO A DIFERENTES TÉCNICAS DE  
CATETERISMO**

GUILHERME MOREIRA DE CARVALHO

MANAUS - AM  
2015

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

GUILHERME MOREIRA DE CARVALHO

**ESTUDO SOBRE O TRANSPORTE APICAL E CAPACIDADE  
DE LIMPEZA DE SISTEMA DE INSTRUMENTO ÚNICO  
ASSOCIADO A DIFERENTES TÉCNICAS DE  
CATETERISMO**

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  
2015

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

D278e de Carvalho, Guilherme Moreira  
Estudo sobre o transporte apical e capacidade de limpeza de sistema de instrumento único associado a diferentes técnicas de cateterismo / Guilherme Moreira de Carvalho. 2015  
123 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: André Augusto Franco Marques  
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. instrumentação. 2. endodontia . 3. preparo de canal radicular. 4. desvio apical. I. Marques, André Augusto Franco II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

GUILHERME MOREIRA DE CARVALHO

**ESTUDO SOBRE O TRANSPORTE APICAL E CAPACIDADE  
DE LIMPEZA DE SISTEMA DE INSTRUMENTO ÚNICO  
ASSOCIADO A DIFERENTES TÉCNICAS DE  
CATETERISMO**

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.

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

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

Prof. Dr. Lucas da Fonseca Roberti Garcia, Membro.  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA FOAR - UNESP

**REALIZAÇÃO:**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

**APOIO:**



Ao meu filho que está a caminho  
À minha futura esposa Elisabete Rabelo  
que sempre esteve ao meu lado.  
Aos meus pais Fredson de Carvalho e Laura de  
Carvalho e minha irmã Flávia de Carvalho que  
sempre estiveram ao meu lado e sempre me  
apoiaram dando suporte e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** que foi quem me guiou nas minhas escolhas, sempre me proporcionando bom aprendizado.

Aos padrinhos, tios e aos primos.

Aos avós paternos **Júlio e Olga de Carvalho** (*in memoriam*) e maternos **Laura dos Santos** (*in memoriam*) e **José Mathias**.

Aos amigos do Mestrado pelos momentos e experiências, me apoiando e incentivando.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. **André Augusto Franco Marques**, por toda disponibilidade, compreensão, confiança e dedicação.

Aos professores integrantes da banca examinadora pelas contribuições ao longo da pesquisa.

À Diretora da Faculdade de Odontologia Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Nikeila Chacon de Oliveira Conde**, pela disponibilidade dos laboratórios para a realização da pesquisa.

Ao Coordenador do Mestrado em Odontologia e amigo Prof. Dr. **Emílio Sponchiado**, por estar sempre disponível, dando todo auxílio e incentivo.

Aos **Professores da FAO** por me recepcionarem da melhor maneira possível e continuar fazendo parte de minha formação acadêmica.

Aos **Professores e amigos do GEM**.

À todos os técnicos administrativos, ao pessoal de apoio da clínica e serviços gerais da UFAM e UEA pela disposição.

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

À todos os demais que contribuíram a realização dessa pesquisa.

**Obrigado!**

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o transporte apical e a capacidade de limpeza promovida por diferentes técnicas de cateterismo associadas ao uso de um sistema de instrumento único. Foram selecionados 52 molares inferiores com grau de curvatura da raiz mesial entre 20° e 40° e raio de curvatura menor ou igual a 10 mm. Com o auxílio de instrumentos tipo K #10, avaliou-se a presença de forames independentes. Com o objetivo de padronizar o tamanho dos dentes, as coroas foram parcialmente seccionadas em 16 mm e mediu-se 3 milímetros na raiz mesial, que foram transpostos para a raiz distal, e esta foi seccionada naquele ponto. Os dentes selecionados foram separados aleatoriamente (n=13) dentes cada, Grupo 1, cateterismo inicial com lima manual tamanhos 10 e 15 e instrumentação com R25; Grupo 2, Reciproc R25 sem cateterismo; Grupo 3, cateterismo com PathFile e preparo com Reciproc R25 e Grupo 4, controle, que não foi instrumentado. Em seguida, a raiz distal foi inserida em blocos de resina, para padronização das tomografias na mesma posição antes e após a instrumentação e para ser afixado em uma morsa de bancada, a fim de se padronizar a posição de instrumentação. O comprimento de trabalho dos canais mesiais foi definido a 0,5 mm aquém ao ápice. Após o cateterismo, os canais foram instrumentados seguindo as recomendações do fabricante. Hipoclorito de sódio a 2,5% foi a solução irrigadora utilizada. Após a instrumentação, os dentes foram submetidos novamente a tomografia e em seguida o terço apical de cada espécime foi submetido ao processamento histotécnico de rotina para obtenção de 12 cortes com 5 µm de espessura. A análise do desvio apical se deu pela aplicação de fórmulas aos valores obtidos antes e após a instrumentação e a análise histológica se deu pela avaliação dos cortes histológicos e determinação do percentual de *debris* presente nos canais por meio da sobreposição de uma grade de integração. Os dados obtidos foram submetidos a testes de Kruskal-Wallis e teste de Múltiplas Comparações de Dunn. Os resultados do desvio apical não mostraram diferenças significantes entre os grupos avaliados ( $p > 0,05$ ). Em relação a capacidade de limpeza, houve diferença significativa entre o grupo 1 e o grupo 2 ( $p < 0,01$ ). Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos, concluiu-se que não houve diferença significativa em relação ao desvio apical entre as diferentes técnicas de cateterismo, o sistema Reciproc, sem cateterismo prévio, apresentou maior capacidade de limpeza do sistema de canais radiculares.

Palavras-Chave: Instrumentação, Endodontia; Preparo de Canal Radicular, Desvio Apical.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate apical transportation using CT Scans, and, using histological analysis, to evaluate the cleaning effectiveness of different glide path techniques associated with the use of Reciproc system's R25 instrument. To perform the experiment, 52 mandibular molars were selected, with mesial root canal curvature between 20° and 40° and canal curvature radius less than or equal to 10 mm. Size 10 K-type instruments were used to determine the presence of independent foramen. In order to standardize tooth size, the crowns were partially sectioned at 16 mm and then measured 3 mm in the mesial root, which were transferred to the distal root, to be sectioned at that point. The selected teeth were divided into four groups of 13: Group 1: glide path with manual file, sizes 10 and 15 and instrumentation with the R25; Group 2: Reciproc R25 without a glide path; Group 3: the glide path performed with PathFile and instrumentation with the Reciproc R25 and Group 4: control group, no instrumentation. The distal root was then embedded in resin blocks for the scans to be standardized in the same position, before and after instrumentation, and to be fixed in a vise, in order to standardize instrumentation position. The working length of the mesial canals was set at 0.5 mm from the apex. After performing the glide path, the root canals were prepared following manufacturer recommendations. Sodium hypochlorite 2.5% was the irrigating solution used. After instrumentation, teeth again underwent CT scanning, after which the apical third of each specimen was subjected to routine histotechnical processing in order to obtain 12 sections 5 µm thick. Apical deviation was assessed by applying formulas to values obtained before and after instrumentation and histological analysis was performed by evaluating the histological sections with a 230x magnification and the quantification of debris through the superposition of a grid. Data were subjected to the Kruskal-Wallis Test and the Dunn Multiple Comparisons Test. The results of the apical deviation presented no significant difference between the experimental groups ( $p > 0,05$ ). As for cleaning ability, the difference between groups 1 and 2 was found to be statistically significant ( $p < 0,01$ ). The methodology and the results lead to the conclusion that the glide path technique used did not produce a statistically significant difference in apical deviation. However, the Reciproc system instrumentation technique, without a glide path, showed greater capacity for cleaning the root canal system.

Key-words: Instrumentation, Endodontics, Root Canal Preparation, Apical Deviation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Obtenção do ângulo e raio de curvatura da raiz. ....	75
Figura 02 - Padronização dos dentes .....	75
Figura 03 - Mensuração dos 3mm apicais e corte da raiz distal .....	76
Figura 04 - Determinação do comprimento de trabalho .....	77
Figura 05 - Confeção da base de resina .....	77
Figura 06 - Tomografia dos espécimes na base de isopor .....	78
Figura 07 - Esquema de instrumentação .....	79
Figura 08 - Imagem tomográfica dos canais .....	81
Figura 09 - Medição da espessura das paredes .....	81
Figura 10 - Cálculo da área do canal .....	83
Figura 11 - Corte histológico e grade de integração .....	84
Figura 12 - Imagem histológica de dente do grupo 1 .....	95
Figura 13 - Imagem histológica de dente do grupo 2 .....	95
Figura 14 - Imagem histológica de dente do grupo 3 .....	96
Figura 15 - Imagem histológica de dente do grupo 4 .....	96

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média do desvio apical .....	88
Gráfico 2 - Média do desgaste nos canais mésio-vestibulares .....	90
Gráfico 3 - Média do desgaste nos canais mésio-linguais .....	91
Gráfico 4 - Análise histológica: média e desvio padrão da presença de debris .....	93

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teste de normalidade de Kolmorov e Smirnov.....	85
Tabela 2 - Teste estatístico ANOVA.....	86
Tabela 3 - Teste não paramétrico de Kruskall-Wallis.....	87
Tabela 4 - Múltiplas comparações de Dunn.....	87
Tabela 5 - Dados da direção do desvio.....	89
Tabela 6 - Média e desvio padrão do índice de centralização apical.....	91
Tabela 7 - Média do aumento % de área.....	92
Tabela 8 - Média do diâmetro dos canais.....	93

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
<b>OBJETIVO</b> .....	72
Objetivo Geral .....	72
Objetivos Específicos.....	72
<b>METODOLOGIA</b> .....	73
<b>RESULTADOS</b> .....	88
<b>DISCUSSÃO</b> .....	97
<b>CONCLUSÕES</b> .....	103
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	104
<b>APÊNDICES</b> .....	108
<b>ANEXO</b> .....	122

## INTRODUÇÃO

Os principais objetivos do tratamento endodôntico são a limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares, a fim de favorecer a terapia e promover a cura das doenças pulpares e periapicais (ARYA, *et al.*, 2011). Para que isso ocorra, é de fundamental importância que o cirurgião-dentista faça o correto diagnóstico e planejamento, de acordo com a dificuldade encontrada em cada tratamento (CARVALHO, *et al.*, 2015)

O terço apical de molares é a área mais difícil para a realização do preparo biomecânico devido à complexa anatomia destes, que muitas vezes podem apresentar deltas apicais, canais laterais e recorrentes, presença de istmos e ramificações (ARYA, *et al.*, 2011; BÜRKLEIN, *et al.*, 2011)

O preparo biomecânico é a etapa responsável pela sanificação e modelagem do sistema de canais radiculares, aumentando gradualmente o diâmetro destes com auxílio de soluções irrigantes que potencializem a ação dos instrumentos utilizados (BÜRKLEIN, *et al.*, 2013). Durante anos, a terapia endodôntica era realizada utilizando-se instrumentos manuais, de aço inoxidável, que apresentavam limitações quando aplicados em dentes com canais curvos e achatados (deformações, alteração de trajetória e perfurações) (MEIRELES, *et al.*, 2012; FORNARI, *et al.*, 2010, BÜRKLEIN, *et al.*, 2013).

Tais limitações favoreceram o desenvolvimento dos instrumentos de níquel-titânio (NiTi) que apresentavam maior flexibilidade e eficiência de corte quando comparados aos instrumentos de aço inoxidáveis, por apresentarem secções transversais diferentes, alta flexibilidade e diminuição do tempo operatório, tornando o procedimento mais confortável ao paciente e menos estressante ao profissional (GONÇALVES, *et al.*, 2011; FROTA, *et al.*, 2013; SASAKI, *et al.*, 2006).

Os instrumentos de NiTi favorecem o tratamento de dentes com canais curvos. Atualmente nota-se uma tendência na utilização de técnicas que utilizam um número reduzido de limas e apresentam maior conicidade possibilitando um preparo mais cônico com um menor número de instrumentos (PRUETT, *et al.*, 1997; YARED, 2008; TAHA, *et al.*, 2010; SUBHA; SKIRI, 2011).

Tais ligas de NiTi são amplamente utilizadas devido à sua memória da forma inicial e maior elasticidade que proporciona menores riscos durante o preparo de dentes com raízes curvas, uma vez que a elasticidade do instrumento permite que o mesmo acompanhe a trajetória do sistema de canais radiculares com curvatura, diminuindo os riscos de desvio apical ou alterações morfológicas originais (GONÇALVES, *et al.*, 2011, FROTA, *et al.*, 2013; KEVEN; HEROLD; JOHNSON, 2007).

Recentemente, foi lançado no mercado o sistema Reciproc, que é capaz de realizar o preparo biomecânico com a utilização de apenas um instrumento. Os instrumentos deste sistema são fabricados com uma liga especial, *M-Wire*, e são acionados por motor em movimento recíprocante, com a proposta de diminuição do tempo operatório em até 40%, em relação aos dispositivos anteriores. O sistema Reciproc é composto por 3 instrumentos, sendo eles o R25 (vermelho - 25.08), R40 (preto - 40.06) e R50 (amarelo - 50.05), todos indicados para uso único (YARED, 2008; YOU, *et al.*, 2010; KIM, *et al.*, 2012; D'AMARIO, *et al.*, 2013; SABER; SADAT, 2013).

Com o conceito de utilizar um número reduzido de limas para o preparo dos canais, aumentou-se o cuidado para a realização do cateterismo que consiste no pré alargamento inicial mínimo a partir da embocadura do canal, seguindo os percursos de suas paredes até a chegada ao forame fisiológico. Esta etapa é responsável por garantir o livre avanço dos instrumentos rotatórios ininterruptamente até o completo comprimento de trabalho (BERUTTI, *et al.*, 2012; PASQUALINI, *et al.*, 2012; ELNAGHY; ELSAKA; 2014).

Inicialmente, esta etapa operatória de reconhecimento das dificuldades anatômicas do canal era realizada com instrumentos manuais de aço inoxidável, de menor calibre. No entanto, com o surgimento de novas ligas metálicas, os sistemas de cateterismo também acompanharam essa evolução, tornando-se mais flexíveis de menor conicidade com a proposta de garantir a livre passagem das limas em todo o comprimento de trabalho sem comprometer a curvatura original dos canais (LIM, *et al.*, 2012; D'AMARIO, *et al.*, 2013; BURKLEIN; POSCHAMANN; SCHAFER, 2014).

Seguindo o conceito de redução da quantidade de instrumentos para a realização do preparo biomecânico, os sistemas de cateterismo também têm acompanhado esta evolução, apresentando sistemas com poucos instrumentos ou lima única de cateterismo. No entanto, ainda se observa a necessidade da realização de mais estudos que melhor definam a ação destes instrumentos sobre a anatomia interna dos canais uma vez que não há concordância absoluta sobre a realização desta etapa operatória. Alguns pesquisadores defendem o uso do instrumento Reciproc sem a realização prévia de cateterismo (YARED, 2011; DE-DEUS, *et al.*, 2012) enquanto outros pesquisadores relatam a necessidade da aplicação do cateterismo prévio aos instrumentos únicos e de grande conicidade (LIM, *et al.*, 2012; PASQUALINI, *et al.*, 2012; BERUTTI, *et al.*, 2012; D'AMARIO, *et al.*, 2013; BURKLEIN; POSCHAMANN; SCHAFER, 2014; ELNAGHY; ELSAKA, 2014). Por isso faz-se necessário a realização de novos estudos para avaliar a aplicação do cateterismo prévio à instrumentação com sistemas de instrumento único.

Portanto foram testadas duas hipóteses nulas, a de que haveria diferença entre o desvio apical causado pelas diferentes técnicas de cateterismo prévio à instrumentação e a de que não haveria diferença entre os grupos no que se refere à capacidade de limpeza.

## REVISÃO DE LITERATURA

Schneider (1971) determinou a frequência com que os preparos cilíndricos poderiam ser produzidos pelos instrumentos manuais no terço apical de canais radiculares retos e curvos. Para isso ele utilizou 29 dentes humanos que apresentavam apenas um canal radicular. Para a padronização da amostra, todos os dentes deveriam ter configurações anatômicas semelhantes no terço apical, todas as coroas anatômicas foram removidas e todas as raízes foram desgastadas uniformemente até medirem 15 mm de comprimento. Havia diversos graus de curvatura da raiz, então as raízes foram radiografadas no plano orto-radial e méso-distal. Uma linha foi traçada paralela ao longo eixo do canal radicular e uma segunda linha foi traçada no forame apical até a interseção com a primeira no ponto em que o canal começou a sair do longo eixo da raiz. O ângulo formado foi mensurado por meio de um transferidor. Este método foi utilizado em todas as raízes, separando a amostra em três grupos de acordo com o grau de curvatura das raízes. 10 raízes foram classificadas com grau de curvatura leve ( $\leq 5^\circ$ ), 10 raízes foram classificadas como moderadas ( $10^\circ$  a  $20^\circ$ ) e nove foram classificadas como severas ( $25^\circ$  a  $70^\circ$ ). Os canais foram instrumentados com limas tipo Kerr “B” com movimento de alargamento. Os canais foram preenchidos com cones de prata e cimentos. Foram realizados cortes transversais de 1 e 5 mm do ápice. As amostras resultantes de 4 mm foram analisadas em um microscópio de com X 25 de aumento. As amostras de 1 e 5mm foram avaliados por duas mensurações perpendiculares por meio de um micrômetro na ocular do microscópio. A natureza do preparo foi analisada de acordo com o grau de curvatura da raiz a 1 mm e a 5 mm do ápice, em canais com grau de curvatura leve, 80% estavam perfeitamente cilíndricos a 1 mm do ápice e a 5 mm do ápice apenas 40%. Em canais com grau de curvatura moderada, 40% estavam perfeitamente cilíndricos a 1 mm do ápice e a 5mm do ápice apenas 10%. Em canais com grau de curvatura severa, 33,3% estavam perfeitamente

cilíndricos a 1 mm do ápice e a 5 mm do ápice 0%. Canais retos são mais facilmente preparados quando comparados a canais curvos. Preparos cilíndricos foram obtidos em 51 % no nível de 1 mm, em apenas 17% no nível de 5mm. O autor concluiu que mais estudos devem ser realizados para determinar quando um canal foi bem preparado.

Gambill; Alder; Rio (1996) realizaram um estudo comparativo sobre técnicas de instrumentação com limas manuais de NiTi com as de aço inoxidável por meio de Tomografia Computadorizada. Para a realização do estudo, os autores selecionaram 40 dentes com raio de curvatura de 10 graus, apenas uma raiz e foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais contendo 12 espécimes cada e 4 para o grupo controle. Os dentes foram submetidos à tomografia computadorizada antes da instrumentação. Nos dentes do grupo A, os canais foram preparados com limas tipo K utilizando a cinemática de um quarto de volta e movimento de tração. Nos dentes do grupo B, os canais foram instrumentados com limas manuais de NiTi utilizando a mesma cinemática do grupo A. O grupo C foi preparado com limas manuais NiTi usando a técnica convencional. Os dentes instrumentados foram novamente submetidos à tomografia computadorizada e as imagens do sistema de canais radiculares não instrumentados foram comparadas às imagens dos canais instrumentados. O grau e direção do transporte do canal foi calculado por meio da determinação da distância mais curta entre a parte mais externa da raiz à luz do canal não instrumentado nas direções mesial e distal e comparando com as medidas realizadas, com os mesmos pontos de referência, a partir das imagens dos canais já instrumentados. A fórmula utilizado para o cálculo do desvio foi:  $(X1-X2) - (Y1-Y2)$ . A média do índice de centralização foi calculado a cada terço utilizando a fórmula:  $(X1 - X2)/(Y1-Y2)$  ou  $(Y1-Y2)/(X1 - X2)$ , em que o numerador deveria ser sempre o menor valor das equação. Os resultados próximos a 1 indicavam ótima capacidade de centralização. Os resultados mostraram que os instrumentos de NiTi quando utilizados com a técnica convencional causou significativamente menor

desvio apical ( $p < 0,05$ ), removeu menor volume de dentina ( $p < 0,05$ ), realizou o preparo em menor tempo de operatório ( $p < 0,05$ ) e apresentou melhores índices de centralização produziu canais mais centralizados do que quando comparados às limas tipo K de aço inoxidável por meio da cinemática adotada. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada utilizada para a realização da pesquisa, forneceu um método repetitivo e não invasivo de avaliação dos aspectos da instrumentação endodôntica estudados no trabalho.

Pruett; Clement; Carnes (1997) avaliaram a fadiga cíclica de instrumentos endodônticos confeccionados em níquel-titânio, e definiram um conceito ao introduzir um novo método, diferente e de forma mais exata que o estabelecido por Schneider, para se determinar o raio de curvatura bem como o ângulo de curvatura de raízes dos dentes. O presente trabalho avaliou o desempenho de fadiga cíclica e fratura dos instrumentos, em canais simulados, com parâmetros definidos a partir de ângulos formados entre as linhas retas desenhadas no sentido do longo eixo do dente da coroa para a raiz, e no sentido do ápice para o terço mais interior do canal. O comprimento destas linhas é o raio do círculo e define o raio da curvatura do canal, que é medido em milímetros. O raio de curvatura pode ser representado por um ângulo específico de curvatura quando o canal diverge de uma linha reta. Para a confecção dos canais simulados, foram avaliados dentes com curvatura severa, que representam situação de muita fadiga ao instrumento. A partir daí, definiu-se o ângulo de curvatura em  $30^{\circ}$  e 5 mm de raio, para realização dos estudos de fadiga cíclica. Os ângulos de  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$  e  $60^{\circ}$  e raios de curvatura entre 2 e 5 mm também foram escolhidos para a realização da pesquisa. Para simular as condições de instrumentação durante a utilização, um torque foi pré-definido e padronizado para todos os instrumentos, em 10 g-cm e era medido a partir de um dinamômetro. Foram avaliados instrumentos Lightspeed # 30 e # 40 e um total de dez instrumentos de cada tamanho foram testados em cada um dos seis diferentes formas de canal experimental (3 ângulos cada e 2 raios) a três velocidades diferentes (750, 1300, e 2000 rpm).

A metodologia resultou em 18 grupos de teste para cada tamanho de instrumento. Os canais artificiais foram confeccionados a partir do calibre 18-G, de agulhas de aço inoxidável com um diâmetro interno de 0,83 mm. Um total de seis canais artificiais foram confeccionados juntamente com um suporte de ensaio, alinhando a porção interna dos canais artificiais com a linha central do dinamômetro. Instrumentos foram inseridos nos canais, e as cabeças foram presas na pinça do Dinamômetro Magtrol. Uma peça de mão elétrica foi acoplada à haste do instrumento, e as velocidades de operação (750, 1300 ou 2000 rpm) foram ajustadas. A coleta de dados do dinamômetro consistiu nas leituras do rpm compostas em média de 10 leituras/s. O tempo de falha do instrumento foi determinada quando valores de torque caíam repentinamente, indicando separação do instrumento. O número de ciclos até à falha foi calculada a partir dos dados do rpm, multiplicando o número de rotações com o tempo para a falha. Os dados analisados foram o número de ciclos até à falha para cada instrumento testado sob o ângulo de curvatura, o raio de curvatura, velocidade e condições do tamanho dos instrumentos. Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA), com o procedimento Neuman servindo como o teste post-hoc usando um nível de confiança de 95%. Fragmentos de instrumentos fraturados foram coletados por grupo e foram examinados sob microscopia eletrônica de varredura. A velocidade operacional foi analisada pela multivariável ANOVA indicaram que este não foi um fator significativo para ciclos até a falha ( $p < 0,10$  para # 30;  $p < 0,06$  para # 40). Não houve diferença nos ciclos de falha entre os 750, 1300 e 2000 rpm. Ciclos até a falha diminuíram significativamente quando o raio de curvatura diminuiu. Os canais simulados que possuíam raios de curvatura de 2 mm tiveram ciclos significativamente menores de falhas do que os grupos de 5 mm de raio ( $p < 0,00001$ ). Os instrumentos operados em  $45^{\circ}$  e  $60^{\circ}$  de curvatura não foram significativamente diferentes e tiveram falhas significativamente menores do que instrumentos operados a  $30^{\circ}$  ( $p < 0,00001$ ). A separação de instrumento sempre ocorreu no ponto de flexão máxima dentro dos canais

artificiais. Instrumentos parcialmente fatigados pareciam normais, tanto a olho nu e quando avaliado por meio de MEV. A abertura de flexão das fraturas era evidente no MEV e geralmente parece estar associada com falhas na superfície do instrumento. Estas fraturas iniciadas foram localizadas no ponto de curvatura máxima dentro do tubo ao longo do eixo do instrumento. 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.

Fan; Wu; Wesselink (2000) avaliaram a falta de adaptação marginal (vazamento) de materiais de obturação termoplástica, em canais de raízes curvas. Os elaboradores do projeto utilizaram 46 pré molares inferiores com apenas um canal que apresentassem uma curvatura entre 21- 40 graus de acordo com o método de Schneider (1971) e todas as raízes foram instrumentais com o sistema Lightspeed de acordo com as recomendações do fabricante. A técnica utilizada foi a coroa ápice e em seguida utilizando a técnica do escalonamento até o instrumento de tamanho 80. O batente apical foi realizado com o instrumento 50. O terço coronal foi desgastado com o instrumento Gates-Glidden, número 2, 3, 4 e 5. O desvio apical foi calculado pelo método da sobreposição de imagens radiográficas iniciais e finais com o instrumento inserido no canal e somada a diferença do valor inicial menos o final. Os canais foram obturados por duas técnicas, a da condensação vertical e o grupo dis utilizando a técnica Thermafil. Após a análise dos resultados, observou-se que houve transporte apical em 9 (21%) dos dentes e foram divididos entre os outros 2 grupos (n=4). A falta de adaptação apical (vazamento) esteve presente em todos os 8 dentes com desvio apical avaliados, não foi observada falta de adaptação marginal nos dentes obturados pela técnica da condensação

vertical. Com a apresentação do estudo, pôde-se concluir que o desvio apical pode causar falhas na adaptação marginal de materiais obturadores.

Song *et al* (2004) fizeram um estudo comparativo da capacidade de centralização de instrumentos manuais Great Taper (GT) utilizando uma técnica de força equilibrada, instrumentos de níquel-titânio e limas manuais tipo k utilizando a técnica ápice coroa. Os autores utilizaram quarenta e oito pré-molares inferiores extraídos com apenas um canal radicular e com curvaturas entre 15 e 45 graus e divididos aleatoriamente em três grupos. Os dentes foram seccionadas a partir do 2 , 6 e 10 mm do comprimento de trabalho. Imagens pré-operatórias dos três níveis foram capturados em um aumento de 20 x usando um microscópio. Em cada grupo, os canais foram preparados por um instrumento com conicidade .02 mm de diâmetro ponta, o grupo dos instrumentos de NiTi, foram instrumentados até o instrumento tamanho 30 e o grupo dos instrumentos SS também foram desgastados até um instrumento de tamanho 30. As imagens dos canais após a instrumentação foram fotografados nas mesmas condições que nas imagens pré operatórias que foram sobrepostas umas às outras e analisadas com auxílio do programa Phtotoshop 6.0 . A capacidade para manter o instrumento no eixo central do canal e o desvio do eixo do canal foram determinadas e comparadas por análise estatística, juntamente com a avaliação da quantidade de dentina removida. No terço apical o índice de centralização, a distância do transporte e da dentina removida em GT e NiTi foram Significativamente menores do que aqueles no grupo SS ( $p < 0,01$ ), mas não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de instrumentos de NiTi . Nos outros milímetros avaliados, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os autores concluíram que o grupo dos instrumentos SS, quando comparados aos grupos GT e NiTi flex, apresentou pior capacidade de centralização e produziu mais transporte apical que os outros grupos.

Yared (2007) descreveu uma nova técnica de preparação canal usando apenas um instrumento rotatório de NiTi. A técnica consiste em realizar o cateterismo com uma lima K #08 e o preparo cervical, apical e médio com apenas uma única lima do sistema Protaper, F2. Após o cateterismo com a lima K no comprimento de trabalho provisório demonstrado pelo localizador apical e realiza-se um raios-x para a confirmação da odontometria, seguido da introdução das limas K #10 e #15 no comprimento de trabalho real em irrigação constante com hipoclorito a 2,5%. A técnica do preparo apical consiste em utilizar apenas uma lima do sistema Protaper, F2, em movimento recíproco, com redução de 16:1, sendo introduzida no canal com leve pressão apical quando encontrar resistência até que ela chegue no comprimento de trabalho real, removendo a cada investida para remoção das raspas de dentina presente no instrumento utilizando uma gaze. O preparo biomecânico do canal é completo com irrigação contínua com hipoclorito a 2,5% e irrigação final com EDTA a 17% seguida novamente pelo hipoclorito. A nova técnica de preparo do canal com apenas um instrumento rotatório de NiTi usado em um movimento no sentido horário e anti-horário foi descrito. Esta técnica poderia oferecer duas grandes vantagens: o uso individual de instrumentos endodônticos se tornaria mais rentável e a eliminação da possível contaminação cruzada e uma reduzida fadiga instrumento associado com o uso isolado limas manuais e alargadores rotatórios. A experiência preliminar com esta técnica e a primeira impressão foram encorajadoras. No entanto, a necessidade pesquisas laboratoriais para adequada avaliação clínica de vários parâmetros (extrusão apical de detritos, a incidência de fratura de instrumentos, desvio canal, necessidade de pré-alargamento entre outros) seria essencial.

Gu *et al* (2011) avaliaram a morfologia de primeiros molares inferiores com três raízes e utilizaram 20 dos dentes descritos anteriormente, de pacientes chineses que eram pacientes do Primeiro Hospital de Wujiang City, durante o período de 2006-2009. Todos os dentes foram submetidos à análise prévia de tomografia computadorizada e com as imagens,

pôde-se realizar a reconstrução em 3 dimensões do sistema de canais radiculares dos dentes para a realização do diâmetro do canal, entre outras medidas. Para o cálculo do diâmetro anatômico dos dentes, os autores accionaram virtualmente as raízes, perpendicularmente ao longo eixo da raiz do dente e a distância entre as paredes do canal, no sentido mesmo distal foram anotadas. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância de dupla entrada, ao teste de Tukey e ao teste parado T para comparar os diâmetros dos canais ( $p < 0,05$ ). Os resultados mostraram que o diâmetro médio dos canais mésio vestibulares no segundo milímetro foi de  $0,25 \pm 0,07$  mm e no terceiro milímetro de  $0,27 \pm 0,07$ , já para os canais mésio linguais a média para o segundo milímetro foi de  $0,23 \pm 0,08$  e para o terceiro  $0,27 \pm 0,07$ . Os autores concluíram que o preparo dos canais em raízes diferentes, também devem ser instrumentados de maneira diferente, uma vez que eles apresentam anatomia diferente uns dos outros. Os clínicos devem adequar o tipo do preparo a fim de se remover maior quantidade de *debris*, deixando o canal, com diâmetro cirúrgico maior que o inicial.

Yared (2011) introduziu um novo conceito sobre como realizar o preparo do sistema de canais radiculares somente com um instrumento de níquel-titânio (NiTi) acionado a motor em movimento reciprocante, sem uso prévio de instrumentação manual. O novo sistema de lima única de movimento reciprocante inclui três instrumentos chamados Reciproc® (R25, R40 e R50), um motor elétrico VDW Silver Reciproc®, pontas de papel absorvente e cones de guta-percha. Somente um instrumento Reciproc® é utilizado para o preparo do canal dependendo do tamanho inicial do mesmo. Os instrumentos são confeccionados a partir de liga metálica chamada M-Wire® de níquel-titânio, que recebe tratamento térmico de superfície, lhe conferindo maior flexibilidade e resistência a fadiga cíclica quando comparado ao tradicional níquel-titânio e ainda apresenta seção transversal em forma de S. Os três instrumentos possuem conicidade regressiva, R25 diâmetro da ponta é 0,25 mm e conicidade de 8% até o 3 mm da ponta; o R40 diâmetro da ponta é 0,40 mm e conicidade de 6% até o

3mm da ponta; R50 diâmetro da ponta é 0,50 mm e conicidade de 5 % até o 3 mm da ponta. Os instrumentos são utilizados em 10 ciclos por segundo do movimento reciprocante, aproximadamente 300 rpm. Os ângulos de movimentação horária e anti-horária são diferentes. A seleção do instrumento Reciproc® é baseado na análise da radiografia pré-operatória. Quando o canal é parcialmente ou completamente invisível na radiografia, deve-se selecionar o R25. Em outros casos, quando a radiografia mostra o canal claramente até o ápice, o canal é considerado médio ou largo, então deve-se inserir uma lima #30 passivamente no CT, o canal é considerado largo, deve-se utilizar o R50, porém se a lima #30 não entrar passivamente, deve-se optar por uma lima #20 para inserção passiva, e então o canal será considerado médio, opta-se pelo R40. Caso, a lima # 20 não entre passivamente, o canal é considerado atrésico, e deve-se optar pela lima R25. No movimento reciprocante, os ângulos horários e anti- horários determinam a amplitude do movimento de rotação para direita e esquerda. O instrumento Reciproc deve ser introduzido no canal com pequenos movimentos de bicada sem remover o instrumento completamente do canal, a amplitude dos movimentos não deve exceder 3 a 4 mm. Uma pequena pressão deve ser aplicada. Após essa inserção, o instrumento deve ser removido para limpeza do canal, e uma lima #10 deve ser usada para checar o cateterismo nos 2/3 do CT. Deve ser realizada irrigação abundante. Estudos preliminares demonstraram habilidade de centralização destes instrumentos, mesmo em canais severamente curvos. São considerados seguros quanto a fratura por causa do movimento reciprocante para direita e esquerda, o que possibilita aos instrumentos não alcançarem o ângulo de fratura tanto pela fratura por torção quando pela fratura por travamento. O tempo de trabalho é quatro vezes mais rápido quando comparado a preparos com NiTi rotatórios. Menor incidência de complicações como desvio apical, degraus e bloqueio do canal quando comparado a técnicas tradicionais rotatórias. Eliminação de contaminação cruzada entre pacientes, pois o instrumento é descartado após a utilização.

De-Deus *et al* (2013) avaliaram a capacidade de um sistema de instrumento com lima única (Reciproc R25) em atingir o comprimento de trabalho (CT) sem a realização do cateterismo prévio manobra em canais messias de molares inferiores. Para a realização do estudo, os autores utilizaram 253 canais, retos, que formara o grupo 1 e 249 canais, apresentando curvatura classificada como moderada, que formaram o grupo 2, seguindo o método de Schneider *et al* (1971). O instrumento R25 do sistema Reciproc foi utilizado nos canais radiculares sem a realização prévia do cateterismo. Após a instrumentação, todos os casos que alcançaram o comprimento de trabalho sem o cateterismo prévio, foi classificado como "alcançado o comprimento de trabalho" (RFWL- Reaching the Full Working Length). A classificação para quando o comprimento de trabalho não era alcançado foi "não atingindo o comprimento de trabalho" (NRFWL - NOT Reaching the Full Working Length). Após análises estatísticas, os resultados mostraram que o grupo 1 apresentou 9 canais (3,56%) e o grupo 2, 23 (9,34%) que foram classificados como NRFWL. A diferença entre a quantidade de canais em que o NRFWL e RFWL foi significativa para os dois grupos. A frequência que o instrumento não alcançou o comprimento de trabalho foi estatisticamente significante no grupo 2. Os autores concluíram que o instrumento Reciproc R25 foi capaz de atingir o comprimento de trabalho em canais retos e com curvas moderadas de molares inferiores, sem a utilização de um instrumento para cateterismo em uma grande proporção dos casos.

Koçak *et al* (2013) avaliaram a extrusão apical de *debris* durante o preparo do sistema de canais radiculares com o instrumento R25, e para isso, os autores utilizaram 68 pré-molares unicanaliculados e como medida de se uniformizar a amostra foram selecionados dentes com tamanhos aproximados, diâmetro no CT compatível com uma lima manual tipo K tamanho 15. Os dentes foram divididos em quatro grupos experimentais: onde os dentes do grupo 1 foram instrumentados pelo sistema ProTaper até a lima F2; o grupo 2, pelo instrumento Self Adjusting File (SAF); o grupo 3 foi instrumentado pelos sistema Revo S e

por fim os dentes do grupo 4, foram instrumentados pelo instrumento R25 do sistema R25. A avaliação da quantidade de *debris* extruída durante o processo de instrumentação foi realizada por meio da utilização do modelo proposto por Myers e Montgomery (1991). O material extruído foi coletado por um tubo Eppendorf, contendo 4 ml de água destilada, solução utilizada para irrigação a cada troca de limas nos grupos 1 e 3, entre as sequências de “pecks” no grupo 4 ou sistema da SAF no grupo 2. Após a instrumentação o *debris* aderido 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 solução e, mediu-se o peso final dos detritos. A pesagem foi realizada por dois operadores diferentes, um teste cego. As médias dos dados obtidos foram submetidas à análise estatística, usando o software SPSS, pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). Os autores não encontram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ( $p = 0,218$ ), o grupo do sistema ProTaper apresentou maior média de extrusão e o grupo do instrumento Reciproc produziu menor média de detritos em comparação com os outros grupos. Os autores concluíram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos e ainda relataram que o design e o formato da secção transversa dos instrumentos e a cinemática de instrumentação podem influenciar na extrusão apical de *debris*.

Frota *et al* (2014) compararam sistemas de instrumentação que usam a cinemática recíproca comparado aos sistemas rotatórios. Os autores fizeram a comparação a fadiga cíclica e a resistência à torção destes sistemas de instrumentação, por acreditarem que o movimento recíproco aumenta a resistência dos mesmos. Para isso, os autores utilizaram oitenta canais simulados para a instrumentação e foram divididos em quatro grupos, Protaper Universal, Wave One, Mtwo e Reciproc com 20 espécimes cada. Foi confeccionado em metal de aço inoxidável simulando um canal, e os instrumentos foram submetidos a testes dinâmicos de flexão. O deslocamento axial dos canais simulados foram promovidos em

apenas metade dos instrumentos de cada grupo (n=10) com movimentos de vai-e-vem com um alcance de 1,5 mm. Foi calculado também o tempo em que levou do início do movimento até a fratura dos instrumentos. Após a tabulação dos dados obtidos a partir da metodologia empregada foram submetidos à testes estatísticos que revelaram que a resistência à fadiga cíclica foi maior nos instrumentos que ao acionados em movimento reciprocantes quando comparados aos instrumentos acionados em movimento rotatório ( $p < 0.05$ ). Porém, quando comparados os grupos dos instrumentos de lima única em movimento recíprocante foi observada diferença apenas com relação ao deslocamento axial ( $p < 0.05$ ). Outro resultado obtido a partir da metodologia empregada foi que não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas acionados em movimento rotatório, Protaper Universal e Wave One ( $p > 0.05$ ). A partir da análise dos resultados e da metodologia abordada os autores puderam concluir que a fadiga cíclica e a resistência à torção foram maiores nos sistemas que utilizam o movimento recíprocante quando comparados aos sistemas rotatórios independente do deslocamento axial.

### **Revisão de Literatura de pesquisas de presença de *debris***

Barbizam *et al* (2002) avaliaram a efetividade de sistemas rotatórios automatizados e de instrumentação manual, em limpar canais achatados. Com esse objetivo, utilizaram vinte incisivos inferiores com achatamento mesio-distal. Os dentes foram acessados e determinado o comprimento de trabalho a 0,5 do ápice e os dentes foram então divididos em dois grupos experimentais: grupo 1 que foi preparado pela técnica coroa ápice utilizando instrumentos Profile com conicidade .04 com instrumentos tamanho 15-40 e no grupo 2 os dentes foram preparados também pela técnica coroa ápice, porém, utilizando instrumentos manuais tipo K até o tamanho 40. Após a instrumentação o terço apical das raízes foram seccionados e

passaram pelo processamento histotécnico de rotina. As lamínas foram analisadas por uma lente de aumento de 40 x e foi colocada uma grade de integração sobre a imagem e os pontos com presença de *debris* e a área total foram contados e o percentual de *debris* no canal radicular, após o preparo biomecânico, foi calculado e os dados foram analisados pelo teste estatístico, não paramétrico, de Mann -Whitney. Os resultados mostraram que houve  $19.44 \pm 2,01\%$  de presença de *debris* nos canais que foram preparados com os instrumentos Profile .04 e  $7,18 \pm 1,78 \%$  nos canais preparados por limas manuais. A análise estatística revelou diferença estatisticamente significativa entre os grupos (1%). Os autores concluíram que nenhuma das técnicas foi eficiente em promover a limpeza do sistema de canais radiculares.

Sasaki *et al* (2006) avaliaram a presença de *debris* no terço apical de canais achatados, de dentes vitais e não vitais, após instrumentação com instrumentos de Ni-Ti rotatórios. Para tanto, foram utilizados incisivos inferiores extraídos. Os dentes com indicação para extração eram submetidos a diagnóstico prévio por meio de teste de vitalidade com frio e exame radiográfico para verificação de presença de lesão periapical. Foram selecionados 18 dentes, com rizogênese completa, com presença de um único canal e sem curvatura acentuada. Os dentes foram divididos em 2 grupos (n=9) de acordo com o diagnóstico pré-estabelecido. Após a cirurgia de acesso, realizou-se o cateterismo com uma lima tipo K #15 e preparo cervical com brocas de Gates-Glidden 2 e 3. O comprimento de trabalho foi definido a 1 mm aquém do forame apical e os dentes foram instrumentados por meio do sistema ProTaper<sup>®</sup> acionado pelo motor Endo-Kill TC e peça de mão NML-F16R, a uma velocidade constante de 300 rpm e torque ajustado para cada instrumento. O protocolo utilizado foi: S1 até o terço médio, SX no terço cervical, S2 até o terço apical e S1, F1, F2, F3 em todo o comprimento de trabalho, a cada troca de instrumento os canais eram irrigados com 3 ml de hipoclorito de sódio 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 6µm de espessura. A primeira secção da porção mais apical de cada dente era selecionada, em seguida 30 secções eram desconsideradas e a 31ª era selecionada, os cortes foram realizados até completar 10 secções por dente. Os cortes do terço apical foram analisadas por um microscópio óptico com aumento de 40X, e as imagens compartilhadas a um computador onde foram 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 ( $5,95 \pm 2,22$ ). Os autores concluíram que a condição clínica do tecido da polpa não interfere com a quantidade de sujidade remanescentes no terço apical do sistema de canais radiculares achatados, quando preparados com instrumentos rotatórios de NiTi.

Fornari *et al* (2010) avaliaram histologicamente a eficácia do aumento do desgaste do terço apical promovido pela instrumentação em canais curvos, para tanto os autores selecionaram 44 raízes mesiovestibulares de molares superiores com rizogenêse completa, com ângulo de curvatura entre 20 e 40 graus. Os dentes foram então acessados e instrumentados de acordo com a técnica coroa-ápice. Primeiramente foi realizado o preparo do terço cervical e médio com instrumentos rotatórios (25, 0,12; 25, 0,10; 25, 0,08), seguido de irrigação com água destilada, e determinação do comprimento de trabalho que foi definido a 1mm aquém do forame, com o auxílio de uma lima tipo K #08. As raízes então foram separadas randomicamente em quatro grupos, o grupo controle não foi instrumentado e irrigado. Para os outros grupos, foi padronizada a quantidade de irrigante utilizada bem como o tempo operatório. A técnica de instrumentação foi realizada com instrumentos Hero 642 (Micro mega) e foi realizada da seguinte forma, grupo 1: instrumentação apical iniciando com o instrumento #30, 0,02, grupo 2: #35, 0,02, grupo 3: #40, 0,02 e grupo 4: #45, 0,02. Após o preparo apical dos canais, as raízes foram submetidas ao processo e análise histológica, onde

foram avaliadas com aumento de 40x e as imagens digitalizadas foram para análise morfométrica, para avaliação da quantidade de *debris* e área do canal não instrumentada. A avaliação da ação do instrumento nas paredes do canal foi realizada a partir da regularidade das paredes, mudança abrupta da continuidade da parede do canal e remoção parcial ou total da região de pré-dentina. Os resultados foram comparados estatisticamente por meio dos testes de ANOVA e Tukey. A correlação de Pearson foi realizada para identificar potencial de correlação entre os valores. Os autores acharam como resultado, uma maior porcentagem de área não instrumentada nos grupos cujos canais foram instrumentados com os instrumentos #30, 0,02 ( $55,64 \pm 4,62\%$ ) e #35, 0,02 and 35, 0,02 ( $49,03 \pm 5,70\%$ ) quando comparados com os instrumentos #40, 0,02 ( $38,08 \pm 10,44\%$ ) e 45, 0,02 ( $32,65 \pm 8,51\%$ ). Houve maior presença de *debris* quando o preparo apical foi realizado com os instrumentos 30, 0,02 ( $34,62 \pm 9,49\%$ ) e 35, 0,02 ( $25,33 \pm 7,37\%$ ). Houve correlação significativa entre a quantidade de *debris* e o perímetro de áreas de dentina não instrumentada. Os autores concluíram que o aumento do diâmetro apical permitiu uma completa limpeza das paredes do sistema de canais radiculares.

Taha *et al* (2010) compararam três técnicas de preparo de canais com o formato oval. Para tanto, os autores selecionaram 39 pré-molares inferiores extraídos por indicação ortodôntica, todos os dentes deveriam apresentar rizogênese completa e um único canal, a pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética local. Os dentes foram separados randomicamente em três grupos diferentes, grupo 1: instrumentação manual com limas Hedstroem até a lima #40, sob movimentos de limagem, após preparo cervical com Gates-Glidden #2 e #3. grupo 2: instrumentação rotatória, pela técnica coroa-ápice com o sistema EndoWave e preparo apical com uma lima #40.06 e grupo 3: instrumentação com AET, com limas de preparo cervical em movimento Reciprocante e o preparo apical com uma lima #40 manual. Em todos os grupos a cada troca de lima o sistema de canais radiculares recebia copiosa irrigação com hipoclorito

de sódio a 1%, EDTA 15% durante um minuto a cada troca de lima e como irrigação final. Após a instrumentação os dentes foram seccionados em três níveis: cervical, médio e apical, e submetidos ao processo e análise histológica, de modo que cada um dos terços pudesse ser avaliado. Fotografias dos cortes foram feitas para análise do formato do preparo e análise de *debris*. O formato do canal foi avaliado por três dentistas e classificado como oval, elíptico e irregular, quando havia discordância entre os três uma nova avaliação era feita. As laminais histológicas foram avaliadas por microscópio e as imagens digitalizadas para análise com o programa Image J. A porcentagem das paredes do canal que ficaram intactas e a presença de *debris* foram mensuradas a partir da análise das imagens. A análise estatística foi realizada pelos testes de Kruskal-Wallis e comparação de Pair-wise, que mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos apenas no terço apical, onde a técnica rotatória apresentou melhor capacidade de limpeza que as outras técnicas. Nenhuma diferença foi encontrada quando comparada as áreas não instrumentadas entre as técnicas, bem como os níveis avaliados. As técnicas AET e de instrumentação manual apresentaram melhores resultados no terço médio quando comparado com os terços apical e cervical. De acordo com os achados, o novo instrumento não trouxe nenhum benefício como técnica alternativa para instrumentação de canais ovais.

Bürklein *et al* (2011) avaliaram a capacidade de limpeza e modelagem do canal de dois sistemas de lima única, Reciproc e Wave One entre os sistemas MTwo e Protaper, em canais com curvatura severa. Para a realização do trabalho, os autores utilizaram 80 dentes que apresentassem ao menos uma raiz curva, com angulação entre 25° e 39°. Os dentes foram então acessados, determinou-se o comprimento de trabalho com o auxílio de uma lima tipo k #10, determinando o mesmo reduzindo 1 mm do comprimento de quanto a instrumento fosse visto pelo forame. Foram utilizados dentes que apresentassem rizogênese completa e com a constrição foraminal compatível com um instrumento K #15, os dentes foram inseridos em

matrizes de silicone para se estabilizar o dente durante a instrumentação, bom como foi construída uma plataforma para se posicionar os blocos de silicone com os dentes padronizando as tomadas radiográficas inicial e final. Cada instrumento foi utilizado para preparar apenas quatro canais que foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5%. Os instrumentos foram acionados com motor elétrico com velocidade, torque e cinemática ideal para cada instrumento. Os dentes foram divididos em quatro grupos com vinte dentes cada, o grupo A: todos os instrumentos do sistema Mtwo foram utilizados em todo comprimento de trabalho de acordo com as recomendações do fabricante; grupo B: foram utilizados os instrumentos Sx, S1, S2, F1, F2 e F3 do sistema Protaper em todo o comprimento de trabalho, de acordo com as recomendações do fabricante; grupo C: foi preparado com o instrumento R25 do sistema Reciproc® de acordo com as recomendações do fabricante, não foi realizado o cateterismo antes do início da instrumentação; grupo D: foi utilizado o instrumento *primary* do sistema Wave One, seguindo as recomendações do fabricante, e também não foi realizado o cateterismo previamente o uso do sistema. Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e também submetidos ao teste estatístico de Student-Newman-Keuls, o nível de significância foi estabelecido em  $p < 0,05$ . O tempo de instrumentação e as mudanças no comprimento de trabalho também foram analisados estatisticamente, bem como o número de fraturas e de instrumentos deformados também foram anotados. Após a instrumentação os dentes foram separados longitudinalmente e preparados para análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV) onde foram analisados a quantidade de *debris* e *smear layer*. A escala de *debris* foi definida como nível 1: paredes limpas, com pequenas partículas de *debris*; nível 2: pouco pequenos conglomerados; nível 3: alguns conglomerados, porém menos de 50% das paredes cobertas por *debris*; nível 4: mais de 50% das paredes recobertas por *debris*, os níveis foram avaliados em aumento de 200x e a de *smear layer* em aumento de 1000x e a escala foi definida como nível 1: sem *smear layer*; nível 2: pequena quantidade,

alguns túbulos abertos; nível 3: camada homogênea de *smear layer* em quase toda a parede do canal, apenas poucos túbulos dentinários abertos; nível 4: toda a parede do canal recoberta por uma camada homogênea de *smear layer*, sem túbulos dentinários abertos e nível 5: uma fina espessura homogênea de *smear layer* recobrando inteiramente a parede do canal. Os dados obtidos foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis. Os resultados mostraram que durante a instrumentação do sistema de canais radiculares, nenhum instrumento foi fraturado. O tempo de instrumentação (TI) com Reciproc foi significativamente mais rápido quando comparado com todos os outros instrumentos. O TI com Wave One foi significativamente mais rápido quando comparado com os grupos da Protaper e Mtwo, onde não houve diferença estatisticamente significativa. Canais completamente limpos, não foram encontrados, porém, no terço apical dos grupos preparados com os instrumentos Reciproc e Mtwo resultaram significativamente menos *debris* quando comparados com os grupos preparados com Wave One e Protaper. Em todas as partes do canal, a instrumentação com Protaper resultou em significativamente mais *debris* quando comparado com todos os outros instrumentos. Nos terços cervical e médio não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos Mtwo, Reciproc e Wave One. Em relação à *smear layer* nenhuma diferença estatisticamente significativa foram encontradas quando comparados todos os terços do canal bem como quando comparados os grupos entre si. Os autores concluíram que ambos os sistemas de lima única, mantiveram a curvatura do canal, o uso dos instrumentos Reciproc e Wave One resultaram em tempo de trabalho significativamente mais curto e a instrumentação com os sistemas Mtwo e Reciproc resultou em menor quantidade de *debris* no terço apical do sistema de canais radiculares quando comparados com Wave One e Protaper. Os autores concluíram também que a instrumentação com apenas um instrumento não sofreu impacto com relação a capacidade de limpeza quando comparado aos sistemas Mtwo e Protaper.

Gonçalves *et al* (2011) realizaram uma análise morfométrica da capacidade de limpeza da técnica de instrumentação híbrida nos canais achatados nas raízes mesiais. Para isso, os autores utilizaram trinta molares inferiores com morfologia externa similar, priorizando elementos com raízes de comprimentos aproximados. Os dentes foram acessados e o cateterismo foi realizado com uma lima K # 10 e o tamanho da raiz foi definido ao ser possível enxergar a ponta da lima no forame apical e o comprimento de trabalho foi definido subtraindo 0,5 mm da última medida. As raízes foram separadas randomicamente em 2 grupos de com dez raízes cada. Por a raiz mesial apresentar dois canais, vinte amostras de cada grupo foram coletadas. Os canais do grupo 1 foram instrumentados com limas Protaper, seguindo as recomendações do fabricante, utilizando as limas Sx, S1, S2, F1, F2 e F3. No grupo 2, o terço médio e apical foi instrumentado com limas K # 15, # 20 e # 25. O preparo cervical foi realizado com brocas de Gates-Glidden 1 e 2, para finalizar o preparo apical, as limas Protaper F2 e F3 foram utilizadas no comprimento de trabalho real. Durante a instrumentação dos dois grupos, 1 ml de NaOCl 2,5% foi utilizado para irrigação do canal a cada troca de instrumento. Após a instrumentação dos canais, o terço apical de cada raiz foi seccionado e avaliado histologicamente. Os valores obtidos mostraram, que a técnica híbrida apresentou melhor capacidade de limpeza apical que a técnica Protaper, com diferença entre 13,14% e 18,44% de remanescente de *debris* respectivamente, valore estatisticamente significativa. Apesar dos bons resultados obtidos pela técnica híbrida, mais estudos devem ser realizados para investigar a capacidade real de limpeza desta técnica, variando os protocolos de irrigação.

Ayra *et al* (2012) realizaram um estudo comparativo da eficiência de limpeza entre instrumentos manuais e rotatórios no terço apical de raízes por meio de análise histológica. Para a realização do estudo os pesquisadores selecionaram 33 pré-molares inferiores unirradiculados, que foram separados randomicamente em três grupos com 10 dentes cada, os

outros três dentes foram utilizados como grupo controle. Nos dentes foi realizado acesso e a determinação do comprimento de trabalho, que foi estabelecido a 0,5mm aquém do forame, e como forma de padronização, dentes que apresentavam forame com diâmetro maior que 15 µm foram excluídos do estudo. O grupo 1: os dentes foram preparados com limas tipo K, manualmente até a lima #30, com prévio preparo cervical com brocas de Gates #2 e #3. Grupo 2: os dentes foram instrumentados com Protaper universal de acordo com a sequência do fabricante até a lima F3 e no grupo 3: os dentes foram instrumentados com lima Protaper rotatórias acionadas a motor elétrico (X-Smart Dentsply Maillefer) até o instrumento F3. Em todos os grupos, inclusive o controle, os sistema e canais radiculares foram irrigados com água destilada. O terço apical de cada raiz foi para o processo de análise histológica, onde foram retiradas três amostras de cada raiz, resultando um total de 99 amostras, que foram analisadas histologicamente e as imagens foram digitalizadas e avaliadas com o programa Motic. Os dados estatísticos foram avaliados utilizando uma análise de variância não paramétrica pelo teste de (ANOVA) Kruskal-Wallis e o programa SPSS versão 12. Os resultados mostraram que todas as técnicas foram relativamente eficientes na limpeza do terço apical das raízes, o grupo das de limas aço inoxidável apresentou menor quantidade de *debris*, seguido pelo grupo 2 e 3. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos. Os autores concluíram que a escolha entre as técnicas de instrumentação manuais, rotatória e híbrida tem de ser feita pelo operador, analisando caso por caso, de modo a evitar um protocolo generalizado.

Frota *et al* (2013) avaliaram por meio de análise histológica a capacidade de limpeza promovida por limas Protaper manuais e acionadas por motor. Para isso os autores selecionaram 10 molares inferiores humanos, que foram radiografados e selecionados apenas aqueles que apresentassem angulação radicular entre 0° e 5°, e 10 mm de comprimento de raiz, excluindo-se aqueles com tratamento endodôntico prévio, rizogênese incompleta e

reabsorção externa e interna. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética. Após a secção dos dentes na junção amelocementária, as raízes foram separadas randomicamente em dois grupos com cinco espécimes cada, resultando um total de dez amostras para cada grupo. O grupo 1 foi instrumentado com o sistema Protaper rotatório, de acordo com a técnica do fabricante e no grupo 2 o procedimento adotado foi o mesmo, porém com limas manuais. O cateterismo foi realizado com uma lima K #10 e o comprimento de trabalho, foi definido com o recuo de 1mm após a visualização da lima no forame, padronizado durante todo o experimento e a cada troca de limas os canais eram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% em ambos os grupos. O grupo 1 foi instrumentado com o sistema Protaper rotatório(Sx, S1,S2, F1 e F2), de acordo com a técnica do fabricante e no grupo 2 o procedimento adotado foi o mesmo, porém com limas Protaper manual. Em seguida, as amostras foram submetidas ao processo histológico e analisadas cegamente, por um único operador calibrado. As imagens foram analisadas utilizando o programa Corel Photo-Paint X5 e os resultados foram submetidos ao teste de U-Mann-Whitney, com 5% de nível de significância utilizando o software Graphpad Prism 4.0. A análise dos resultados mostraram que o grupo 1 apresentou maior capacidade de limpeza no terço apical que a instrumentação, com diferença estatisticamente significante quando comparada ao grupo 2. Os autores concluíram que a técnica rotatória mostrou melhores resultados com relação a limpeza do terço apical do sistema de canais radiculares, no entanto outros estudos, utilizando outras técnicas e soluções irrigantes, devem ser realizados para a padronização dos resultados.

Carvalho *et al* (2015) avaliaram, por meio da análise histológica, a capacidade de limpeza, promovida por diferentes sistemas de instrumentação, em movimento recíprocante, com lima única, do sistema de canais radiculares de 25 molares inferiores com ângulo de curvatura da raiz mesial entre 20° e 40° e raio de curvatura  $\leq 10$  mm. Para isso, os dentes deveriam apresentar forames independentes com diâmetros anatômicos compatíveis com um

instrumento #15, os autores também padronizaram do tamanho dos dentes em 16 mm a partir da secção das coroas. Os dentes foram divididos em dois grupos experimentais com 10 dentes cada, Grupo Reciproc e Grupo WaveOne, e um Grupo Controle que foi composto por 5 espécimes. Em seguida, foi confeccionado um bloco de silicone, que foi afixado em uma morsa de bancada a fim de se obter a padronização da posição durante a 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 à região apical, no Grupo WaveOne utilizou-se o instrumento Primary. A solução irrigadora escolhida para a instrumentação foi hipoclorito de sódio a 2,5%, sendo utilizado 1 ml a cada inserção do instrumento. Não foi realizado nenhum preparo biomecânico nos dentes do grupo controle. Após isso, o terço apical de cada dente foi submetido ao processo histoquímico de rotina para obtenção de 15 cortes com 5  $\mu$ m de espessura, corados com hematoxilina e eosina. A capacidade de limpeza se deu a partir da análise histológica das lâminas com aumento de 230x e cálculo do percentual de debris por meio da sobreposição de uma grade de integração. Os dados obtidos foram então submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e teste de Múltiplas Comparações de Dunn ( $p = 0,05$ ). Os resultados mostraram não haver diferenças estatisticamente significante ( $p > 0,05$ ) entre Grupo Reciproc e Grupo WaveOne, porém quando comparados os grupos experimentais com o Grupo Controle diferença, observou-se diferença estatística significante ( $p < 0,001$ ). Pós a análise dos resultados os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significante entre os sistemas de instrumentação que empregam lima única e movimento recíprocante.

### **Revisão de literatura sobre pesquisas com tomografia computadorizada**

López *et al* (2009) avaliaram o transporte apical de instrumentação endodôntica por meio de dois métodos distintos, para isso os autores utilizaram um total de sessenta dentes

primeiros molares superiores que foram submetidos a tomada radiográfica para avaliação do ângulo de curvatura de suas raízes que deveria ser menor que 90°. Foram instrumentadas apenas as raízes mesiovestibulares, onde primeiramente um instrumento tipo K #10 foi radiografado inserido no comprimento de trabalho. Todos os canais foram instrumentados por apenas um operador especialista por meio da técnica coroa ápice até o instrumento #40, onde quando atingido o comprimento de trabalho, foi realizada mais uma tomada radiográfica, que em seguida foram todas digitalizadas e avaliadas por meio do programa Adobe Photoshop, que foram então sobrepostas e se pôde medir a distância entre o instrumento inicial (#10) e o instrumento final (#40). Os resultados mostraram que o ângulo entre o instrumento inicial e o final ficou compreendido entre 0° e 9° ( $r_i = 0,992$ ;  $p < 0.001$ ). Os autores concluíram que os resultados sugeriram que ambos os métodos, análise por meio de imagens digitalizadas e radiografias digitalizadas, são igualmente capazes de calcular a capacidade de transporte apical durante a instrumentação.

Pasternak-Júnior, Sousa-Neto; Silva (2009) avaliaram o transporte apical e a capacidade de centralização do instrumento rotatório RaCe. Para a realização do estudo os autores utilizaram trinta molares superiores a topografia computadorizada que apresentassem diâmetro inicial compatível com um instrumento manual tipo k tamanho 15, ângulo de curvatura entre 32° e 49° (Scheider 1971) e raio de curvatura entre 5,5 e 9,9 mm (Pruett *et al.* 1997) e em cada dente foram removidos 3 mm da raiz palatina e da disto-vestibular enquanto as mesio-vestibulares foram inseridas em resina incolor para posterior análise tomográfica (40 s de exposição e resolução de 2 voxels e pixels com tamanho 0,2mm). os dentes foram instrumentados de acordo com a seqüência do fabricante RaCe até o instrumento, 35.02, em seguida foram feitos os exames de imagem, logo após os canais foram instrumentados até o instrumento 50.02 e em seguida foram submetidos a novo exame tomográfico. Para análise do desvio apical, utilizou-se a técnica desenvolvida por Gambill *et al.*(1996). Neste caso, os

valores foram medidos a partir da menor distância entre a parede não instrumentada do canal com valores obtidos após a instrumentação. Os valores pré e pós operatórios foram tabulados e em seguida submetidos a fórmulas para cálculo do desvio e capacidade de centralização do instrumento no sistema de canais radiculares. Após as análises, observou-se que a média do ângulo de curvatura das raízes variou entre  $38,7^\circ \pm 5,5^\circ$ , enquanto a variação da média do raio de curvatura da raiz foi de  $8; 0,08 \pm 1,3$  mm e a amostra foi considerada simples para o teste-t ( $p > 0,0001$ ). Os valores para a média de transporte apical após o uso do instrumento  $35; 0,02$  no terço apical foi de  $-0,038 \pm 0,215$  e no terço médio  $0,057 \pm 0,243$  e não foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ). A média total de transporte apical foi de  $0,030 \pm 0,253$  mm. Já para a média do índice de centralização foi de  $0,45 \pm 0,32$  e  $0,43 \pm 0,39$  para os terços apical e médio respectivamente ( $p > 0,05$ ). Os resultados mostraram que o aumento do diâmetro do instrumento não alterou a capacidade de o instrumento de não alterar a centralização do canal. A partir da análise dos resultados os autores concluíram que os instrumentos utilizados na pesquisa permitiram o preparo de canais curvos com diâmetros maiores do que aqueles utilizados regularmente e isso não influenciou no desvio apical ou alterou a capacidade de centralização no canal dos instrumentos.

Kunert *et al* (2010) fizeram uma análise do desvio apical com instrumentos ProTaper Universal F3 e F4 usando radiografia digital pelo método da subtração. Foram selecionados 25 molares superiores, com raiz mesio-vestibular medindo entre 15 e 21 mm com curvaturas com ângulos de 23 e 31 graus. A odontometria para definir o comprimento de trabalho foi realizada com uma lima tipo k tamanho 10 até que esta fosse visível no forame apical e então se subtraiu 1 mm desta medida. A tomada radiográfica foi realizada com auxílio de uma Plataforma de madeira em forma de "L". Os dentes foram inseridos em cubos de resina acrílica para manter a realização das radiografias na mesma posição. O transporte apical foi avaliado por meio da subtração radiográfica de imagens do canal, obtidas antes e após a

instrumentação com as limas inseridas no interior do sistema de canais radiculares. A radiografia inicial foi realizada com lima manual tipo K tamanho 10 no comprimento de trabalho. Inicialmente utilizou-se a lima S1 e em seguida utilizou-se a sequência SX, S1, S2, F1, F2, F3 e F4. As radiografias finais foram realizadas com os instrumentos F3 e F4 no comprimento de trabalho dos espécimes. As imagens radiográficas foram subtraídas usando o programa Adobe Photoshop. O transporte apical causado pela lima F3 foi calculado nas diferenças em milímetros entre a lima tipo K tamanho 10 e a lima F3. O transporte apical realizado pela lima F4 foi calculado sendo medida a distância entre as pontas do instrumento F3 e F4 mais a distância entre as pontas da lima 10 e F3. Os dados foram analisados por meio de teste não paramétrico, com significância estabelecida em 0,05. Dos 25 molares, 11 mostraram desvio apical no sentido vestibulo-lingual e 13 no mesio-distal após o uso do instrumento F3. O desvio apical causado pelo uso da lima F4 ocorreu em 22 dentes, que apresentaram desvio no sentido vestibulo-lingual e 18 na mesio-distal. A variação do transporte apical foi de 0,1 a 0,2 mm. As imagens vestibulo-lingual mostraram que houve diferença estatisticamente significativa para o transporte apical após usar limas F4 quando comparado com lima F3, que apresentou menores desvios, em relação à anatomia original do canal ( $p = 0,05$ ). Com isso, os autores concluíram que o instrumento F3 deve ser utilizado com cuidado em canais curvos e o uso da F4 deve ser evitado para o preparo do terço apical em raízes muito curvos.

You *et al.* (2011) avaliaram a ação promovida por instrumentos em movimento recíproco nos canais curvos, por meio de um estudo comparativo em análise por microtomografia computadorizada. Os autores utilizaram as raízes de 20 molares superiores com ângulos de curvatura entre 20-45 graus de acordo com o método de Schneider (1971). Após determinado o comprimento de trabalho com auxílio do instrumento manual tipo K tamanho 10, realizou-se o cateterismo com o instrumento tamanho 15 e os dentes foram

divididos em 2 grupos experimentais, um grupo foi instrumentado pela seqüência dos instrumentos da sistema Protaper, de acordo com as recomendados do fabricante, em movimento rotatórios e o outro grupo pelo mesmo sistema, porém com os instrumentos em movimento reciprocante. Os dentes foram colocados em uma plataforma que permitiu que os dentes fossem submetidos à tomografia sempre nas mesmas posições. A quantidade de desvio apical, por meio da análise dos cortes transversais dos dentes antes e após a instrumentação, por meio da fórmula  $(a1-a2) - (b1-b2)$ , onde a1 se refere à distância mais curta entre a parede interna do canal não instrumentado e a parede mais externa da raiz no sentido mesial, b1, seguindo as mesmas condições porém, no sentido distal. A2 seria a distancia mais curta entre a parede interna do canal instrumentado à parede externa da raiz na porção mesial, e b2 as mesmas condições do a2, porém para o sentido distal. Também foi calculado a direção do desvio apical, onde o valor positivo da diferença da formula citada anteriormente, significaria desvio para a mesial e o resultado negativo, desvio no sentido distal. O transporte foi avaliados nos milímetros 1, 2, 3, e 5 a partir do ápice da raiz. Os resultados foram submetidos à teste de análise de variância de uma entrada e em seguida ao pós teste de Tukey, para comparar o desvio. o teste de Tukey revelou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos. A média de desvio no grupo de instrumentação rotatória para foi de  $0,08 \pm 0,05$  e  $0,11 \pm 0,11$  para o segundo e terceiro milímetro respectivamente e para o grupo da instrumentação em movimento reciprocante foi de  $0,08 \pm 0,07$  e  $0,09 \pm 0,08$ . Com relação às direções do desvio, os grupos mostraram a mesma tendência quanto ao sentido da direção, mas no terceiro milímetro houve uma tendência à centralização no grupo que utilizou o movimento reciprocante. Em conclusão, o estudo demonstrou que os instrumentos Protaper quanto utilizados em movimento reciprocante não resultou em aumento do transporte do canal quando comparado à cinemática rotatória. Portanto, a cinemática reciprocante pode ser um bom método alternativo para prevenir erros durante o tratamento de canal.

Berutti *et al* (2012) avaliaram o nível de preservação da anatomia interna do canal após a utilização dos instrumentos Wave One sem cateterismo e com a utilização com instrumentos Path File para cateterismo. Para isso, os autores utilizaram 30 canais simulados de resina que foram coloridos com tinta injetada no inteiros dos canais, logo após, quatro pontos de referência foram marcados em cada um dos espécimes. Os blocos foram posicionados em uma plataforma para que fosse possível a realização das fotografias da mesma maneira antes e após a instrumentação, como meio uniformizar as fotografias. Em seguida, os blocos foram divididos aleatoriamente em dois grupos. No grupo 1, os canais foram instrumentados da seguinte forma: cateterismo com Path File tamanhos 1, 2 e 3 no comprimento de trabalho, seguido da instrumentação com o instrumento *Primary* do sistema Wave One, enquanto a sequência utilizada no grupo 2, foi somente a utilização do instrumento Wave One *Primary* sem o cateterismo prévio. Ao fim da instrumentação as amostras de cada grupo foram reposicionados na plataforma para a realização das fotografias para obtenção das imagens digitais finais que junto com as iniciais foram sobrepostas e processados com o programa Matlab para analisar a relação raio de curvatura e do erro do eixo relativo que servem de parâmetro para melhor avaliar as deformações causadas no canal após a instrumentação. Após isso, os dados foram tabulados e submetidos a análise estatística que revelou nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ( $p < 0,05$ ), onde o grupo sem cateterismo apresentou maiores valores de transporte apical. Quanto ao índice de centralização, a diferença entre os grupos também foi significativa ( $p < 0,05$ ). Após a análise dos resultados os autores do estudo concluíram que o uso de instrumento PathFile parecem ser os instrumentos mais adequados para a realização do cateterismo de maneira mais segura.

Bürklein *et al* (2012) avaliaram a incidência de defeitos dentinários após a instrumentação dos canais com instrumentos reciprocantes e rotatórios. Os autores utilizaram

cem incisivos inferiores humanos sem curvatura e todas as raízes foram observadas com um aumento de 20 x no microscópio para descartar trinca prévia. Os dentes foram acessados e seu comprimento foi estabelecido a 1 mm aquém do forame, que deveria ser compatível com uma lima tipo K #20. Todos os instrumentos foram acionados a motor elétrico com dinâmica específica para cada instrumento. Os dentes foram divididos em cinco grupos, cada um com 20 dentes sendo um deles o controle. O grupo A: os dentes foram preparados com instrumentos MTwo, 10; 0,04, 15; 0,05, 20; 0,06, 25; 0,06, 30, 0,05, 35; 0,04 e 40; 0,04; grupo B: Protaper<sup>®</sup> utilizados pela técnica coroa ápice na sequência Sx, S1, S2, F1, F2, F3 e F4 (40; 0,06); grupo C: instrumento utilizado foi o R40 (40; 0,06) da Reciproc<sup>®</sup>, em movimento recíproco e grupo D: o instrumento tamanho G da Wave One<sup>®</sup> (40; 0,08) utilizado também em movimento recíproco. A instrumentação foi realizada por apenas um único operador, a análise dos cortes foi realizada por outros dois sujeitos. Os dentes foram seccionados horizontalmente nos milímetros 3, 6 e 9 a partir do comprimento de trabalho em seguida foram analisados por meio de stereomicroscópio digital em aumento de 25x. Todos os defeitos foram documentados utilizando o programa Image J e foram analisados utilizando o teste Qui-quadrado. Os parâmetros foram definidos como sem trinca, trinca incompleta, trinca completa e trincas aleatórias. Após a análise dos dados os resultados mostraram no geral que as instrumentações com Reciproc levaram a um maior número de trincas completas, quando comparadas com MTwo e Protaper. Não houve diferença significativa entre Wave One e Reciproc. No entanto, no terço apical, os grupos instrumentados com a Wave One e Reciproc apresentaram maior quantidade de trinca incompleta quando comparadas com os outros grupos. O teste de Kruskal-Wallis revelou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos instrumentados e trincas aleatórias foram encontradas em todos os grupos sem diferença estatisticamente significativa. Os autores puderam concluir que mais estudos devem ser realizados para avaliar os benefícios do preparo do sistema de canais

radiculares com instrumentos reciprocantes devido aos seus iminentes fatores de risco e impacto nos resultados do tratamento.

Kim *et al* (2012) avaliaram a fadiga cíclica e Resistencia a torção de dois instrumentos endodônticos novos, Reciproc e Wave One. Para isso, eles utilizaram duas marcas de instrumentos em movimento recíprocante, ambos apresentando o diâmetro inicial compatível ao instrumento ISSO #25 e com conicidade de 0,08 nos três primeiros milímetros. Um instrumento F2 da Protaper foi utilizado como grupo controle. Todos os instrumentos foram submetidos a testes de fadiga cíclica e resistência a torção. Os instrumentos foram avaliados por um microscópio clínico-odontológico antes de serem utilizados. O teste de fadiga cíclica foi realizado em canais simulados confeccionado em ferro temperado, com base no confinamento do instrumento dentro com sistema de canais radiculares, com grau de curvatura de 45°, de acordo com o método de Schneider. O mecanismo de ação consistia em movimentos de entrada e saída do instrumento dentro do canal simulado, como em uma situação clínica corriqueira, em motor apropriado para o uso dos mesmos. O tempo era marcado a partir de testes visuais ou auditivos que indicassem a fratura do instrumento. O número de ciclos para a falha de cada instrumento foi calculado pela multiplicação do tempo em segundos em que se obteve a fratura, pelo número de rotações, ou ciclos por segundo. Também foi marcado o comprimento em que cada instrumento foi fraturado, por meio de um paquímetro digital de alta precisão. Os instrumentos fraturados foram avaliados por meio de microscópio eletrônico de varredura, para avaliar a topografia e superfície das fraturas. Os dados foram avaliados utilizando a análise de variância de uma entrada com o teste de Duncan, com significância de 95%. Os resultados mostraram que o grupo Reciproc, obteve o melhor resultado de resistência a fadiga entre os grupos e o grupo Wave One, obteve maiores níveis de números de ciclo por fadiga que o grupo da Protaper. A média do comprimento onde os instrumentos sofreram fratura, não mostrou diferença estatisticamente significativa

entre os grupos. A avaliação por MEV da superfície das fraturas mostrou falhas típicas de torção por fadiga cíclica semelhantes em todos os grupos. Os autores concluíram que com base nos resultados obtidos, os dois tipos de instrumentos reciprocantes feitos de níquel-titânio devem ser recomendados para casos específicos, de acordo com as condições do sistema de canais radiculares a ser tratado. O sistema Reciproc, mostrou-se mais adequado para o preparo de canais com curvas mais severas, por conta de sua maior resistência a fadiga cíclica que a Wave One. Mais estudos são recomendados para verificar a eficácia clínica destes instrumentos em dar forma ao preparo bem como diminuição do risco de fratura. Ambos os sistemas reciprocantes, mostraram ser mais resistentes a fratura que o sistema da Protaper.

Lim *et al* (2012) avaliaram a capacidade de modelagem do sistema de canais radiculares utilizando os sistemas de instrumentos únicos, Waveone e Reciproc, bem como em manter a configuração de canal original e curvatura, com ou sem cateterismo. Para isso os autores utilizaram quarenta canais simulados em blocos de resina que foram divididos em 4 grupos (n = 10): grupo 1, WaveOne sem cateterismo; grupo 2, Reciproc sem cateterismo; grupo 3, WaveOne com cateterismo com lima tipo k tamanho 15 e grupo 4 e Reciproc com cateterismo com instrumento tipo k tamanho 15. As imagens pré e pós-instrumentação foram digitalizadas e o desvio canal foi avaliado a partir da medição da espessura das paredes antes e após a instrumentação. O estudo para a avaliação da fadiga cíclica foi conduzido a partir da análise da forma da secção transversal da superfície fraturada. Os fragmentos foram avaliados sob o microscópio eletrônico de varredura (MEV) para características topográficas da secção transversal. Os resultados foram submetidos a análise estatística e a análise dos dados foi realizada utilizando uma análise de variância seguida pelo teste de Tukey. Os resultados obtidos mostraram que a capacidade dos instrumentos em permanecer centralizado nos canais preparados nos níveis 1 e 2 milímetros foi significativamente menor no grupo 1. O índice de

centralização nos milímetros 3, 5 e 7 mm não foram significativamente diferentes. Os autores concluíram que o sistema de instrumento único WaveOne deve ser utilizado após a realização de um cateterismo prévio com algum instrumento de cateterismo.

Meireles *et al* (2012) avaliaram o desvio apical de canais radiculares após o preparo biomecânico por meio da técnica híbrida, Protaper e sistema Pathfile. Para tanto, os autores utilizaram 55 molares inferiores com curvatura entre 22° e 55° classificados pela técnica de Schneider como moderado e severo. Como padronização dos espécimes, todos apresentaram 20 mm de comprimento. Para determinar o comprimento de trabalho, uma lima K #10 foi introduzida no canal até, que ela ficasse visível no forame e o comprimento de trabalho foi definido, subtraindo 0,5 mm do comprimento obtido com essa lima. Os dentes foram imersos em blocos de resina em recipientes de gelo para serem estabilizados e foram postas ceras no forame para que a mesma impedisse a penetração de resina acrílica pelo canal. Foi confeccionada uma plataforma radiográfica, com o propósito de padronização da radiografia inicial e final e avaliação da presença de desvio apical. Inicialmente uma radiografia foi realizada com uma lima K # 15 no interior do canal nos dentes dos grupos 1 e 2, e com limas Pathfile nos dentes do grupo 3 no comprimento de trabalho. Os dentes foram separados randomicamente em três grupos, no grupo 1, quinze dentes foram instrumentados com a técnica Protaper. O grupo 2, quinze dentes foram instrumentados por meio do sistema híbrido utilizando limas manuais até o comprimento de trabalho e instrumentos rotatório Protaper F1 e F2, para o preparo apical e Gates-Glidden para preparo cervical e médio. O grupo 3, quinze dentes foram instrumentados pela técnica rotatória Pathfile e Protaper. O desvio apical foi avaliado pelo método da plataforma radiográfica que é obtida pela sobreposição de imagens do primeiro e último instrumento utilizado. O desvio apical foi medido em milímetros com auxílio do programa Adobe Photoshop CS4 e os valores avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis. Os valores de desvios do grupo 1, de 0,03 mm; grupo 2; 0,1 mm e grupo 3; 0,08 mm

demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras. Os autores concluíram que as técnicas utilizadas, foram capazes de manter a anatomia original do canal.

Pasqualini *et al* (2012) estudaram por meio de micro-tomografia computadorizada, ação do cateterismo realizado por meio do sistema Path File. Para realização desta pesquisa os autores utilizaram primeiros molares superiores, com ângulo de curvatura entre 35 e 40 graus, que foram colocados em uma plataforma de tomografia Cone Beam, com ponto focal entre 5-40  $\mu\text{m}$ , energia entre 40-130 kV e corrente máxima de 300 microA e pequenos pixels (12,5 x 12,5  $\mu\text{m}$ ) gerando um total de 2400 projeções com o tamanho de 8  $\mu\text{m}$ . As raízes foram estudadas em dois pontos, primeiro a 1 mm do ápice e em seguida no ponto de maior curvatura da raiz. Os dentes foram então submetido a odontometria, e separados em dois grupos, nos dentes do grupo um, o cateterismo foi realizado com os instrumentos Path File (1, 2 e 3), e no grupo 2 o cateterismo foi realizado por instrumentos manuais tipo K (8, 10, 12, 15, 17 e 20). Os resultados mostraram que o fator instrumento, mostrou-se extremamente significativa para os parâmetros de proporção de relação de diâmetros e razão entre a área da secção transversal, quando o sistema Path File foi utilizado, esses parâmetros foram próximos ao valor 1, que significa que as alterações da instrumentação foram reduzidas significativamente. O fator de curvatura influenciou ambos os parâmetros, exceto para o primeiro milímetro avaliado. Os autores confirmaram que instrumentos de níquel titânio Path File possibilitou um cateterismo adequado para a chegada dos preparadores apicais ao comprimento de trabalho. Atualmente os instrumentos apresentam altos índices de manutenção da centralização do canal causando menos transporte ou alterações na curvatura do canal. Os instrumentos Path File, se mostraram consideravelmente mais capazes de manter o formato original do canal quando comparados aos instrumentos manuais.

Sánchez *et al* (2012) avaliaram a capacidade de centralização e transporte apical após sobreinstrumentação com instrumentos Protaper Universal e Profile Vortex e para isso eles utilizaram quatorze molares superiores e quatorze inferiores e foram distribuídos igualmente em dois grupos de maneira que houvesse um equilíbrio da distribuição dos canais com relação ao ângulo e raio de curvatura, que ficaram distribuídos sete canais de molares superiores e sete canais de molares inferiores, o Grupo A seria instrumentado pelo sistema Protaper Universal e o Grupo B, pelo sistema Profile Vortex, em ambos os grupos o último instrumento utilizado apresentava a ponta #30 com conicidade .06. Os dentes foram inseridos em blocos de silicone deixando o forame apical à mostra para visualização do forame principal para ser fotografado por microscópio a um aumento de 20 vezes antes e após a instrumentação. Confeccionou-se também um suporte para padronização da posição do filme radiográfico onde, antes da instrumentação foi posicionada uma lima K #15 para tomada radiográfica, e em seguida foi girada em 90° para segunda tomada radiográfica pré operatória para cálculo do raio e do ângulo de curvatura. O transporte apical após a instrumentação foi mensurado de acordo com a metodologia proposta por Yang *et al.* (2007), calculando o forame em duas direções a de máxima curvatura e a de vertical de curvatura máxima. A capacidade de centralização foi medida de acordo com Gambil *et al.* (1996). O formato do forame após a instrumentação foi medido de acordo com o método de Marroquini *et al.* (2007). Os dados foram tabulados e analisados por meio do teste de comparações múltiplas de ANOVA com valor de significância  $P < 0.05$ . O sistema Protaper F3, apresentou o maior valor para transporte apical no sentido de máxima curvatura e no sentido vertical Máximo de curvatura quando comparada com os instrumentos S1, S2 e F1 e os tamanhos #15, #20 e #25 0.6 do sistema Profile Vortex. Com relação à capacidade de centralização os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as diferentes instrumentações. Na

maioria das amostras os instrumentos testados apresentou o transporte apical do forame principal e proporcionou um forame oval após a sobre instrumentação.

Capar *et al* (2013) compararam a instrumentação de dois sistemas rotatórios em canais de raízes com curvatura severa de acordo com Estrela *et al.* e selecionaram 120 molares inferiores que foram posicionados em bases de silicone para tomografia pré e pós operatória em Scanner com tempo de 36 segundos e 5.4 segundos de exposição. A instrumentação apical foi realizada com instrumentos cujos diâmetros iniciais correspondiam a um instrumento manual tipo k #25. Os dentes foram distribuídos em 6 grupos onde os do grupo 1 foram instrumentados apenas com instrumento OS #25.06; no grupo 2 os dentes foram instrumentados com o sistema Protaper Universal (Sx-F2). Já no Grupo 3 os dentes foram instrumentados pelo sistema Protaper N, utilizando a sequência PU SX, PN X1 e X2; no grupo 4 os dentes foram instrumentados com o sistema Reciproc R25; os dentes do grupo 5 os dentes foram instrumentados pelo sistema TFA, utilizando os instrumentos SM1 e SM2. Por fim os dentes do grupo 6, o sistema Wave One foi o escolhido para a instrumentação. Foram analisados por meio da tomografia os milímetros 2, 5 e 8 a partir do forame apical e o transporte apical foi medido a partir da fórmula  $(X1 - X2) - (Y1 - Y2)$  e a capacidade de centralização foi medida a partir da fórmula  $X1 - X2/Y1 - Y2$  ou  $Y1 - Y2/X1 - X2$  onde X1 e X2 representam a distância mais curta da mesial para a parede externa da raiz em canais não instrumentados e instrumentados respectivamente e os valores Y1 e Y2, representam a menor distância distal entre a parede do canal e a margem externa da raiz, pré e pós operatória respectivamente. Também foi medido o volume antes e após a instrumentação e o volume da dentina (em  $\text{mm}^3$ ) que foi removida durante a instrumentação por meio do programa Simplant Pro 15. Os dados foram tabulados e apresentados em média e desvio padrão e então avaliados pela análise de variância e teste de Tukey enquanto que os testes de desvio apical e capacidade de centralização foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis,  $p = 0,05$ . Em todos

os grupos, nos milímetros 2, 5 e 8, o transporte apical máximo (0,3; 0,4; e 0,6 mm respectivamente) foram menores que a menor distância da margem externa da raiz não instrumentado (0,5; 0,6 e 0,7 respectivamente) e não houve diferença estatisticamente significativa entre todos os 6 grupos quando do transporte apical, curvatura dos canais, mudanças na área superficial e capacidade de centralização do canal. O grupo da Reciproc removeu mais dentina que o grupo OS, TFA e Protaper Universal, enquanto que os outros grupos demonstraram remoção de dentina semelhante. Os autores concluíram que após a análise da instrumentação com seis sistemas diferentes com sistemas de canais radiculares semelhantes produziram transporte apical muito parecidos na instrumentação de canais mesiais de molares inferiores com curvatura severa. O sistema Reciproc apresentou melhores resultados quando comparado aos outros grupos testados quando das alterações volumétricas.

D'Amario *et al* (2013) avaliaram um novo sistema de instrumentação com instrumento de níquel-titânio durante o cateterismo de canais com curvatura acentuada. Para a realização do estudo, os autores utilizaram molares inferiores com raízes mesiais curvas. A coroa e a raiz distal dos dentes foram dispensadas e os dentes foram cortados até que se obtivesse uma somente a raiz mesial com 12 mm de comprimento. Foram selecionadas um total de 45 raízes onde se realizou a patência foraminal, cateterismo e determinação do comprimento de trabalho. As raízes foram inseridas em blocos de resina acrílica, para a padronização das tomadas radiográficas após a instrumentação, bem como a distância do cone dos raios-x, para, ao realizar a sobreposição das imagens, não haver diferença em suas posições. O ângulo de curvatura das raízes foi medido com auxílio do programa AutoCAD (2006, São Rafael, CA, EUA) e apresentavam-se entre 25° e 35° e foram agrupados randomicamente em três grupos com 15 canais cada. Grupo 1 (M): cateterismo com instrumentos manuais tipo K #10, #15 e #20; Grupo 2 (GF): cateterismo com G-File System, e instrumentação com G-File System G1 e G2; no Grupo 3 (PF): cateterismo com Path File 1, 2 e 3. Após a cada troca de instrumento,

o sistema de canais radiculares foi irrigado com 5 ml de hipoclorito de sódio a 5%, cada instrumento foi utilizado em 5 canais e foi descartado. Após o preparo, os dentes foram reposicionados no modelo de acrílico padronizado, com o instrumento #15 tipo K inserido no canal. A diferença entre o ângulo pré e pós-operatório foi calculado, e as imagens foram sobrepostas com auxílio do programa Adobe Photoshop CS5, para comparar diferenças da geometria do canal de antes e depois da instrumentação. A distância entre as pontas das limas antes e após a instrumentação é o resultado do transporte apical em milímetros. O tempo de instrumentação foi medido em segundos a partir da inserção do primeiro instrumento até o último instrumento utilizado, incluindo o tempo de irrigação e cada troca de instrumento. Foi utilizada a análise de variância de uma entrada para avaliar a significância do fator de investigação em três variáveis. O teste utilizado foi o de Shapiro-Wilk para a realização da distribuição entre os grupos e o teste de Tukey utilizado para comparações pareadas. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o ângulo de curvatura e transporte apical pré e pós-operatório. O tempo operatório, para o grupo GF, alcançou médias menores quando comparados aos outros 2 grupos. Houve diferença estatística significativamente entre os outros dois grupos (Grupo M  $58,95 \pm 4,26$  segundos e grupo PF  $50,07 \pm 3,72$  segundos). Dentro das limitações do estudo, os autores concluíram que os instrumentos do sistema G-File parecem ser o sistema mais rápido para a realização do cateterismo de maneira segura. Todas as técnicas utilizadas não apresentavam influencia na ocorrência do transporte apical bem como não mudaram o ângulo de curvatura do canal.

Junaid *et al* (2013) avaliaram a influencia de instrumentos únicos de instrumentação no transporte apical em canais curvos por meio de microtomografia computadorizada. Para a condução da pesquisa os autores selecionaram vinte molares inferiores com dois canais mesiais separados com ângulo de curvatura estabelecido em  $20^\circ$  de acordo com o método de Schneider (1970) e comprimento de 17mm. Os dentes foram divididos em dois grupos onde o

Grupo 1 foi instrumentado pelo sistema Twisted File (Grupo TF) e o grupo 2 pelo sistema Wave One (grupo WO). A partir daí os dentes foram submetidos a tomografia computadorizada antes da instrumentação. Os dentes foram irrigados com hipoclorito de sódio a 5,25% e o instrumento apical utilizado apresentava ponta correspondente a um instrumento #25.08 para ambos os grupos. As imagens pré e pós operatórias foram desenvolvidas de maneira que fosse permitido uma análise do transporte apical nos milímetros 1, 2, 3, 4 e 5. O programa SkyScan 1176 foi utilizado para análise dos dentes e as imagens pré e pós instrumentação obtidas permitiram a visualização direta do sentido do desvio apical. Dois examinadores cegos e calibrados realizaram a medição da secção transversal das imagens. Para o cálculo do desvio foi realizado o método de Gergi et al. que avalia a magnitude e a direção do transporte apical. O valor positivo obtido a partir da fórmula proposta por Gergi representa um desvio para a mesial, o negativo para a distal e o zero representam sem desvio. A análise de variância de uma entrada foi utilizada para comparar as diferenças do transporte apical entre os dois sistemas em cada milímetro avaliado. O teste de Wilcoxon Mann-Whitney foi utilizado para avaliar diferenças significativas entre os grupos para as direções mesial e distal em um nível de significância de  $p < 0,05$ . Os autores chegaram aos seguintes resultados, não houve diferença significativa para o transporte apical e a média do transporte apical para o grupo WO foi de  $100,01 \pm 8,8$  mm enquanto que o grupo TF foi de  $101,0 \pm 10,9$  mm enquanto que para o transporte apical para a distal a média foi de  $80,9 \pm 14,6$  para o primeiro e  $60,3 \pm 11,0$  para o segundo. Por o P valor se apresentar maior que o nível de significância concluiu-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas de instrumentação em ambas as direções. Para todos os sistemas, o transporte apical foi direcionado para a mesial.

Kim *et al* (2013) avaliaram por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura dois instrumentos de níquel-titânio utilizados em movimento recíprocante. Os autores utilizaram as

raízes vestibulares de 20 molares superiores com curvaturas entre 25-45° calculado pelo método de Schneider. Os dentes foram acessados e o comprimento de trabalho foi determinado pela inserção do instrumento manual tipo K #10 no sistema de canais radiculares, até que a ponta do mesmo fosse vista no forame, o comprimento de trabalho foi definido subtraindo 1 mm do comprimento medido pelo instrumento. Após a determinação do comprimento de trabalho, foi realizado o cateterismo com o auxílio do instrumento manual tipo K#15. Os dentes foram separados randomicamente em 2 grupos, o grupo 1, foi definido como o Grupo Protaper e o grupo 2 como o Grupo Wave One, de acordo com o sistema utilizado. O sistema de canais radiculares no grupo 1, foi instrumentado com Protaper F2, e os canais do grupo 2 foram instrumentados com Wave One Primary, acoplados em Motor digital Tecnika (ATR, Pistoia, Itália), utilizando a configuração da fabricante em 140° no sentido horário e 45° no sentido anti-horário em 300 rpm, já a Wave One, foi utilizada no modo Wave One all, que é configurado para corte no sentido anti-horário e alívio no sentido horário, acoplado no motor VDW Silver Reciproc Endo Motor (VDW GmbH, Munich, Germany). Para o início da instrumentação foi utilizado RC-Prep (Premier DP, PA, USA) e a irrigação foi realizada com hipoclorito de sódio a 5,25% a cada inserção dos instrumentos no sistema de canais radiculares. Após a instrumentação os dentes foram analisados novamente em microtomógrafo (micro-CT system – SkyScan 1172) a 11kV, 100  $\mu$ A com resolução isotrópica de 16  $\mu$ m. A reconstrução em 3D dos canais foi realizada a partir do terço cervical até o forame. Os resultados (parâmetros geométricos, área de superfície, volume do canal) foram avaliados por meio do teste U de Mann–Whitney e o teste T de Student foi utilizado para comparar os valores de antes e após a instrumentação. O desvio apical foi avaliado pela análise da seção transversal das imagens tomográficas antes e após a instrumentação onde a menor distância da periferia do canal não instrumentado até a periferia do canal instrumentado seria inserido na fórmula  $(a1-a2) - (b1-b2)$  e foi analisado também o grau de

transporte apical e a tendência da direção do transporte apical onde o valor positivo representaria desvio mesial e o negativo representaria desvio para a distal. Os resultados mostraram que nos mm avaliados (1,2,3 e 5) entre os grupos não houve diferença estatisticamente significativa (2 mm –  $0,07 \pm 0,05$ ; 3 mm –  $0,11 \pm 0,07$  para o grupo 1 e para o grupo dois 2 mm –  $0,07 \pm 0,08$ ; 3 mm –  $0,07 \pm 0,06$ ). Houve tendência a transporte mesial nos milímetros um e dois e transporte distal nos milímetros 3 e 5. Os autores concluíram que o presente estudo confirmou que os instrumentos podem ser utilizados seguramente em movimento recíprocante sem criar um aumento do transporte apical em canais curvos.

Marzouk; Ghoneim (2013) avaliaram por meio de tomografia computadorizada o formato dos canais após a instrumentação dos mesmos por diferentes sistemas de instrumentação. Para conduzir a pesquisa os autores utilizaram 40 primeiros molares inferiores com condutos apresentando forames independentes, apresentado curvatura entre 20° e 35° medidos por meio da microtomografia computadorizada pelo método de Estrela et al. Os dentes foram distribuídos em 2 grupos, onde os dentes do grupo 1 foram instrumentados pelo sistema Twisted File (TF) com os instrumentos #25,08 para preparo do terço cervical, #25,06 para preparo dos canais a 2mm do CT e #25,04 para preparo do terço apical. O grupo da Wave One (WO) #25,08 de acordo com as recomendações do fabricante. Os dentes foram posicionados em plataformas para se padronizar as tomografias antes e após a instrumentação utilizando o i-CAT CBCT nos parâmetros de exposição foram de 120 kV e 5 mA. Para medir o transporte apical os autores avaliaram os milímetros 3, 7 e 11 a partir do forame apical, medindo a distância mais curta da extremidade do canal até a periferia da raiz não instrumentada e após a instrumentação na mesial e na distal de acordo com a fórmula de Gambil et al. Os autores calcularam o ângulo e o raio de curvatura de acordo com o método de Schieider (1971) e Pruett (1997). O volume das raízes foi medido antes e após a instrumentação determinado em milímetros cúbicos, sendo o volume determinado pela

diferença entre o volume inicial e final, utilizando o programa SimplantPro 12.3. A análise estatística foi realizada pelo teste T de Student. Os dados foram apresentados como média e desvio padrão. O teste de Friedman foi utilizado para comparar o desvio apical nos diferentes milímetros. O teste de Wilcoxon para a comparação pareada entre os segmentos. Os resultados após a análise dos dados, mostrou que o grupo WO mostrou menores valores de transporte apical enquanto que o terço cervical e médio não apresentou diferença estatisticamente significativa. O grupo TF mostrou diferença estatisticamente significativa nas médias de transporte em todos os níveis, porém o transporte apical demonstrou menores valores. O grupo WO apresentou significativa média de transporte quando comparado com o grupo TF. Os resultados relevaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre o aumento do volume entre os dois grupos. Os autores concluíram que os efeitos do movimento recíproco durante a instrumentação aumentam o transporte apical quando comparados com sistemas de instrumentação rotatórios mas ambos os sistemas podem ser utilizados seguramente em todo o comprimento de trabalho mostrando satisfatória capacidade de preservação do formato original do canal.

Ribeiro *et al* (2013), compararam a capacidade de limpeza do instrumento Self-Adjusting File e sistemas rotatórios de instrumentação no terço apical de canais com formato oval. Para a realização do projeto, os autores utilizaram 26 incisivos inferiores, que foram submetidos a preparo cervical com gates tamanho 2 e 3, determinou-se o comprimento de trabalho dos espécimes e divididos em três grupos, um controle e dois experimentais, sendo um o grupo SAF e o outro, utilizando um sistema rotatório de níquel-titânio, com a instrumentação apical utilizando a sequência 25,02; 25,04; 30,02; 30,04; 35,02; 35,04 e 40,02. Após a instrumentação, os dentes foram submetidos ao processo histológico de rotina, sendo descalcificado em ácido tricloroacético a 10% por 15 dias, em seguida o terço apical dos dentes foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo e descartado os

primeiros 0,5 mm apicais. Com auxílio de micrótomo, realizou-se cortes seriados com espessura de 6 micrômetros e corados com hematoxilina e eosina, em seguida as imagens foram digitalizadas e avaliadas sendo sobreposta sobre as imagens uma grade integração que possibilitasse a contagem de *debris* na luz do canal. A porcentagem de canal não instrumentado foi determinada pelo cálculo do comprimento do contorno do canal que não foi tocado pelos instrumentos, em relação ao comprimento total do contorno do canal. A ação dos instrumentos nas paredes do canal radicular foi avaliado com base nos seguintes critérios: regularidade de superfície, mudança abrupta na continuidade da parede do canal radicular, pré-dentina e remoção parcial ou total. O contorno do canal radicular preparado foi traçado em uma cor diferente para diferenciá-lo do canal a adição de instruções. Todos os grupos experimentais revelaram significativamente a ação dos instrumentos nas paredes do canal radicular e menos *debris* quando comparados aos grupos de controle negativo e positivo ( $p < 0,05$ ). A porcentagem de *debris* e paredes de canal não instrumentado, foi significativamente menor no grupo de SAF do que no grupo do sistema rotatório ( $p < 0,05$ ). No grupo SAF, a maioria dos espécimes estavam completamente livre de *debris*, ao passo que no grupo do sistema rotatório, 53 % dos canais mostrou alguma presença de *debris*. Com os resultados obtidos, os autores concluíram que o grupo SAF obteve significativamente mais contato com as paredes do canal e removeram mais *debris* do que o grupo da instrumentação rotatória.

Saber; Sadat (2013) avaliaram os efeitos do movimento recíprocante sobre a resistência a fadiga e a capacidade e limpeza de instrumentos Wave One. Para isso os autores fabricaram um aparato desenhado especificamente para este estudo, instrumento similar ao utilizado por Plotino *et. al.* que simula canal principal de um dente com 5 mm de raio de curvatura e 60° de ângulo de curvatura. Trinta instrumentos Wave One foram agrupados em três grupos de acordo com a variação do alcance da rotação. Grupo 1 : 150° Sentido Anti Horário (SAH) – 30° Sentido Horário; Grupo 2: 120° SAH – 30° SH; Grupo 3: 90° SAH - 45

°SH. Os instrumentos foram utilizados até sua fratura, com auxílio de Motor iEndo (Merignac, France). O tempo em que o instrumento foi fraturado e o comprimento onde ocorreu a separação também foi medido. Para realização do estudo da capacidade de limpeza, foram utilizados 30 molares inferiores em comprimento de trabalho determinado pela inserção do instrumento manual tipo K #10 até o forame apical e subtraindo 1 mm. Agrupou-se os dentes em três grupos, com as mesmas especificações dos grupos do teste de fadiga cíclica. A instrumentação foi realizada iniciando-se pelo cateterismo com instrumento tipo K #15 em seguida a inserção do instrumento Wave One em movimento de bicada a cada 3 mm até que se fosse atingido o comprimento de trabalho, o sistema de canais radiculares foi irrigado com hipoclorito de sódio a 5,25%. Cada instrumento foi utilizado para preparar 5 canais, para cada canal instrumentado os tempos foram anotados e tabulados. Os dentes então foram submetidos a Microtomográfica computadorizada e avaliadas pelo programa Planmeca Romexis, antes e depois da instrumentação, para avaliação de desvio apical e a taxa de capacidade de centralização do canal. Os dados foram analisados pelo teste de dupla entrada de Anova, para avaliar o efeito do movimento recíprocante e o grau de curvatura em promover o transporte apical e o a taxa de capacidade de manter a centralização do canal. O teste de Anova de uma entrada e Tukey foram utilizados para comparar as médias. Para os testes de fadiga cíclica os autores relataram que o grupo 1, apresentou menos tempo de fratura, seguido pelo grupo 2, sem diferença estatisticamente significativa enquanto que o grupo 3, apresentou um tempo de fratura de 130 s, que foi estatisticamente maior que os outros grupos. O comprimento médio de fratura do instrumento foi de 2,9mm para o Grupo 1; 2,5 mm para o Grupo 2 e 2,4 mm para o Grupo 3, sem diferença estatisticamente significativa entre eles. O teste de Anova mostrou que ao alternar o ângulo de alcance e rotação do instrumento o grau de curvatura do canal e a interação entre eles, apresentou um efeito significativo no transporte apical. Com relação ao tempo de preparo, houve uma relação linear inversa, entre diminuir o

alcance do movimento recíproco e o tempo médio necessário para o término da instrumentação e houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Grupo 1: 49,25 segundos, Grupo 2: 57,66 segundos e Grupo 3: 66,34 segundos). Os autores concluíram que diminuindo o alcance entre os ângulos de rotação do movimento recíproco dos instrumentos Wave One resultaram num aumento da resistência a fadiga cíclica com menos transporte apical e preparos mais centralizados, porém, com maiores períodos de tempo.

Versiani *et al* (2013) realizaram um estudo por meio de microtomografia computadorizada, sobre a instrumentação de canais com formato oval, utilizando 72 caninos inferiores que apresentassem apenas uma única raiz, morfologia e dimensões semelhantes a partir da tomografia inicial e foram divididos em quatro grupos experimentais, com dois espécimes cada, de acordo com o sistema de instrumentação: SAF, Wave One, Reciproc e Protaper Universal. As alterações no formato do canal, após a instrumentação, foram avaliadas em 2 e 3 dimensões e seus parâmetros geométrico foram comparados com os obtidos durante as tomografias iniciais. As imagens formadas a partir das tomografias foram utilizadas para se medir a área, perímetro, circunferência, diâmetro maior e menor, volume e área de superfícies. O aumento médio de cada grupo, foi analisado e os parâmetros foram calculados a partir da diferença dos escores obtidos a partir da tomografia de canais não tratados. No geral, a comparação entre os grupos revelou que SAF apresentou o menor aumento médio, enquanto Waveone e ProTaper Universal apresentaram o maior aumento médio na maioria dos parâmetros analisados ( $P < 0,05$ ). o grupo Reciproc mostrou resultados intermediários em alguns parâmetros do terço coronal (perímetro), médio (área, perímetro, volume e área de superfície) e apical. Todos os grupos apresentaram um comportamento semelhante em termos da quantidade de paredes de dentina desgastadas. Nenhuma técnica foi capaz de preparar completamente os canais radiculares com formato oval.

Zanette *et al* (2013) avaliaram transporte apical e a espessura do remanescente dentinário associado o sistema Protaper Universal com e sem o cateterismo com Pathfile. Para isso eles utilizaram 40 molares superiores com ângulo de curvatura entre 20 e 35 graus. Os autores separaram os dentes em 2 grupos, onde os canais vestibulares dos dentes do Grupo A foram instrumentados seguindo a sequência cateterismo com Pathfile e instrumentação com o sistema Protaper Universal de acordo com as recomendações do fabricante enquanto que os dentes do Grupo B, os canais foram instrumentados apenas com o sistema Protaper sem a realização prévia do Cateterismo. Em ambos os grupos, os canais foram instrumentados até o instrumento F4 do sistema Protaper. Foi confeccionada uma plataforma para se padronizar a tomada radiográfica inicial e final a fim de se posicionar o longo eixo do dente perpendicular ao sensor digital obtendo imagens durante com uma lima do cateterismo, o instrumento F3 e com o instrumento F4 inserido no canal. As imagens obtidas foram analisadas por meio do Programa Photoshop CS6 (versão 13.0 – San José , Califórnia) onde as mesmas foram sobrepostas e o desvio apical foi calculado baseado na diferença em milímetros entre a ponta do Instrumento do Cateterismo com o instrumento F3 e em seguida a ponta do instrumento Pathfile #3 com F4, o mesmo foi realizado com os instrumentos F3 e F4 e o instrumento apical inicial no grupo 2. As imagens das tomografias computadorizadas foram obtidas para se calcular a espessura do remanescente dentinário de todas as paredes do canal instrumentado nos milímetros apicais 1, 2 e 3, onde se analisou a diferença entre a parte mais externa e a parte mais interna da superfície de dentina. A análise estatística foi realizada utilizando o programa Graphpad Prism software (versão 5.04) com nível de significância  $p < 0,05$ . Os dados mostraram que o transporte apical após o uso do instrumento F3 em ambos os grupos, ocorreram no sentido horizontal /MD em 22 canais (55%) e no sentido horizontal/BL 19 (47,5%) e em sentido vertical/MD 25 (62,5%) e vertical/BL em 18 (45%) e o transporte apical após o uso do instrumento F4 ocorreu em sentido Horizontal para a mesial em 35

(67,5%), em sentido horizontal/BL em 31 (77,5), em sentido vertical /MD em 35 (87,5%) e em sentido vertical/BL em 33 (82,5%). O teste de Qui-quadrado mostrou diferença estatisticamente significativa entre o desvio horizontal/BL ( $p = 0,0111$ ), vertical/MD ( $p = 0,0111$ ) e vertical/BL ( $p = 0,0027$ ). Os autores concluíram que a realização do cateterismo antes da instrumentação do sistema de canais radiculares não inibiu a ocorrência do transporte apical após o uso dos instrumentos Protaper F3 e F4, quando comparando os milímetros 2 e 3 a partir do forame apical.

Burklein, Poschmann; Schafer (2014) compararam a capacidade de dar forma ao canal entre técnicas de instrumentação rotatória e recíproca com e sem cateterismo prévio em canais simulados em formato de S, utilizando 120 canais simulados em blocos de resina, apresentando 2 curvaturas, uma coronal e outra apical com ângulo de curvatura com 35 e 30 graus e raio de curvatura de 5 e 4,5 mm respectivamente. Os blocos de resina foram fotografados com auxílio de microscópio digital em aumento de 40 x e foram feitas marcações do primeiro ao décimo milímetro seguindo a curvatura do canal. Os blocos de resina foram instrumentados até a lima de tamanho 25 utilizando Reciproc, Wave One, HyflexCM, F360 e OneShape, cada um dos grupos foi instrumentado sem e com cateterismo prévio com Pathfile (13 e 16) de acordo com as recomendações do fabricante. As imagens iniciais e finais foram sobrepostas e o material que foi desgastado foi medido sendo nomeado como R *inner* para o desgaste da parede mesial e R *outer* para o desgaste da parede distal e o transporte do canal foi calculado a partir da diferença entre os desgastes. Os dados foram submetidos a testes estatísticos e mostraram que o cateterismo não influenciou na incidência de deformações do canal ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre o tipo de instrumento e a presença de deformidades do preparo ( $p > 0,05$ ), e os grupos que mais apresentaram deformações no preparo foram o da Wave One (6) e Reciproc (2). Nos três milímetros apicais, houve diferença estatisticamente significativa entre os demais grupos e os

da Wave One e Reciproc, que apresentaram mais transporte apical ( $p < 0,05$ ). Os autores concluíram, com base nos resultados encontrados, que o cateterismo não apresentou influencia significativa na capacidade de dar forma ao canal. Sistemas de lima única com menor conicidade ou o uso completo de sistemas rotatórios devem ser utilizados para a realização do preparo de canais em forma de S. Os sistemas de lima única com movimento rotatório (F360, OneShape) são mais seguros e adequados ao uso em canais com o formato de S.

Ceyhanli *et al* (2014) compararam o desvio apical entre os sistemas de instrumentação Protaper, RaCe e Safesider por meio de microtomografia computadorizada utilizando a raiz medial de trinta molar inferiores com ângulo de curvatura entre 20-40 graus e raio de curvatura entre 6-13 mm de acordo com os métodos de Pruett *et al.* (1997). Os dentes foram inseridos em blocos de resina fixados a dois milímetros do terço coronal da raiz, pela coroa. Os dentes foram submetidos a topografia computadorizada antes da instrumentação em seguida os dentes do grupo da Protaper foram instrumentados até a lima F3, os do grupo da RaCe com os instrumentos manuais tipo k 15-20 e em seguida 25.04 e 30.04. Por fim os dentes no grupo da Safesider até o instrumento 30,04 porém, precedidos de instrumentação manual com limas tipo K tamanho 8-35. O desvio apical foi medido no sentido vestibulo-lingual e médio distal nos 4 mm iniciais da raiz mesial, também foi calculado o índice de centralização e o valor do desvio vetorial por meio do teorema de Pitágoras. Com isso, os resultados mostraram que entre os grupos houve diferença estatisticamente significaste nos três primeiros milímetros avaliados ( $p < 0,05$ ). O sistema Safesider apresentou maior desvio apical quando comparado aos outros dois grupos que não apresentaram diferenças entre si. No 2 mm não se observou diferença estatisticamente significaste, porém o sistema Safesider apresentou maior desvio ( $p = 0,003$ ), no 3 mm houve diferença significaste entre o grupo da Protaper e RaCe, o primeiro apresentou maior desvio apical ( $p = 0,045$ ). Não houve diferença

estatisticamente significaste entre os índices de centralização. Com isso os autores concluíram que a maior conicidade dos instrumentos Protaper (30,06) causaram maior desvio apical que os instrumentos RaCe (30,04).

Elnaghy; Elsaka (2014) avaliaram o desvio, índice de centralização e a espessura da parede remanescente dos canais instrumentados por ProTaper Next sem e com cateterismo com GlidePath. Os autores selecionaram sessenta molares inferiores que apresentassem dois canais independentes na raiz mesial, com a raiz apresentando ângulo de curvatura entre 25° e 35° de acordo com o método de Scheider (1971) em seguida foi realizado o cateterismo com o instrumento tipo K tamanho 10 e com o aparecimento de sua ponta no ápice da raiz, recuou-se 1 mm e ali foi estabelecido o comprimento de trabalho. Os dentes foram igualmente distribuídos em 3 grupos experimentais de acordo com as técnicas de instrumentação seguintes: grupo PG/PTN, cateterismo realizado inicialmente com lima tipo K tamanho 10 e em seguida com Pro Glider e instrumentação com os instrumentos X1 e X2 da ProTaper Next; grupo PF/PTN o cateterismo foi realizado com o instrumento 1 (13.02) e 2 (16.02) da PathFile e instrumentação apical com as limas X1 e X2 ProTaper Next e grupo PTN, instrumentação com a seqüência do fabricante, Sx seguido de X1 e X2. As raízes foram posicionadas em uma plataforma personalizada onde se poderia inserir na mesma posição antes e após a instrumentação. As imagens tomográficas foram analisadas pelo programa OnDemand 3D onde foi medido o volume do desgaste em mm<sup>3</sup> nos milímetros apicais 3-mm, 5-mm, e 7-mm distantes do ápice da raiz utilizando as fórmulas :  $(m1 - m2) - (d1 - d2)$  para medir o grau de transporte do canal e  $(m1 - m2) / (d1 - d2)$  ou  $(d1 - d2) / (m1 - m2)$  onde m1 seria a menor distância entre a margem mesial da raiz até a margem mesial do canal não instrumentado, m2 a menor distancia da margem mesial do canal até a margem mesial da raiz instrumentado, d1 e d2 seriam da raiz distal. Os dados foram submetidos à análise estatística de análise de variância de uma entrada e em seguida ao teste de múltiplas comparações de

Tukey. Após as análises estatísticas os resultados evidenciaram que no 3-mm e 5-mm o grupo PG/PTN mostrou significativamente menor média de transporte apical entre os grupos ( $p < 0,05$ ) e não houve diferença significativa com relação ao transporte apical entre os grupos PF/PTN e PTN ( $p > 0,05$ ) e os dados do índice de centralização mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Os autores concluíram que uma lima manual tipo K seguida de um instrumento mais flexível e com menor conicidade, o sistema ProGlider, pode preservar o formato do canal e melhorar a instrumentação com os instrumentos PTN. A instrumentação com cateterismo utilizando o sistema ProGlider revelou melhor desempenho com menor deformação ao canal quando comparados à cateterismo com PathFile seguido da Protaper Next ou somente com a Protaper Next.

Gergi *et al* (2014) avaliaram por meio de microtomografia computadorizada o desvio apical de canais após a instrumentação com instrumentos de níquel-titânio, em diferentes cinemáticas de movimentação. Utilizou-se 24 molares inferiores com canais mesiais com forames separados e com ângulos de curvatura severa, entre 25-35 graus de acordo com o método de Schneider (1971). Os dentes foram distribuídos em três grupos diferentes, Grupo Reciproc (R25), Wave One (*Primary*) e TF Adaptive (sequencia do fabricante - 25.08). Para o cálculo do grau de desvio apical e índice de centralização, foi utilizada a técnica proposta por Gambill *et al.* (1996). Os dados foram submetidos a análise estatística e os resultados indicaram que o grau de transporte apical foi menor no grupo TF Adaptive ( $p < 0,0001$ ), seguido pelo grupo da Wave One e Reciproc, com diferença estatisticamente significativa entre o primeiro e os últimos. Todos os grupos e milímetros avaliados, apresentaram grau de desvio apical, significativamente diferente de 0 ( $p < 0,0001$ ). Com relação à média do índice de centralização no terço apical, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, onde o índice foi maior no grupo da TF Adaptive ( $p < 0,0001$ ), seguido por WaveOne, e índice mínimo no grupo da Reciproc ( $p < 0,05$ ). Com base nos resultados exibidos e de

acordo com as limitações do estudo, os autores concluíram que o novo sistema TF Adaptive, respeitou a trajetória original do canal melhor e com menos modificações na curvatura do canal quando comparados aos grupos Wave One e Protaper. Os melhores resultados podem ser atribuídos ao movimento adaptativo, à secção transversal ou à alta flexibilidade do instrumento.

Gergi *et al* (2014) estudaram, por meio de microtomografia computadorizada, sobre os efeitos de três sistemas de instrumentos de níquel-titânio sobre a geometria do canal, utilizando um total de 24 molares inferiores que apresentassem ângulos de curvatura entre 25° e 35° (Schneider, 1971), com canais mesiais com forames independentes e diâmetro inicial compatível com um instrumento manual tipo K de tamanho 15, que foi inserido no sistema de canais radiculares e foi estabelecido o comprimento de trabalho 0,5 mm aquém do ápice. Foram feitas pequenas marcações na raiz e em seguida foram preenchidas com resina nos níveis 2, 4, 6, 8, 10 e 12 mm a partir do ápice, para agirem como referência após a realização das tomografias pré e pós operatórias. Os dentes foram divididos em três grupos experimentais: 1, preparo biomecânico realizado com o instrumento R25 do sistema Reciproc; 2, o preparo foi realizado com o instrumento *Primary* do sistema Wave One e 3, os canais foram preparados com o sistema TF *Adaptive*, até o instrumento 25.08 no comprimento de trabalho seguindo as orientações do fabricante. Para comparar o grau de transporte apical, os autores utilizaram a técnica proposta por Gambill *et al.* (1996). O transporte apical foi avaliado por dois operadores diferentes em seis níveis de equidistância predeterminados pelas marcações nas raízes por dois avaliadores calibrados. Os dados foram submetidos à análise estatística e a normalidade da variável da distribuição foi avaliada em cada grupo utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov e uma análise de variância de uma entrada foi utilizada para a comparação entre os grupos seguida de teste Tukey. Os resultados mostraram que a média dos valores sobre remoção de dentina apical foi diferente entre os grupos ( $p < 0,0001$ ) e foi

significativamente maior no grupo Reciproc, quando comparado aos outros grupos. Quanto à porcentagem de canal não instrumentado no terço apical, foi estatisticamente diferente entre os grupos e foi menor no grupo Reciproc ( $p = 0,044$ ), a média do aumento área do canal no terço apical foi significativamente maior no grupo Reciproc ( $p < 0,001$ ). O grau médio de transporte do canal no terço apical foi significativamente inferior com TF Adaptive ( $p < 0,0001$ ), seguido por Waveone e mais alto com Reciproc. Em cada nível do canal radicular o grau médio de transporte canal foi significativamente diferente de 0 ( $p < 0,0001$ ). O grupo dos instrumentos TF *Adaptive* teve a menor quantidade de desvio com uma diferença significativa quando comparada com Reciproc e Waveone. Nos terços médio e apical do canal radicular, o índice de centralização foi significativamente maior com o sistema Adaptive TF ( $P < 0,0001$ ), seguido por Waveone e foi mínima com Reciproc ( $p < 0,05$ ). Com isso os autores concluíram que o sistema TF *Adaptive* manteve a anatomia do original do canal com menores deformações à curvatura do canal em comparação com o sistema Wave One e Reciproc. No geral, a instrumentação levou a um aumento do diâmetro do sistema de canais radiculares. com nenhuma evidência de erros causados pelo preparo biomecânico, no entanto, nenhum dos três sistemas de instrumentação foi capaz de moldar completamente no canal da raiz.

Hu *et al* (2014) avaliaram o transporte do forame apical após a instrumentação com três sistemas de limas de níquel titânio, para isso os autores selecionaram 45 raízes de molares superiores e inferiores e então posicionaram um instrumento tipo K #10 no interior do canal para realização de duas tomadas radiográficas uma no sentido orto-radial e outra no sentido mesio distal de cada dente antes de pois da instrumentação e em seguida foram digitalizadas para análise em programa AutoCad 2013 (Autodesk, San Rafael, CA, USA) para determinação do ângulo e do raio de curvatura das raízes de acordo com Pruett *et al.* (1997). Os dentes foram separados em três grupos de 15 dentes cada. Os autores padronizaram a

posição dos dentes para que ele fossem submetidos a tomografia computadorizada na mesma posição antes e após a instrumentação dos canais, sem promover quaisquer alterações durante a análise das imagens. As imagens dos forames foram realizadas antes e após a instrumentação, onde as imagens foram obtidas com auxílio de microscópio operatório, e as imagens pré-instrumentação foram utilizadas como o controle para a pesquisa. Os dentes do grupo 1 foram instrumentados pelo sistema Profile até o instrumento 35.04 de acordo com as recomendações do fabricante. Os dentes do grupo 2 foram instrumentados com o sistema Profile Vortex até o instrumento 35.04, já o grupo 3 pelo sistema Vortex Blue até o instrumento 35.04 também seguindo as normas do fabricante. As imagens das margens do forame apical foram realizadas antes e após a instrumentação e ao analisar as suas imagens, um traçado das margens foi realizado manualmente e em seguida calculado a área do forame, a circularidade de acordo com Loizides et al (2007) e o diâmetro de Feret's. Após isso, as imagens foram então sobrepostas com auxílio do programa Photoshop Elements 11, e os dados obtidos foram então tabulados e analisados por meio do Programa GraphPad Prism 4.0, Kruskal-Wallis e Dunn's e nível de significância como  $p < 0,05$ , ANOVA e Tukey's. As áreas do forame apical aumentaram de acordo com o aumento do instrumento e não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ) entre os grupos e durante a instrumentação com diferentes instrumentos bem como não houve diferença estatisticamente significativa quando comparando a circularidade dos grupos, porém o grupo 1 mostrou menor diferença na circularidade quando comparado ao grupo 2 e 3, porém sem diferença estatisticamente significativa. E por fim, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com relação à razão de Feret's. Os autores concluíram que todos os sistemas utilizados apresentaram transporte apical quando sobre instrumentados em 0,5mm em canais com curvatura severa. Não houve diferença entre os sistemas quando considerados o grau de curvatura da raiz.

Jeon *et al* (2014) estudaram o alargamento apical utilizando quantidades diferentes de movimento para se atingir o comprimento de trabalho utilizando instrumentos reciprocantes. Foram utilizados para o desenvolvimento do trabalho, sessenta canais simulados em forma de J, que foram divididos em 2 grupos um instrumentado por limas Reciproc (R25) e o outro por Wave One (*Primary*). Cada grupo foi subdividido em 3 subgrupos baseados na quantidade de movimentos repetitivos ao se alcançar comprimento de trabalho: 1, 2 e 4 vezes. Os canais simulados foram instrumentados utilizando-se vagarosos movimentos de vai e vem, até atingir o comprimento de trabalho seguido da instrumentação final realizada no comprimento de trabalho com 1, 2 ou 4 repetições do movimento de vai e vem. Após o fim a da instrumentação os canais foram seco e moldados com silicone, para confecção de uma replica do canal que foram submetidas a microscopia eletrônica de varredura com o objetivo de avaliar o tamanho do preparo apical 24 horas após a moldagem dos canais. Os dados foram submetidos a testes estatísticos que mostraram que a média do tamanho do preparo apical para os blocos não instrumentados foi de 150 micrômetros no D0. Para o grupo da Reciproc, as médias do tamanho do diâmetro foram de  $253 \pm 11$  mm e  $274 \pm 9$  mm e entre  $258 \pm 11$  mm e  $277 \pm 6$  mm para o grupo Wave One. Não houve diferença estatisticamente significativa no tamanho do preparo apical entre os grupos ( $p > 0,05$ ), porém houve diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos ( $p < 0,05$ ), onde mais movimentos repetidos no comprimento de trabalho, como instrumentação final, resultaram num maior diâmetro apical de preparo quando comparado com os subgrupos com menor quantidade de movimentos no comprimento de trabalho ( $p < 0,05$ ). Portanto, os autores concluíram que os dois sistemas de instrumentação utilizando o movimento recíprocante não mostraram diferenças estatisticamente significativa no diâmetro do preparo apical, porém, uma maior quantidade de movimentos de vai e vem repetitivos no comprimento de trabalho pode resultar num diâmetro apical maior que o do instrumento que está sendo utilizado.

McRay *et al* (2014) avaliaram por meio de microtomografia computadorizada a comparação entre transporte apical e capacidade de centralização entre Protaper Universal e Wave One, para isso os autores utilizaram o protocolo de Yamamura *et al.*, utilizando trinta molares inferiores com os canais mesiais apresentando forames independentes. Os dentes deveriam apresentar ângulo de curvatura entre 20 e 40 graus de acordo com Pruett *et al.* A largura inicial dos canais foram medidas por meio de microtomografia computadorizada com o modelo 1076 MicroT machine (SkyScan) a uma resolução de 35  $\mu\text{m}$  utilizando 100 kV, 100  $\mu\text{A}$ , filtro de alumínio de 1 mm, 240 milisegundos de exposição com média de três quadros e rotação de 0,5 graus. O cálculo do ângulo de curvatura foi medido também por meio da tomografia (3D) e comparado com a medição original feita por meio da radiografia (2D). O comprimento de trabalho foi determinado utilizando um instrumento tipo K #10, recuando 1 mm após a visualização da mesma no forame. Um único operador foi responsável por instrumentar todos os dentes utilizando um instrumento para cada canal. No Grupo 1, os canais mesiovestibulares foram instrumentados com Protaper em rotação constante enquanto os canais mesiolinguais foram instrumentados com o sistema Wave One, com o instrumento Primary utilizando movimento recíprocante. Já no Grupo 2, os canais mesiovestibulares foram instrumentados com o sistema Wave One, com o instrumento Primary em movimento recíprocante e os canais mesiolinguais instrumentados com o sistema Protaper em movimento rotatório. Os canais foram irrigados com 1ml de hipoclorito de sódio a 6%. Após a instrumentação os dentes foram novamente submetidos à Microtomografia computadorizada, e analisados pelo programa Analyze 10.0 (Mayo Clinic) e os dados foram então para medir a capacidade de centralização do canal e o transporte apical nos milímetros 1, 3, 5 e 7 em ambos os canais mesiolingual e mesiovestibular utilizando o programa Ctan (Sky Scan). Durante a mensuração do cálculo do transporte apical, foi padronizado a medição da distância mais curta da extremidade da parede do canal não instrumentado até a extremidade

externa da raiz , em direção à distal e à mesial comparando as imagens antes e depois da instrumentação. A fórmula utilizada para calcular o transporte apical é  $(M1 - M2) - (D1 - D2)$ , onde M1 e M2 representam a menor distância da parede mesial mais externa para a extremidade da parede do canal não instrumentado e o instrumentado respectivamente enquanto D1 e D2 representam a menor distância a partir da face distal do canal até a extremidade da raiz dos canais não instrumentados e dos instrumentados respectivamente. O resultado positivo representa desvio para a distal; negativo para a mesial e o zero não ocorre o transporte. A relação entre o menor resultado da diferença seria o numerador, o resultado de 1 representaria uma centralização perfeita. Os dados foram tabulados e analisados pelo teste T de student e os dados de transporte apical foram analisados pelo teste Anova de dupla entrada, com nível de significância  $p \leq 0,05$ . Não houve diferença estatisticamente significativa entre as distâncias calculadas entre os dois grupos (P valor em 1mm = 0,928; 3 mm = 0,657; 5 mm = 0,768; 7 mm = 0,937). Os autores concluíram que tanto a instrumentação com o sistema Protaper como a instrumentação com o sistema Wave One *Primary* mostraram semelhantes transportes apicais para a mesial e para a distal. Os dois sistemas apresentam igual semelhança quanto a segurança durante o tratamento endodôntico.

Zhao *et al* (2014) dissertaram sobre as propriedades da Protaper Next, Protaper Universal e Wave One, em instrumentar o sistema de canais radiculares. Eles utilizaram 36 molares superiores com raízes que apresentassem ângulos de curvatura entre 25–35, 15–25 e 5–20 graus no canal mesiovestibular, palatino e disto vestibular respectivamente, de acordo com o método de Schneider (1971). Os dentes foram submetidos a tomografia computadorizada antes e após a instrumentação, com um voxel de 30 micrômetros. Os cortes transversais foram segmentados, registrados, visualizados e quantificados utilizando um software e avaliaram o volume do sistema de canais radiculares antes da instrumentação, volume dentina desgastada e a porcentagem de área não instrumentada. A média do transporte

do canal foi calculada por meio da mudança do eixo central do canal, em micrômetros, antes e após a instrumentação, para o terço médio, coronal e apical. Os dados foram tabulados e submetidos a testes estatísticos (análise de variância de uma entrada e teste Tukey) e mostraram não haver diferença estatisticamente significativa entre os tipos de instrumentos e área não instrumentada. Todos os grupos aumentaram a área de superfície e volume do canal após a instrumentação. Com relação ao transporte apical, houve significativamente menos transporte apical nos grupos PTN, seguido por PTU e Wave One no terço apical dos canais mesio-vestibulares ( $p < 0,05$ ) enquanto os resultados mostraram não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos nos canais disto-vestibulares. O autor e seus colaboradores, dentro dos limites do estudo, puderam concluir que os instrumentos Wave One, PTN e PTU conseguiram instrumentar (limpar e dar forma) sem que houvesse erros na conformação do preparo do canal, porém, canais curvos preparados por PTU e Wave One, apresentaram mais desvios que os canais preparados pelos instrumentos PTN.

Saber, Nagy; Schafer (2015) compararam a capacidade de limpeza de instrumentos *Wave One*, *Reciproc* e *OneShape* de lima única e canais apresentando severo ângulo de curvatura. Os autores utilizaram 60 molares inferiores humanos com a raiz mesial e o canal mesmo lingual curvos, os dentes foram divididos em 3 grupos. Os canais deveriam apresentar o diâmetro inicial compatível com um instrumento manual tipo K tamanho 15 a 1 mm do forame como comprimento de trabalho. Os dentes deveriam apresentar ângulo e raio de curvatura entre  $25^\circ$  e  $39^\circ$  e 4 e 9 mm respectivamente. Os dentes foram inseridos em uma plataforma para que a tomada radiográfica inicial e final fossem obtidas na mesma posição, com auxílio de um raio-x digital. As imagens pré e pós operatórias foram analisadas com auxílio do programa Autocad. Os dentes foram instrumentados, por apenas um operador treinado, de acordo com as recomendações do fabricante para cada grupo experimental. O desvio apical foi calculado a partir das imagens pré e pós operatórias, que foram obtidas com

limas dentro do canal, onde a distancia entre as pontas das limas após sobreposição das imagens, seria o valor do desvio apical. Após a análise das imagens os dados foram tabulados e se calculou a distribuição normal de Shapiro-Wilk, a análise estatística foi calculada utilizando-se a análise de variância de ANOVA e o pós teste de Tukey a uma significância de  $p < 0,05$ . Os resultados revelaram que os instrumentos OneShape apresentaram maior desvio apical quando comparados com Wave One e Reciproc ( $p < 0,05$ ), que não apresentaram diferenças entre si ( $p > 0,05$ ). Os autores concluíram que todos os instrumentos foram capazes de realizar limpeza do sistema de canais radiculares de maneira segura, mas os instrumentos Reciproc e Wave One conseguiram melhores resultados quanto a manutenção da trajetória original do canal.

## OBJETIVOS

### Objetivos Gerais

- Avaliar o desvio do transporte apical do sistema de canais radiculares instrumentados pelo instrumento R25 do sistema Reciproc, associado ou não a diferentes técnicas de cateterismo inicial .
- Analisar morfometricamente a quantidade de *debris* remanescentes no interior dos canais avaliados após o uso do instrumento Reciproc R25, associado ou não, à realização do cateterismo.

### Objetivos Específicos

- Estimar, por meio da tomografia computadorizada, se a aplicação de distintas formas de cateterismo ou sem o mesmo, influencia no desvio apical promovido por instrumento de sistema de lima única após a instrumentação.
- Calcular a capacidade de centralização após a instrumentação com o sistema Reciproc depois do uso de diferentes técnicas de cateterismo.
- Comparar se houve diferença do aumento percentual da área do sistema de canais radiculares após a aplicação das técnicas avaliadas.
- Estabelecer a média de diâmetro anatômico e cirúrgico dos canais radiculares, nos milímetros apicais avaliados.
- Quantificar, por meio da análise histológica e morfométrica, a área ocupada por sujidade (*debris*) após preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares, utilizando o instrumento Reciproc associado ou não, a diferentes técnicas de cateterismo com instrumentos rotatórios ou limas manuais.

## **METODOLOGIA**

### **Desenho do Estudo**

Básico; Quantitativo; Explicativo; Experimental in vitro controlado.

### **Casuística (amostragem)**

Por meio do programa GMC 8.1 (Campos, 2001) foi calculado o número mínimo de 15 repetições para cada variável, para se obter uma distribuição de erro razoável para uma análise estatística no intervalo de 1 a 5% de significância. Este projeto foi delineado com um fator de variação com dois grupos 26 repetições cada.

O projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em Pesquisa por meio da Plataforma Brasil.(CAAE: 23700713.7.0000.5020) (Número do Parecer: 500.776).

### **Seleção e preparo dos dentes**

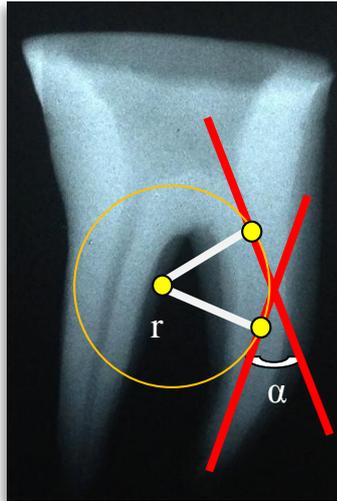
Para realização da pesquisa, foram utilizados 52 molares inferiores, doados pelo Banco de Dentes da Universidade do Estado do Amazonas. Os espécimes se enquadraram nos seguintes critérios: ser primeiro molar inferior com comprimento mínimo de 16 mm; apresentar as raízes completamente formadas, com ápice fechado e os dois canais mesiais com forames independentes.

Os dentes foram esterilizados, armazenados em recipiente contendo água destilada e mantidos a uma temperatura de 5°C até a sua utilização. Primeiramente foram identificados com números, separados em grupos e posicionados sobre uma lâmina de cera 7, de modo que a tomada radiográfica se desse de maneira orto-radial, utilizando películas oclusais Kodak Insight (Rochester, Nova Iorque, Estados Unidos). Para padronização das tomadas

radiográficas foi empregado o aparelho Spectro 70x (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) com exposição de 0,5 s a uma distância objeto-filme de 10 cm, medido com o auxílio de uma régua, a partir da plataforma desenvolvida até o colimador do aparelho de raios-x. Posteriormente, as imagens foram digitalizadas e analisadas com auxílio do programa AutoCAD 2011 (Autodesk, São Rafael, Califórnia, Estados Unidos) para mensuração do ângulo de curvatura das raízes (em graus), de acordo com o Método de Schneider (1971), e do raio de curvatura (em milímetros), de acordo com Pruett; Clement; Carnes (1997).

Para calcular o ângulo de curvatura pelo Método de Schneider (1971), sobre a imagem digitalizada da radiografia, foi traçada uma linha reta em direção ao eixo principal do canal e outra que fosse paralela ao eixo do forame apical até a interseção com a primeira, marcando o início da curvatura da raiz. O menor ângulo formado pela interseção entre as linhas foi definido como o ângulo de curvatura da raiz, como mostra a Figura 01. Foram selecionados os dentes que apresentavam a raiz com ângulo de curvatura entre 20 e 30 graus, classificados como apresentando curvatura de moderada. Os dentes que não apresentaram angulação dentro dos padrões pré-estabelecidos foram excluídos da pesquisa.

Com auxílio do mesmo programa e utilizando a mesma radiografia, foi determinado o raio de curvatura seguindo o mesmo pensamento de Pruett; Clement; Carnes, (1997), aproveitando as linhas traçadas anteriormente. Em seguida, marcaram-se dois pontos, um determinando o início da curvatura e outro determinando o término da curvatura, em seguida, sobre os pontos marcados foi tangenciado um círculo cujo raio foi medido em milímetros e definido como o raio de curvatura. O raio de curvatura é inversamente proporcional à curvatura da raiz, ou seja, quanto menor fosse o raio, mais acentuada seria a curvatura do canal radicular. Incluíram-se na amostra os dentes com raízes mesiais que apresentaram raio de curvatura  $\leq 10$  mm.



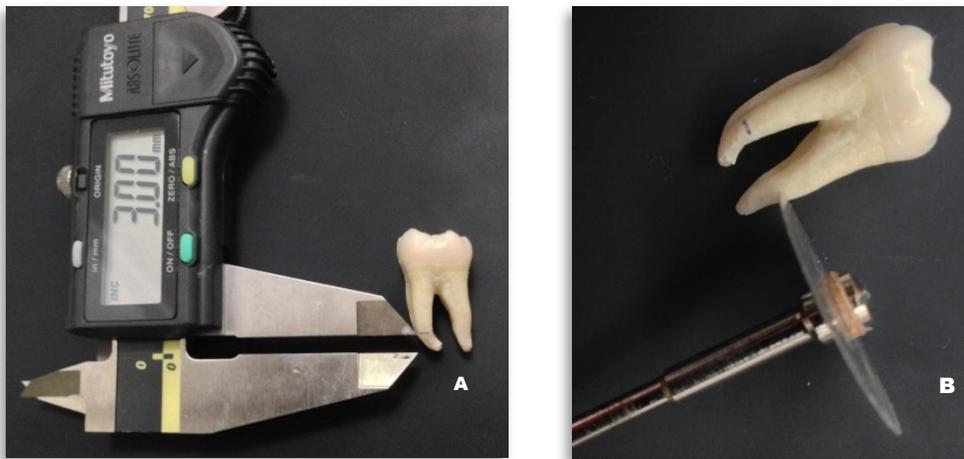
**Figura 01:** Imagem demonstrando a técnica utilizada para obtenção do ângulo e raio de curvatura da raiz.

Após o cálculo do ângulo e do raio de curvatura, realizou-se a abertura coronária com broca diamantada esférica nº 1015 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) acionada a motor em alta rotação (Kavo, Joinville, Santa Catarina, Brasil) e desgaste compensatório da parede mesial com broca Endo Z (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), sob constante refrigeração. Em seguida, todos os dentes com comprimento superior a 16 mm (Figura2), tiveram suas coroas desgastadas com auxílio de disco diamantado (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil), brocas tronco cônicas (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) e paquímetro digital (Mitutoyo, Kawasaki, Kanagawa, Japão), a fim de se padronizar os tamanhos dos dentes em todos os espécimes.



**Figura 02:** Padronização dos dentes em 16mm

Foram removidos três milímetros apicais da raiz distal com auxílio de paquímetro digital e disco diamantado (citados anteriormente) a partir da marcação de 3 mm na raiz mesial, e transferindo essa medida para a raiz distal (Figura 3), com o objetivo de se auxiliar na mensuração do 3° mm apical dos canais mesiais durante a tomografia computadorizada. Para a leitura do 2° mm, traçou-se uma reta de 1 mm a partir da secção da raiz distal em direção apical, marcando assim a posição deste terço.



**Figura 03:** A) Mensuração dos 3mm apicais da raiz mesial; B) Corte da raiz distal na medida referente aos 3 mm na raiz mesial.

Após a cirurgia de acesso, realizou-se cateterismo inicial com instrumentos manuais tipo K #10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) nos canais mesiais em direção apical até que a ponta do mesmo fosse visualizada no forame, confirmando a presença de forames independentes pelo método visual e, também, o comprimento de trabalho, determinado com o recuo em 1 mm da lima aquém do forame apical (Figura 4) e, para fins de padronização, o diâmetro anatômico dos canais deverá ser compatível ao de um instrumento manual tipo K #15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), inserido no comprimento de trabalho, sendo substituídos após serem utilizados em 4 dentes.

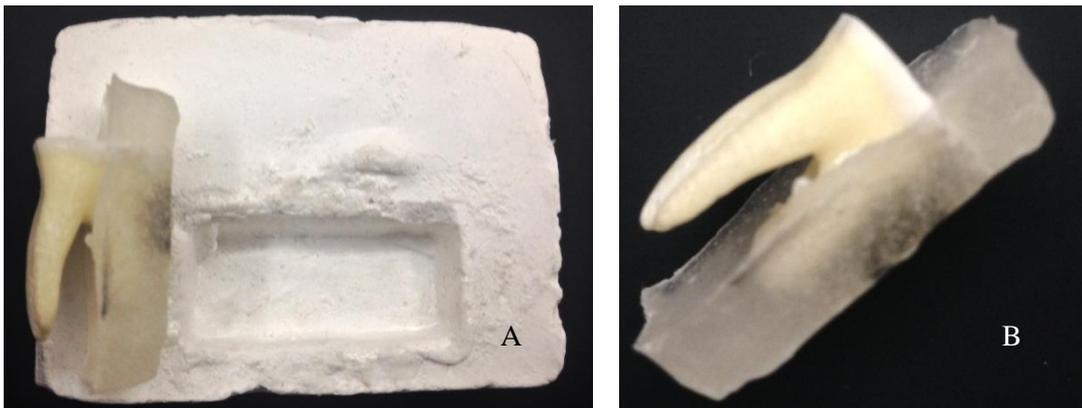


**Figura 04:** Determinação do comprimento de trabalho.

### **Confeção dos corpos-de-prova**

Com o objetivo de se padronizar a posição de instrumentação, foi confeccionada, a partir de um molde de gesso retangular de 2 cm<sup>2</sup>, uma base de resina que serviu como auxílio na adaptação e estabilização dos espécimes em uma morsa de bancada.

A base foi confeccionada em resina acrílica auto-polimerizável incolor (Jet, São Paulo, Brasil), de maneira que a raiz mesial ficasse paralela ao plano horizontal inserindo na resina a raiz distal, antes da tomada de presa do material, como ilustrado na Figura 5. O procedimento anterior foi realizado para melhor posicionamento dos dentes durante a tomografia.



**Figura 05:** A) Molde de gesso para confecção da base em resina; B) Espécime após confecção da base.

Os 52 conjuntos (n=108 canais) foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos com 13 conjuntos cada (n=26 canais), usando a técnica de amostra casual simples com auxílio do

programa Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, Estados Unidos).

O conjunto (dente-base) foi inserido em uma plataforma de isopor (que apresenta densidade baixa, não interferindo na realização da tomografia), também com a raiz mesial paralela ao plano horizontal e de maneira que os canais mesiais ficassem mais paralelo possíveis entre si (Figura 6).



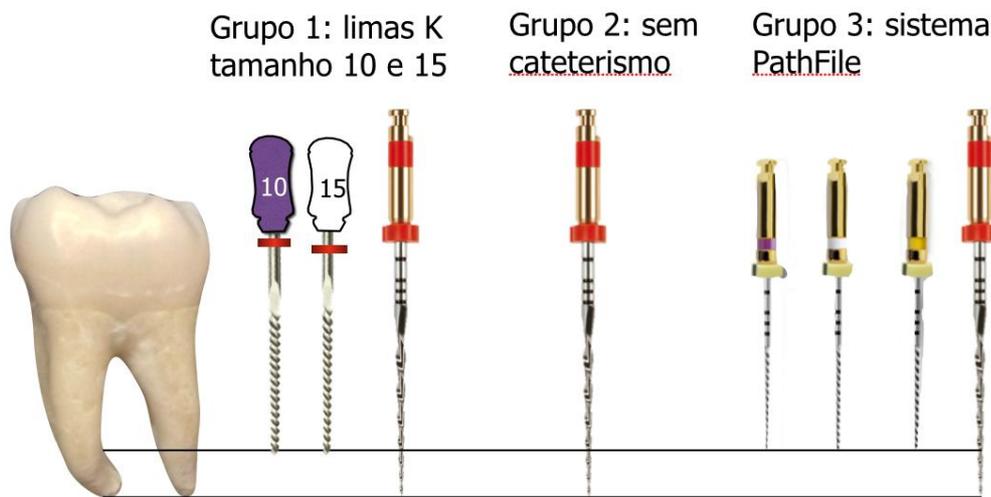
**Figura 06:** A) Plataforma de isopor com os espécimes posicionados; B) Plataforma de isopor durante a tomografia.

### **Instrumentação do sistema de canais radiculares**

Nos dentes do grupo 1 foi realizado o cateterismo com os instrumentos manuais tipo K #10 e #15 no comprimento de trabalho, e em seguida, para a instrumentação apical, foram utilizados o instrumento R25 (25.08 de 21 mm) do sistema Reciproc<sup>®</sup> (VDW, Munique, Alemanha), acoplado ao contra ângulo Sirona (Bensheim, Alemanha) acionado pelo motor VDW Silver Reciproc<sup>®</sup> (VDW, Munique, Alemanha), em movimento recíprocante pré-determinado pelo aparelho (função *Reciproc All*), que foi inserido gradativamente, de maneira que se realizou o preparo do terço cervical, médio e apical, a cada investida do mesmo no sistema de canais radiculares, atingindo um avanço de 5 mm a cada inserção.

No Grupo 2 os dentes foram instrumentados da mesma forma como descrito no grupo um, com o alargador R 25, acionado pelo mesmo motor nas mesmas funções, porém, sem a realização do cateterismo inicial.

Para a o preparo dos canais do grupo 3, realizou-se o cateterismo com os instrumentos rotatórios Pathfile #13, #16 e #19 e preparo do sistema de canais com o alargador apical R 25, acionado pelo mesmo motor nas mesmas funções (Figura 7). O grupo 4, não foi instrumentado (controle negativo).



**Figura 07:** Esquema de instrumentação utilizado em cada um dos grupos.

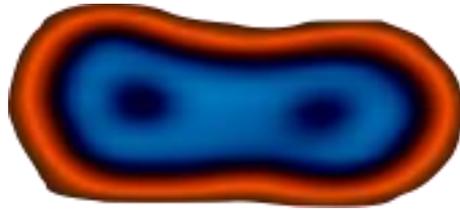
Os canais foram irrigados com 2 ml de hipoclorito de sódio a 2,5%, com seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos) e agulha NaviTip amarela (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos) 3 mm aquém do CT, após cada entrada gradativa da lima. Todos os instrumentos foram limpos com gaze esterilizada após cada inserção. Ao final da instrumentação, o excesso de líquido foi aspirado com a ponta CapillaryTip (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos) e os dentes foram armazenados em ambiente úmido a uma temperatura de 5°C.

### **Análise do desvio apical e direção do desvio**

Com o objetivo de avaliar o desvio apical, foi realizado inicialmente o exame tomográfico dos corpos de prova para se obter imagens dos canais mesiais antes da instrumentação. Para isso, confeccionou-se uma plataforma de isopor com 4 cavidades, medindo 2 x 2 x 2 cm, para padronizar a posição dos corpos de prova antes e após a instrumentação. O conjunto, plataforma de isopor mais o corpo de prova, foram adaptados à mesa do tomógrafo computadorizado i-CAT Cone Beam 3D (Dental Imaging System, Salt Lake City, UT, EUA), com as seguintes especificações: fonte de raios x com tensão da válvula de 120 kVp, corrente da válvula 3-7 mA e ponto focal de 0,5 mm. Para obtenção das imagens, antes e após a instrumentação, foi preconizado o protocolo Mand 6 cm, 40 Sec, 0.2 Voxel MaxRes. As imagens iniciais e finais foram armazenadas em HD externo para posterior análise do desvio apical.

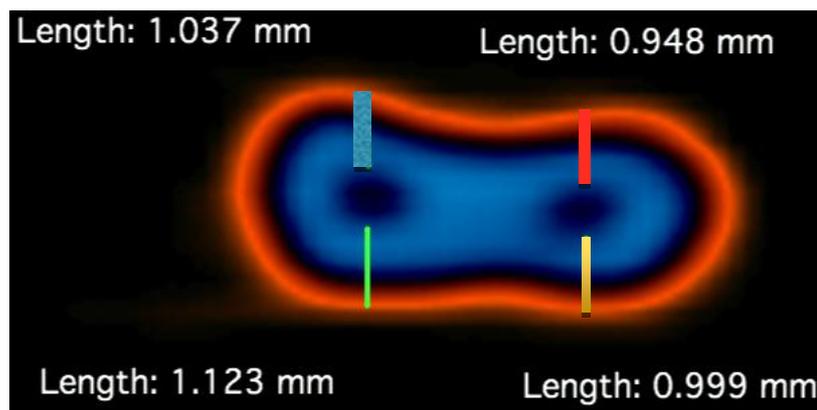
Para a análise do sistema de canais radiculares antes e após a instrumentação, foram selecionados o segundo e o terceiro milímetro do terço apical, gerando um total de quatro imagens axiais de 1 mm para cada canal.

Com auxílio do programa OsiriX, que permite a visualização e manipulação dos arquivos no formato *DICOM*, selecionou-se as imagens obtidas com auxílio do Tomógrafo i-CAT Cone Beam para calcular o desvio apical. Para padronização das imagens, definiu-se o seguinte protocolo: foi escolhida a ferramenta visualização em *3D View* do programa supracitado e em seguida a opção *3D MPR*; em seguida foi selecionado o contraste predefinido e a intensidade *Default WL&WW*; para atribuir coloração às imagens foi utilizada a ferramenta *CLUT* na opção *Perfusion*, como também foi definido a opacidade em *Smooth Table* (Figura08).



**Figura 08:** Imagem dos canais obtida após tomografia e aplicação dos filtros para mensuração dos comprimentos pré e pós operatórios.

A amplitude do diâmetro anatômico e do cirúrgico das paredes do sistema de canais radiculares foi calculada por um único examinador calibrado, onde X1 é a medida da parede mesial externa, medindo da luz do canal não instrumentado; X2, é a medida da parede mesial externa, medindo a luz do canal instrumentado; Y1, é a medida da parede distal externa, mensurando a luz do canal não instrumentado; e Y2, é a medida da parede distal externa mensurando a luz do canal instrumentado (Figura 09).



**Figura 09:** Demonstração dos comprimentos das paredes mesiais e distais de cada canal, em que a faixa azul representa X1 do canal mesial, a verde representa Y1 do canal mesial, vermelho representa X1 do canal distal e amarelo representa Y1 do canal distal.

As medidas da mesial e distal dos topogramas foram definidas de maneira que a aferição seria realizada sempre da porção mais externa da raiz (cor laranjada) até a porção externa do canal radicular (cor azul marinho), tomando como ponto de referência, a porção mais central do mesmo nos sentidos mesio-distal e no sentido vestibulo-lingual. E para a aferição da área, o ponto de referência foi determinado como a porção mais externa do canal radicular (cor azul marinho).

Para calcular o Desvio Apical (DA), foi utilizada a fórmula  $D = (X1 - X2) - (Y1 - Y2)$  proposta por Gambill, Alder, Rio (1996), e quando DA fosse igual à zero, ocorreria ausência de desvio; quando apresentasse valor negativo representaria desvio no para a distal, e se DA apresentasse valor positivo, seria considerado o desvio no sentido mesial.

### **Cálculo do índice de centralização**

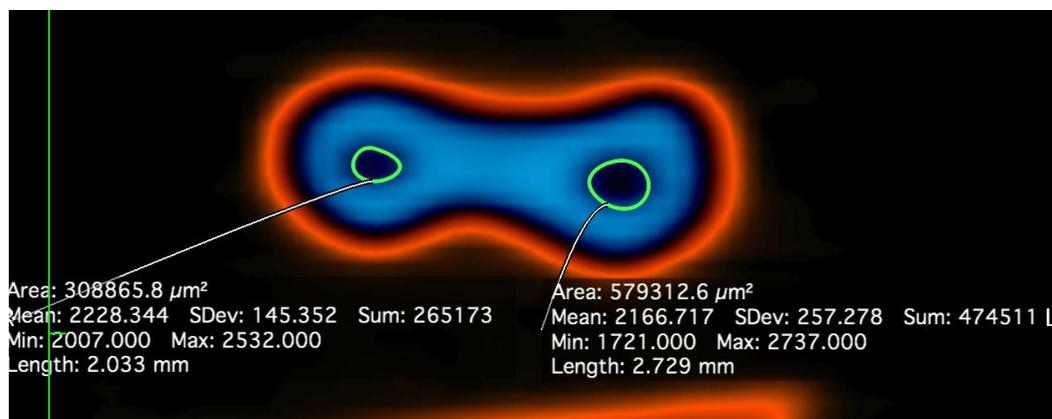
O índice de centralização (IC) demonstra a capacidade de um instrumento em manter-se no eixo central do sistema de canais radiculares, durante a instrumentação. O índice foi calculado para o 2º e 3º milímetros apicais, tomando como base os valores obtidos durante a aferição do desvio, utilizando a fórmula descrita por Gambill; Alder; Rio (1996), onde  $IC = X1 - X2 / Y1 - Y2$  ou  $IC = Y1 - Y2 / X1 - X2$ .

A fórmula a ser utilizada dependeu do valor obtido do numerador que deveria ser o menor dos resultados obtidos pelas diferenças. Para isso, realizou-se o cálculo das diferenças entre os valores resultantes de  $X1 - X2$  e  $Y1 - Y2$ , e assim sendo possível definir qual seria o numerador a ser aplicado na fórmula. A partir do resultado obtido, os valores próximos a 1 (um), indicou ótima capacidade de centralização e quanto mais próximo o valor fosse a 0 (zero), menor seria a capacidade do instrumento em manter a centralização do canal.

### **Aumento Percentual da Área**

Para calcular o valor da área dos canais mesiais foi selecionado o programa OsiriX Imaging Software (Bernex, Switzerland), utilizando os topogramas obtidos por meio dos exames tomográficos iniciais e finais, representando o 2º e 3º milímetros apicais. A área total do canal foi medida por meio da ferramenta de desenho, que tem como principal função de permitir o contorno da região que queremos mensurar, a partir da transferência da imagem ao programa e padronização da escala da imagem em tamanho real. Assim, o aumento da área

foi mensurado a partir da diferença entre a área do canal instrumentado e a área do canal ainda sem instrumentação (Figura 10).



**Figura 10:** Cálculo da área do canal em verde, após a determinação do limite do canal.

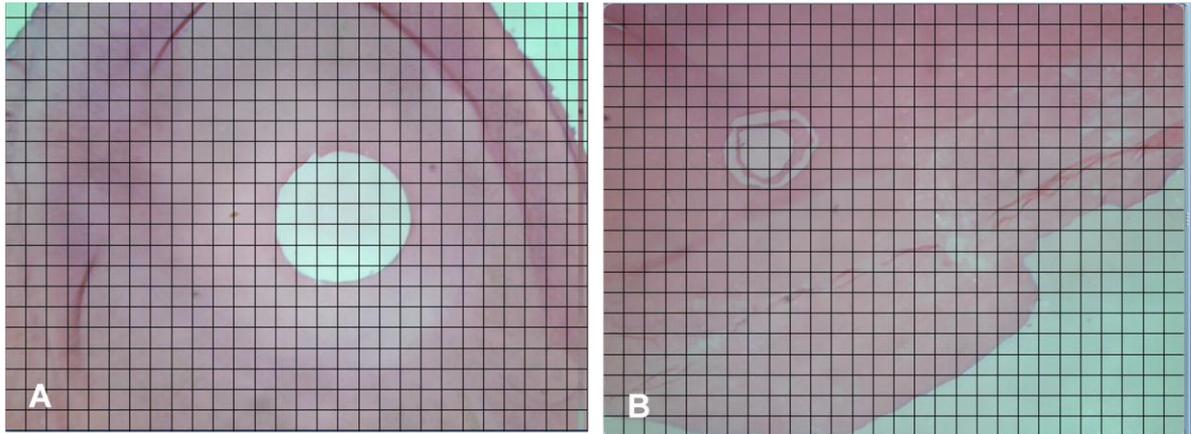
## Processamento Histológico

Após a instrumentação, enviou-se os dentes para procedimento histotécnico de rotina, com processamento automático de tecido. Os dentes foram descalcificados, a raiz mesial dos espécimes foi seccionada e submetida a desidratação em bateria ascendente de álcool (70%, 90%, 95% e 100%), a seguir, imersos em Xilol para parafinização a fim de se obter os blocos de resina, posicionou-se em micrótomo desgastou-se até a visualização do dente.

Cortes semi-seriados com 5  $\mu\text{m}$  de espessura do terço apical de cada uma das amostras foram realizados. Após o descarte de 0,5 milímetro apical, foram selecionados os quatro primeiros cortes, em seguida foram desconsideradas 30 secções e a 31<sup>a</sup> a 35<sup>a</sup> foram selecionados; os cortes prosseguiram dessa maneira até que se obtivessem 12 cortes de cada dente selecionado os quais foram, posteriormente, corados com Hematoxilina e Eosina.

Cada um dos cortes foi visualizado por um microscópio digital Dino-Lite Digital Microscope (AnMo Electronics Corporation, New Taipei City, Taiwan) com aumento de 230x e esses cortes foram analisadas com auxílio do programa Image Tool 3.0 (San Antônio,

Texas, EUA), gerando-se uma grade de integração (28x21) foi sobreposta a cada imagem obtida e na área ocupada pelo canal radicular, considerou-se o número de pontos presentes nos limites da luz do mesmo (área limpa e com *debris*). Após a contagem dos pontos presentes na área limpa e dos pontos das áreas não limpas do conduto, calculou-se a porcentagem dos pontos com *debris* (Figura 11).



**Figura 11:** Grade de integração sobreposta às imagens para o cálculo de *debris*. A) corte histológico de um dente do grupo 2, sem evidência de *debris*; B) presença de grande quantidade de *debris* na luz do sistema de canais radiculares.

A área total e a ocupada por *debris*, índice de centralização, desvio apical, direção do desvio e aumento percentual de área, foram tabulados e submetidas à análise estatística com o programa GraphPad InStat para Windows (GraphPad Software, La Jolla, California, EUA) para evidenciar a normalidade da distribuição amostral, após isso foram aplicados os seguintes testes estatísticos.

## Testes estatísticos aplicados

### Desvio apical

Os resultados de desvio, obtidos por essa diferença foram submetidos a testes estatísticos preliminares. Primeiramente realizou-se o teste de normalidade de Kolmorov e Smirnov, como mostra a tabela 1.

**Tabela 1:** Teste de Normalidade de Kolmorov e Smirnov

Grupo	Teste de Kolmogorov	P valor	Passou no teste de normalidade ?
MV 2 mm – G1	0.1428	> 0.10	Sim
MV 3 mm – G1	0.1901	> 0.10	Sim
ML 2 mm – G1	0.1158	> 0.10	Sim
ML 3 mm – G1	0.2104	> 0.10	Sim
MV 2 mm – G2	0.3154	0.0009	Não
MV 3 mm – G2	0.1990	> 0.10	Sim
ML 2 mm – G2	0.1023	> 0.10	Sim
ML 3 mm – G2	0.1141	> 0.10	Sim
MV 2 mm – G3	0.1952	> 0.10	Sim
MV 3 mm – G3	0.1948	> 0.10	Sim
ML 2 mm – G3	0.1281	> 0.10	Sim
ML 3 mm – G3	0.2052	> 0.10	Sim
MV 2 mm – G4	0.4638	< 0001	Não
MV 3 mm – G4	0.2668	0.0120	Não
ML 2 mm – G4	0.2130	> 0.10	Sim
ML 3 mm – G4	0.2687	0.0109	Não

O teste de normalidade apontou para uma distribuição amostral não-normal, onde optou-se pelo uso teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis e de Múltiplas Comparações de Dunn, a fim de verificar possíveis diferenças no desvio apical entre o os grupos analisados.

### **Média do desgaste**

A partir da diferença entre os valores da espessura das paredes, calculou-se a média de desgaste para cada milímetro avaliado e esses valores foram submetidos à análise estatística. Os valores absolutos estão relacionados no apêndice.

Nos canais méso vestibulares (MV):

As diferenças dos valores aferidos sobre a média do desgaste, antes e após a instrumentação nas paredes dos canais, foram submetidas ao teste estatístico de normalidade

que evidenciou uma distribuição normal para as amostras. Foi necessário o uso do teste estatístico ANOVA para verificação de possíveis diferenças significativas entre os grupos.

O teste estatístico das médias de desgaste dos canais MV estão dispostas na tabela 2.

**Tabela 2:** teste estatístico ANOVA.

<b>Comparação</b>	<b>Diferença</b>	<b>Q</b>	<b>P valor</b>
G1 MV 2° mm x G2 MV 2° mm	0.03477	3.076	ns p > 0,05
G1 MV 2° mm x G3 MV 2° mm	0.05346	4.730	* p < 0,05
G1 MV 2° mm x Controle MV 2° mm	0.1267	11.210	*** p < 0,001
G2 MV 2° mm x G3 MV 2° mm	0.01869	1.654	ns p > 0,05
G2 MV 2° mm x Controle MV 2° mm	0.09192	8.133	*** p < 0,001
G3 MV 2° mm x Conntrole MV 2° mm	0.07323	6.479	*** p < 0,001
G1 MV 3° mm x G2 MV 3° mm	0.007846	0.6942	ns p > 0,05
G1 MV 3° mm x G3 MV 3° mm	0.01708	1.511	ns p > 0,05
G1 MV 3° mm x Controle MV 3° mm	0.09238	8.174	*** p < 0,001
G2 MV 3° mm x G3 MV 3° mm	0.009231	0.8167	ns p > 0,05
G2 MV 3° mm x Controle MV 3° mm	0.08454	7.480	*** p < 0,001
G3 MV 3° mm x Conntrole MV 3° mm	0.07531	6.663	*** p < 0,001

Nos canais méso linguais (ML):

As diferenças dos valores aferidos sobre a média do desgaste, antes e após a instrumentação nas paredes dos canais, foram submetidas ao teste estatístico de normalidade que evidenciou uma distribuição não normal para as amostras, por isso necessário o uso do teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis, para verificação de possíveis diferenças significativas entre os grupos (Tabela 3).

**Tabela 3:** Teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, para os canais méso-linguais.

Comparação	Diferença	P valor
G1 ML 2º mm x G2 ML 2º mm	2.962	ns p > 0,05
G1 ML 2º mm x G3 ML 2º mm	25.192	ns p > 0,05
G1 ML 2º mm x Controle ML 2º mm	62.269	*** p < 0,001
G2 ML 2º mm x G3 ML 2º mm	22.231	ns p > 0,05
G2 ML 2º mm x Controle ML 2º mm	59.308	*** p < 0,001
G3 ML 2º mm x Controle ML 2º mm	37.077	* p < 0,05
G1 ML 3º mm x G2 ML 3º mm	1.231	ns p > 0,05
G1 ML 3º mm x G3 ML 3º mm	13.077	ns p > 0,05
G1 ML 3º mm x Controle ML 3º mm	51.115	*** p < 0,001
G2 ML 3º mm x G3 ML 3º mm	11.846	ns p > 0,05
G2 ML 3º mm x Controle ML 3º mm	49.885	*** p < 0,001
G3 ML 3º mm x Controle ML 3º mm	38.038	* p < 0,05

### Análise Histológica

Os valores foram submetidos ao teste de Kolmorov e Smirnov, a fim de se verificar a natureza da distribuição amostral, que foi definido que os dados não seguem uma distribuição normal e foram submetidos ao teste não paramétrico mais adequado, teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,0001$ ). Em seguida, os valores foram submetidos à análise das Múltiplas Comparações de Dunn (Tabela 4).

**Tabela 4:** Múltiplas Comparações de Dunn.

Comparação	Classificação da diferença média	P valor
Cateterismo manual x Reciproc sem Cateterismo	31.625	** p < 0,01
Cateterismo manual x Cateterismo com PathFile	25.167	ns p > 0,05
Cateterismo manual x Controle Reciproc sem cateterismo x Cateterismo com PathFile	-53.069	*** p < 0,001
Reciproc sem Cateterismo x Cateterismo com PathFile	-6.458	ns p > 0,05
Reciproc sem Cateterismo x Controle Cateterismo com PathFile	-84.694	*** p < 0,001
Cateterismo com PathFile x Controle	-78.236	*** p < 0,001

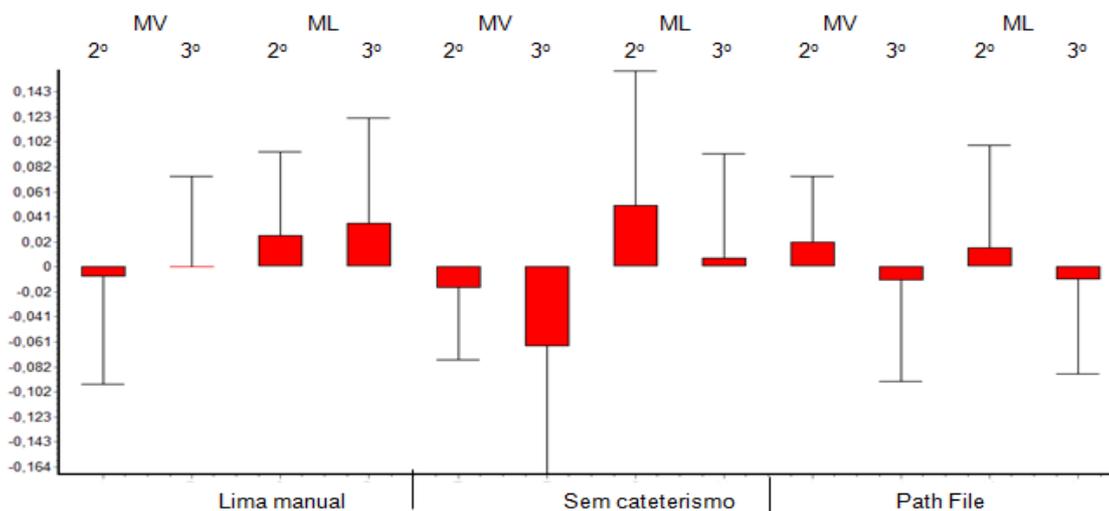
## RESULTADOS

Para melhor compreensão dos resultados, optou-se pela divisão dos itens analisados, primeiramente com os dados estatísticos aferidos a partir da tomografia computadorizada, e em seguida com os dados da análise morfométrica dos cortes histológicos.

### Desvio Apical

O teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis e de Múltiplas Comparações de Dunn não evidenciaram diferença estatística significativa entre os grupos, em relação ao desvio apical promovido pelas diferentes técnicas de cateterismo empregadas ( $p > 0,05$ ).

Com o propósito de comparação, disponibilizou-se as médias dos valores do desvio apical por grupo, canal instrumentado e os milímetros avaliados, conforme o gráfico 1.



**Gráfico 1:** Média do desvio apical obtido após a instrumentação do sistema de canais radiculares.

### Direção do desvio

A análise da direção do desvio está disposta na Tabela 5.

**Tabela 5:** Dados da direção de desvio em cada grupo, por canal e por milímetro avaliado.

Canais	Mésio-vestibular			Mésio-lingual			Total		
	Grupos	Mesial	Distal	Ausência de desvio	Mesial	Distal	Ausência de desvio	Mesial	Distal
I - 2 mm	7	6	0	8	5	0	15	11	0
I - 3 mm	7	6	0	8	5	0	15	11	0
II - 2 mm	5	8	0	9	4	0	14	12	0
II - 3 mm	4	9	0	7	6	0	11	15	0
III - 2 mm	6	7	0	7	6	0	13	13	0
III - 3 mm	8	5	0	7	5	1	15	10	1
<b>Total</b>							83	72	1

Analisando os dados da tabela, observamos que entre os canais avaliados, os maiores índices de desvio apical foi para o sentido mesial, quando comparado ao sentido distal. Entre os 156 canais avaliados, apenas um foi observado ausência de desvio.

A partir da análise do gráfico 1, observou-se que a média dos valores obtidos conforme o cálculo do desvio, mostrou maior direção de desvio para o sentido mesial quando comparado com o distal.

### **Média do desgaste**

Para melhor compreensão da análise estatística e dos resultados obtidos, optou-se pela divisão entre canais mésio-vestibulares e mésio-linguais.

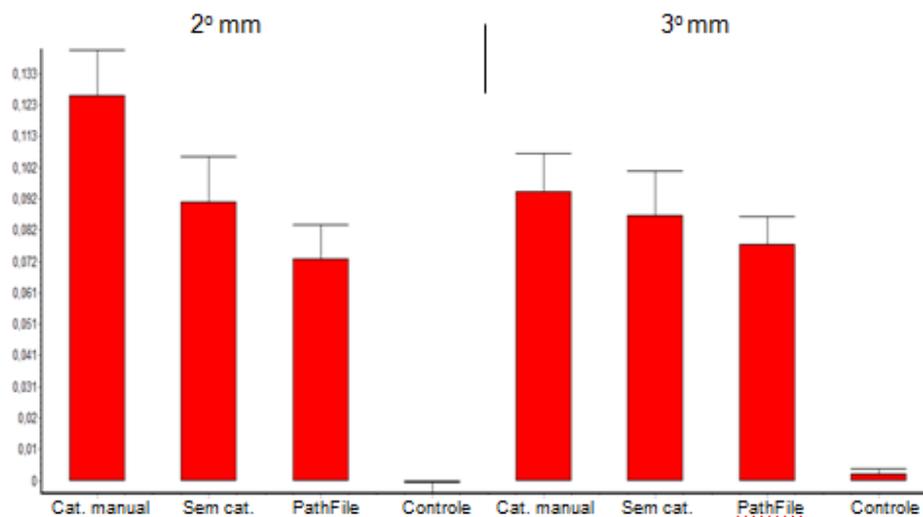
- Canais mésio vestibulares (MV)

Diferença estatística significativa foi apontada na comparação entre as médias de desgaste promovido no 2<sup>o</sup> mm dos canais MV quando comparado ao grupo 1 (cateterismo manual) e ao grupo 3 (cateterismo com Pathfile) ( $p > 0,05$ ).

Comparando-se a média do desgaste promovido nas paredes dos canais estudados, diferença estatística também foi observada quando comparou-se grupos experimentais com o grupo controle (sem instrumentação) ( $p < 0,001$ ).

No 3 mm apical, o mesmo achado estatístico ocorreu, ou seja, diferença estatística significativa foi apontada somente na comparação com o grupo controle ( $p < 0,001$ ).

Em seguida, realizou-se a análise gráfica para comparação entre as médias dos valores obtidos (Gráfico 2).

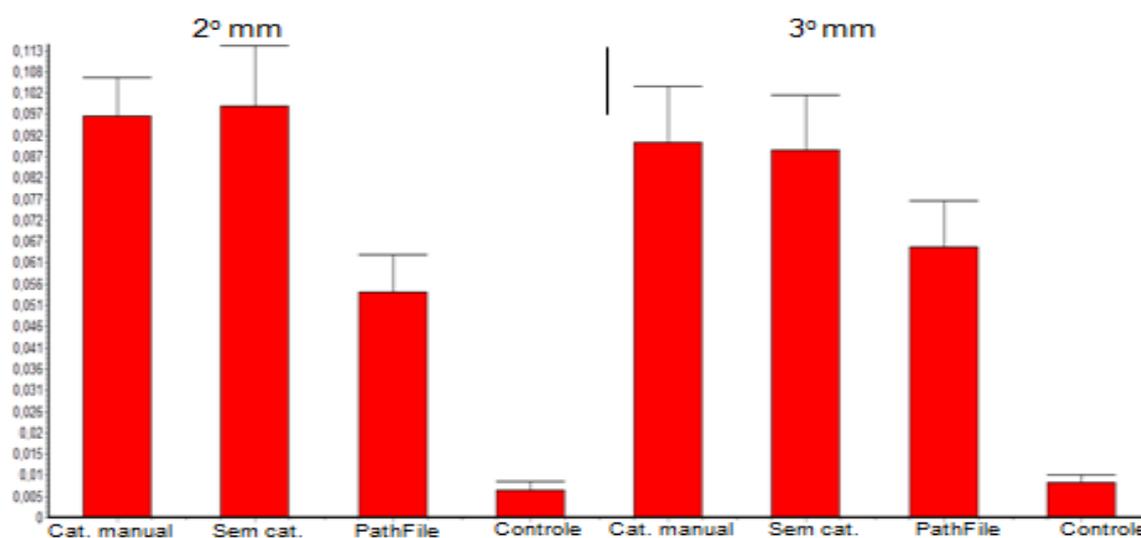


**Gráfico 2:** Média do desgaste nos canais méso-vestibulares entre os grupos e por milímetro analisado.

- No canal méso-lingual (ML)

Não houve diferença estatística significativa entre os grupos experimentais tanto no 2º mm ( $p > 0,05$ ) quanto no 3º mm avaliados. Diferença significativa foi apontada na comparação entre o grupo controle e demais grupos instrumentados em ambos os milímetros avaliados ( $p < 0,001$ ).

A seguir, procedeu-se a análise gráfica para facilitar o entendimento dos achados estatísticos (Gráfico 3).



**Gráfico 3:** Média do desgaste dos canais méso-linguais entre os grupos e por milímetro analisado.

Entre os grupos experimentais, aquele em que o cateterismo foi realizado pelo instrumento PathFile (grupo 3) apresentou menores valores quanto à média de desgaste, tanto no 2º mm quanto no 3º mm avaliados.

### Índice de Centralização

As médias dos resultados do cálculo, estão disposto na tabela 6 e os resultados absolutos encontram-se no apêndice.

**Tabela 6:** média e desvio padrão do índice de centralização apical.

Grupo	ML	ML	Média por Terço	Média do Grupo
Cateterismo Lima Manual G1 2mm	0,50 ± 0,23	0,56 ± 0,25	0,53 ± 0,24	0,55 ± 0,26
Cateterismo Lima Manual G1 3mm	0,60 ± 0,26	0,55 ± 0,34	0,57 ± 0,29	
Reciproc sem Cateterismo G2 2mm	0,62 ± 0,24	0,31 ± 0,23	0,46 ± 0,23	0,44 ± 0,27
Reciproc sem Cateterismo G2 3mm	0,37 ± 0,25	0,45 ± 0,29	0,41 ± 0,27	
Cateterismo com PathFile G3 2mm	0,71 ± 0,17	0,54 ± 0,26	0,63 ± 0,23	0,61 ± 0,23
Cateterismo com PathFile G3 3mm	0,59 ± 0,24	0,61 ± 0,27	0,60 ± 0,25	

Dentre os grupos avaliados, o que apresentou maior índice de centralização, foi o grupo em que o cateterismo foi realizado com PathFile (grupo 3), seguido do grupo 1, que o cateterismo foi realizado com lima manual e por último o grupo 2, onde não foi realizado cateterismo antes da instrumentação.

### Aumento percentual da área

**Tabela 7:** média em porcentagem , do aumento da área.

Milímetro apical	Grupo	MV	ML	Média
2°	Cateterismo Lima Manual - G1	60,42	53,85	57,13
2°	Reciproc sem Cateterismo - G2	65,81	69,13	67,47
2°	Cateterismo com PathFile - G3	51,89	34,26	43,07
3°	Cateterismo Lima Manual - G1	50,06	30,83	40,44
3°	Reciproc sem Cateterismo - G2	58,60	52,53	55,56
3°	Cateterismo com PathFile - G3	50,35	22,84	36,59

Observou-se que no 2° mm, o grupo que apresentou maior média de aumento percentual foi o grupo da Reciproc sem cateterismo (grupo 2) e o menor foi creditado ao grupo do cateterismo com PathFile (grupo 3). No 3° mm observou-se também, maior média do aumento percentual de área para o grupo 2 e menor média para o grupo 3 (Tabela 7).

### Diâmetro Inicial e final

Em seguida, procedeu-se a análise do diâmetro anatômico (pré-instrumentação) e cirúrgico (pós-instrumentação) dos milímetros apicais avaliados (apêndice). Os valores tabulados corresponderam à da distância entre as paredes do canal, com isso, foi possível o cálculo da média por milímetro avaliado. Os valores estão disponíveis na tabela 8.

**Tabela 8:** valores em micrômetro das médias do diâmetro dos canais nos milímetros avaliados.

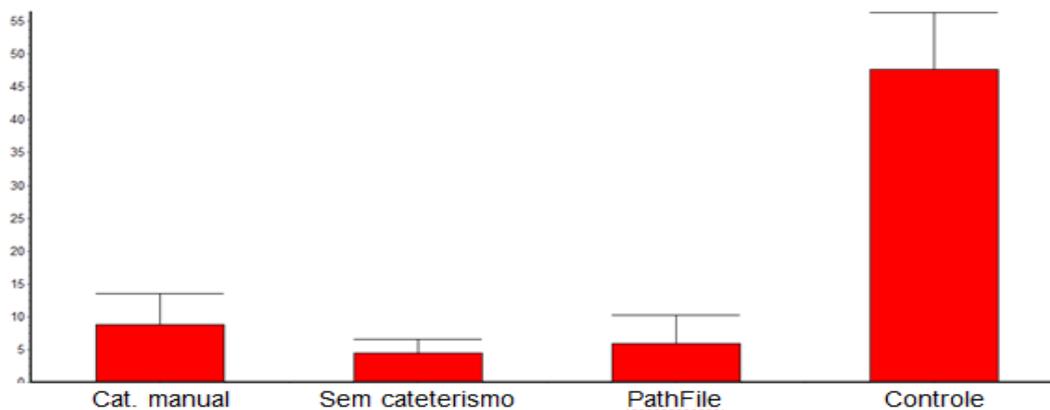
	Diâmetro médio inicial	Diâmetro médio final
2º mm	343 µm	409 µm
3º mm	393 µm	454 µm

No 2º milímetro avaliado, a média do diâmetro anatômico apresentou-se compatível com um instrumento ISO tamanho 35 (343 µm). A média do diâmetro no terceiro milímetro foi compatível com um instrumento ISO de tamanho 40 (409 µm).

### Análise Histológica

Diferença estatística significativa foi observada na comparação entre o grupo 1 (cateterismo com lima manual) e o grupo 2 (Reciproc sem cateterismo) ( $p < 0.01$ ). Observou-se também, diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle, quando comparado aos outros grupos experimentais ( $p < 0.001$ ).

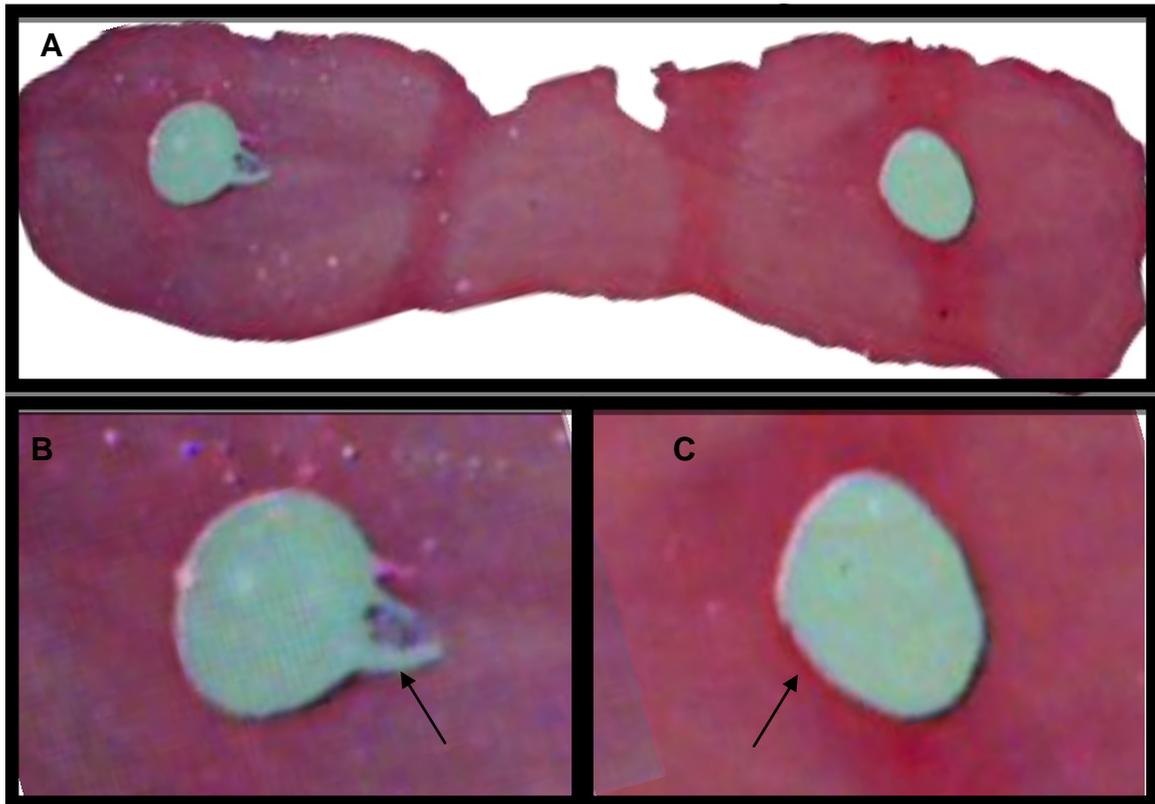
As médias dos valores do percentual de *debris* presente no canal, em todos os grupos, estão dispostos no gráfico 4.



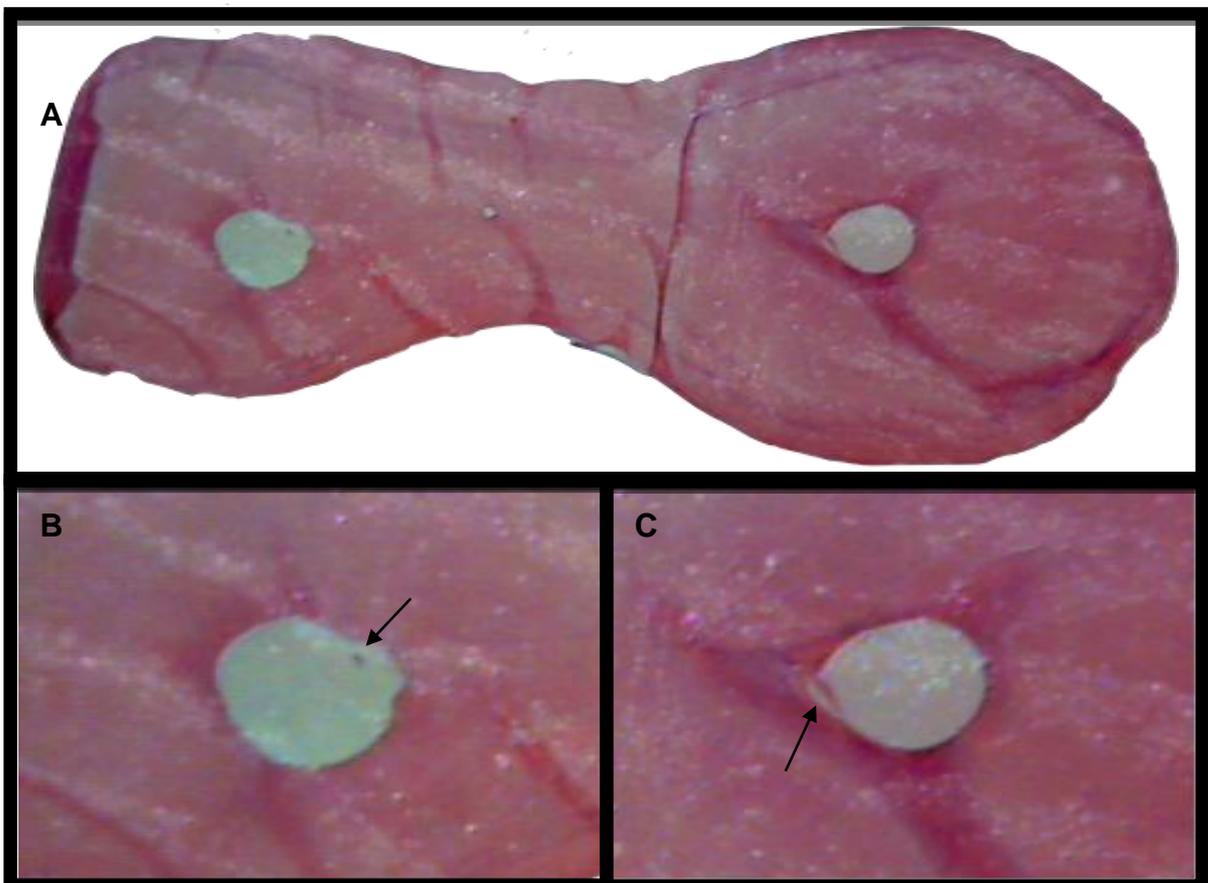
**Gráfico 4:** Análise histológica: gráfico representando os valores de média e desvio padrão em %, da presença de *debris* na luz do canal.

O grupo 2 (Reciproc sem cateterismo) foi o que apresentou maior capacidade de limpeza quando comparado aos demais. Os dentes instrumentados por meio do cateterismo com instrumentos manuais (grupo 1) apresentaram menores valores em relação a capacidade de limpeza.

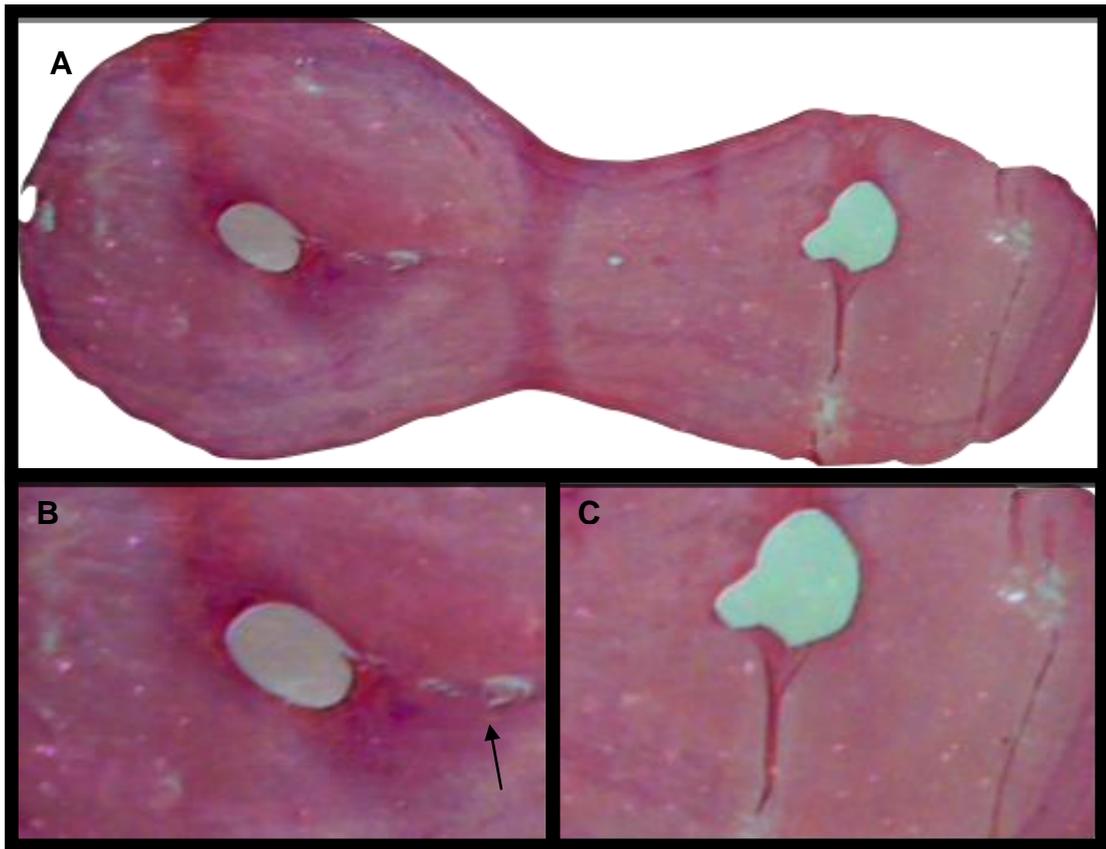
As fotomicrografias das figuras 15 a 18, representam o conjunto de cortes histológicos avaliados nos diferentes grupos.



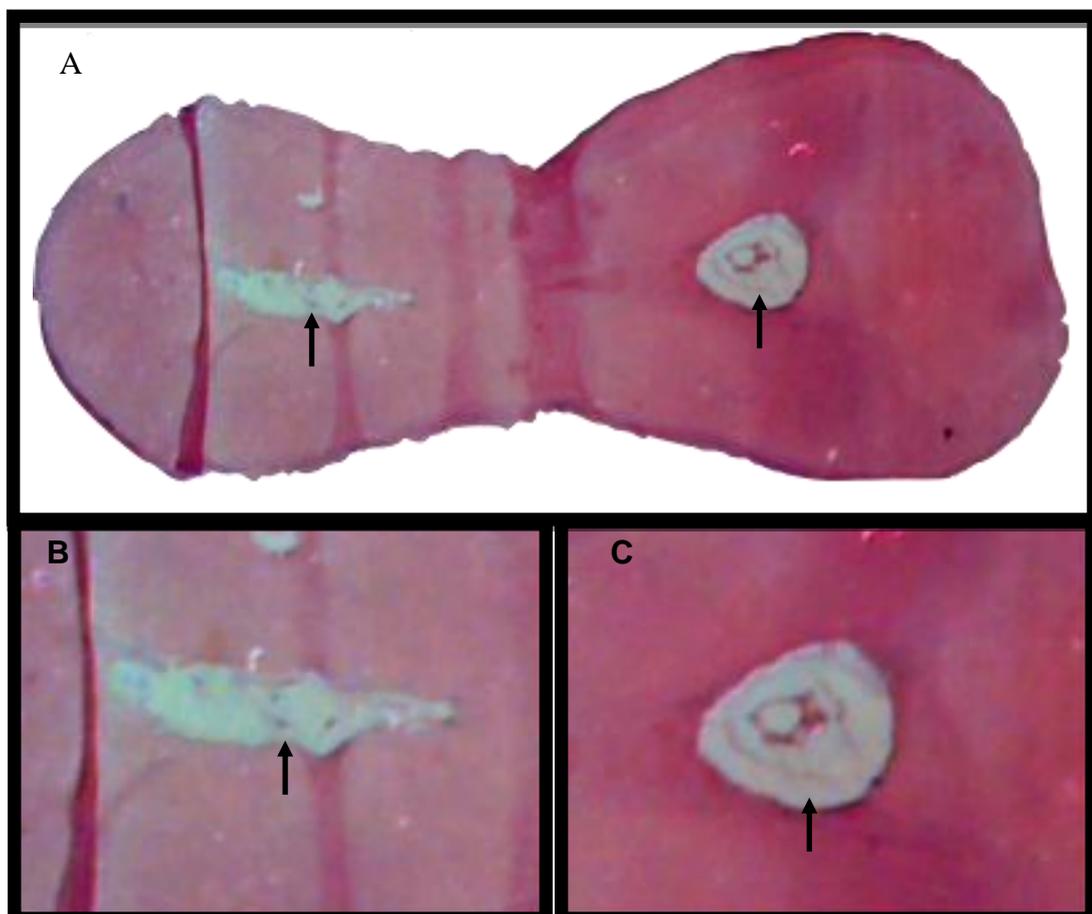
**Figura 12:** Grupo 1, cateterismo com lima manual; (A) imagem panorâmica dos canais avaliados (60X); (B) Canal apresentando achatamento e com presença de *debris* (seta); (C) Canal com ausência de *debris* (230X)



**Figura 13 :** Grupo 2, sem cateterismo prévio à instrumentação; (A) vista panorâmica dos canais (60X); (B) e (C), canais circulares com presença de sujidade aderida à parede (setas) (230X).



**Figura 14:** Grupo 3, cateterismo com PathFile; (A) vista panorâmica dos canais (60X); (B) canal circular com presença de istmo (seta); (C) canal irregular sem presença de *debris* (230X).



**Figura 15:** Grupo controle: (A) (60X); (B) e (C) Canais com grande quantidade de remanescente pulpar (setas) (230X).

## DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos a hipótese nula testada, sobre a diferença entre as técnicas de cateterismo prévio ao uso do instrumento R25, com relação ao desvio apical, deve ser rejeitada, pois não houve diferença significativa com relação ao desvio apical entre os grupos. Do mesmo modo, a segunda hipótese nula testada, também deve ser rejeitada, uma vez que houve diferença estatística entre o grupo do cateterismo com limas manuais e o grupo sem cateterismo que apresentou melhor capacidade de limpeza.

Com a evolução dos instrumentos, as limas de aço inoxidável deram lugar aos sistemas rotatórios de preparo dos canais, composto por ligas de níquel titânio, os quais permitiram o aumento da capacidade de limpeza utilizando um número reduzido de instrumentos (SASAKI, *et al.*, 2006; RIBEIRO, *et al.*, 2013). Seguindo esse pensamento recentemente foi lançado no mercado, o sistema Reciproc, composto por 3 instrumentos que são utilizados levando-se em consideração o diâmetro dos canais, para a escolha de um instrumento único que realizará o preparo bio-mecânico (GONÇALVES, 2010; AYRA; BALI; GREWAL, 2011). O sistema Reciproc é confeccionado a partir de uma liga metálica denominada *M-wire*, que se caracteriza por ter um tratamento térmico de superfície que lhe confere maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica, reduzindo os índices de fratura durante os procedimentos e diminuição do tempo operatório (PRUETT; CLEMENT; CARNES, 1997; BURKLEIN, *et al.*, 2011; BURKLEIN, *et al.*, 2013; FROTA, *et al.*, 2014)

Com o surgimento dos sistemas de lima única de instrumentação, aumentou-se o cuidado para a realização do procedimento denominado, em língua inglesa, *glide path*, etapa operatória que consiste em criar um alargamento mínimo inicial a partir da embocadura do canal até o forame apical, com o objetivo de definir a trajetória original do sistema de canais radiculares, promovendo uma passagem livre para que os instrumentos formatem e finalizem o preparo dos canais. Na língua portuguesa tal manobra é denominada cateterismo

(PASQUALINI, *et al.*, 2012; LIM, *et al.*, 2012; BURKLEIN; POSCHMANN; SCHAFER, 2014; ELNAGHY; ELSAKA, 2014).

Esta etapa operatória, associada ao pré-alargamento do terço coronário, favorece a manutenção do comprimento de trabalho percorrido das limas (BERUTTI, *et al.*, 2012; D'AMARIO, *et al.*, 2013) e respeito à trajetória original do canal (LIM, *et al.*, 2012; ELNAGHY; ELSAKA 2014).

Estudos atuais em relação ao emprego do cateterismo associado aos instrumentos de lima única apontam que o instrumento Reciproc R25 é capaz percorrer todo comprimento de trabalho sem a realização de cateterismo prévio na grande maioria das vezes (YARED, 2008; DE-DEUS, *et al.*, 2012; LIM, *et al.*, 2012). Tal fato não é corroborado por outros autores (PASQUALINI, *et al.*, 2012; ELNAGHY; ELSAKA, 2014) que indicam a realização da manobra de cateterismo com instrumentos de maior flexibilidade e pouca conicidade, principalmente em dentes com canais curvos ou atrésicos, como ocorre em dentes molares (PASQUALINI, *et al.*, 2012; D'AMARIO, *et al.*, 2013).

A escolha de raízes mesiais de molares inferiores apresentando dois canais e forames independentes, com ângulos de curvatura entre 20 e 30 graus (SCHNEIDER, 1971) e raio de curvatura menor ou igual a 10 mm (PRUETT; CLEMENTE; CARNES, 1997) segue os critérios adotados em estudos anteriores e por se aproximarem das condições encontradas durante a conduta clínica do profissional em seu cotidiano (SONG, *et al.* 2004; GERGI, *et al.* 2014a).

Ainda optou-se pela metodologia adotada para análise do desvio apical entre técnicas de preparo, pois estudos realizados previamente adotaram tomografia computadorizada por se tratar de um exame não invasivo que nos permite fazer comparações antes e após a instrumentação, acompanhados do cálculo do desvio apical e índice de centralização por meio

de fórmulas aplicadas aos valores obtidos a partir da análise tomográfica (GAMBILL; ALDER; RIO, 1996; CAPAR, *et al.*, 2013; GERGI, *et al.* 2014b; JUNAID, *et al.*, 2014).

Ao avaliarmos os resultados do desvio promovido pelas diferentes técnicas tanto no 2º quanto no 3º mm avaliados, não foi observada diferença estatística significativa entre os grupos experimentais, assim como nos trabalhos de Burklein; Poschmann; Schafer, 2014 e Gergi *et al* (2014). No grupo em que foi empregado o sistema Reciproc sem cateterismo maiores valores de transporte apical foram anotados, mas sem diferença estatística significativa. Nas raízes onde foi empregado o sistema Reciproc com cateterismo prévio com instrumentos PathFile, menores médias nos valores de desvio apical foram observados, também sem diferença estatística, assim como os trabalhos de Meireles *et al* (2012) e Berutti *et al* (2012).

Segundo os autores Fan; Wu; Wesselink (2000) desvios apicais com valores maiores que 300 µm podem representar efeitos negativos ao completo preenchimento do sistema de canais radiculares na etapa de obturação. No presente estudo, todos os grupos apresentaram desvios apicais menores que + 300 µm ou - 225 µm, para mesial ou distal respectivamente, o que segundo o autor, fornecem condições favoráveis à obturação.

Com relação à direção do desvio apical foi observado, ao analisar os resultados, tendência na direção do desvio para o sentido mesial. A exemplo do que ocorreu no grupo em que o cateterismo foi realizado com limas manuais, onde dos 52 canais analisados, 30 apresentaram desvio no sentido mesial. Os resultados encontrados neste estudo, estão de acordo com Junaid, *et al* (2013) e Kim *et al* (2013) que mostram uma tendência ao desvio para o sentido mesial, apesar de não terem encontrado diferenças estatisticamente significantes na direção do desvio.

No grupo 3, onde o cateterismo foi realizado com Pathfile, no segundo milímetro avaliado, obsevou-se igualdade na direção do desvio. Porém no terceiro milímetro do referido grupo, notou-se tendência ao desvio no sentido mesial. A ocorrência de diferentes direções no

desvio no mesmo canal, mas em milímetro diferentes, pode mudar de acordo com o ângulo e raio de curvatura da raiz, de acordo com You *et al* (2011).

Maiores médias de desvio apical ocorridas nas paredes mesiais das raízes estudadas estão relacionadas ao fato da parede distal agir no sentido anti-furca e esta parede estar situada na região anticurvatura, forçando o instrumento, principalmente os de maiores conicidades, para a parede mesial, contrária a essa curvatura (YOU, *et al.*, 2011; GERGI, *et al.*, 2014; JUNAID, *et al.*, 2014).

Quanto ao índice de centralização, sabe-se que os valores mais próximos a zero significam menor capacidade do instrumento em se manter centralizado no canal e quanto mais próximos a um, maior seria essa capacidade (GAMBILL; ALDER; RIO, 1996). O grupo em que se utilizou o cateterismo com Path File apresentou os índices mais aproximados a 1 ( $0,61 \pm 0,23$ ), tais resultados podem ser explicados levando-se em consideração flexibilidade do instrumento e sua pouca conicidade, favorecendo a definição da trajetória dos canais e garantido que a lima Reciproc siga essa trajetória até o forame.

Os índices mais próximos a zero ( $0,44 \pm 0,27$ ) foram observados no grupo em que não foi realizado o cateterismo prévio, ou seja, ao utilizarmos o instrumento Reciproc sem cateterismo, o mesmo apresenta tendência em não acompanhar a trajetória original do canal, tal resultado está de acordo com o estudo de Berutti *et al.* 2012, que adotou o sistema rotatório de níquel-titânio para o cateterismo que também apresentou maiores índices de centralização, ao contrário de De-Deus *et al* (2012) e Yared (2011) que preconizam o uso do sistema Reciproc sem cateterismo prévio.

Com relação ao estudo do aumento percentual de área, notou-se que em ambos os milímetros avaliados os maiores índices foram observados no grupo em que o instrumento Reciproc foi utilizado sem cateterismo, já no grupo do cateterismo com Pathfile, esses índices foram os menores. Tal ocorrência pode ser relacionada ao índice de centralização, uma vez

que a tendência na não manutenção da trajetória original do canal pode levar a maiores desgastes das paredes do canal, causando maiores índices de aumento de área. A mesma relação foi observada no grupo do cateterismo com PathFile, em que os índices de centralização foram mais próximos a um, o aumento percentual de área foi menor (ELNAGHY; ELSAKA, 2014; GERGI, *et al.*, 2014).

Como complemento para o estudo, também foram investigados os diâmetros iniciais dos canais, no sentido mésio-distal. Os resultados foram em média 343  $\mu\text{m}$  para o segundo milímetro e 393  $\mu\text{m}$  para o terceiro. Tal dado encontrado, nos leva a optar por instrumentos com maior conicidade para a realização do preparo biomecânico, como o caso do instrumento R25 do sistema Reciproc, que apresenta *taper* 0.08, uma vez que no segundo milímetro (D2), o instrumento apresenta diâmetro de 410  $\mu\text{m}$ , tamanho suficiente para promover o desgaste e o aumento do diâmetro anatômico do sistema de canais radiculares, ao menos para os diâmetros médios encontrados no presente estudo, favorecendo o processo de sanificação (BURKLEIN, *et al.*, 2011; BURKLEIN; POSCHMANN; SCHAFER, 2014).

Para a análise da capacidade de limpeza, optou-se também pela utilização da metodologia adotadas por Gonçalves *et al* (2010), Frota *et al* (2013) e Carvalho *et al* (2015), onde os autores utilizaram a sobreposição de uma grade de integração sobre as imagens digitalizadas do corte histológico (análise morfométrica), para calcular a porcentagem de *debris* presente na luz do canal, em comparação com sua área total.

Ao se analisar a capacidade de limpeza promovida pelas diferentes técnicas, observou-se diferença entre o grupo que empregou limas manuais como cateterismo em comparação com a técnica sem cateterismo. O grupo instrumentado sem a realização do cateterismo prévio apresentou melhor capacidade de limpeza, tal ocorrência pode ser atribuída às maiores médias de desgaste das paredes dos canais e maior aumento percentual de área, resultados encontrados no presente estudo.

Ademais, entre os grupos, foi observada semelhança nos resultados para a capacidade de limpeza, o achado pode ser atribuído pela secção transversal do instrumento, que se apresenta em forma de “S” e permite a saída de raspas de dentina resultantes do preparo. A grande conicidade presente nos três milímetros iniciais do instrumento pode ter influenciado nas semelhanças na capacidade de limpeza entre os grupos (BURKLEIN, *et al.*, 2011). Um estudo realizado por Koçak *et al* (2013), não encontrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos avaliados, porém, o grupo do sistema Reciproc apresentou menor produção de *debris*, em concordância com o baixo percentual de presença de remanescentes dentinários nos grupos desta pesquisa.

O instrumento Reciproc utilizado sem cateterismo apresentou a menor porcentagem de *debris* presente na luz do canal, ou seja, melhor capacidade de limpeza, associação semelhante à de Elnaghy; Elsaka (2014). Tais achados podem ser atribuídos por estes terem sido responsáveis pelas maiores porcentagens de aumento de área e por ter apresentado altos índices de desgaste das paredes do canal.

Ao avaliar o uso do sistema Reciproc sem cateterismo, comparando a média de desvio apical entre os outros grupos, não se observou diferença estatisticamente significativa. Quando se comparou as médias obtidas da porcentagem de detritos presentes na luz dos canais instrumentados pela lima Reciproc sem cateterismo prévio, esta técnica apresentou melhores índices de capacidade de limpeza. Entretanto, quanto ao índice de centralização, este grupo ao ser comparado aos que utilizaram algum sistema de cateterismo, apresentou os índices mais distantes da centralização ideal. Dessa forma, com base na metodologia aplicada e nos resultados obtidos, o uso do sistema Reciproc sem cateterismo torna-se uma alternativa viável à limpeza e formatação do sistema de canais radiculares em molares.

## CONCLUSÃO

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos torna-se licito concluir que o instrumento Reciproc, utilizado sem cateterismo prévio, promoveu maior aumento percentual de área nos milímetros apicais estudados bem como a mesma técnica de cateterismo prévio, apresentou maior capacidade de limpeza do sistema de canais radiculares, portanto pode-se afirmar que o instrumento Reciproc apresentou resultados satisfatórios, em relação ao seu uso, associado ou não ao cateterismo prévio, devendo ser observadas as indicações clínicas para cada uso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARYA, Ashtha; 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. *Journal of Conservative Dentistry*, v.14, n.3, p.237-240, Julho-Setembro, 2011.
- BARBIZAM, João Vicente Baroni, *et al.* Effectiveness of Manual and Rotary Instrumentation Techniques for Cleaning Flattened Root Canals. *Journal of Endodontics* - v. 28, n. 5, 2002.
- BERUTTI, Elio, *et al.* Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *Journal of Endodontics*. V.38, n.1, Jan, p.101-104. 2012.
- BÜRKLEIN, Sebastian, *et al.* Incidence of Dentinal Defects after Root Canal Preparation: Reciprocating versus Rotary Instrumentation. *Journal of Endodontics* V. 39, n. 4, p. 501-504 2013.
- BÜRKLEIN, S., *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. *International Endodontic Journal*, v.45, p.449-461, 2011.
- BÜRKLEIN, Sebastian; POSCHMANN, Thomas.; SCHAFER, Edgar. Shaping Ability of Different Nickel-Titanium Systems in Simulated S-shaped Canals with and without Glide Path. *Journal of Endodontics* — Volume 40, Number 8, August 2014.
- CARVALHO, Maira Souza, Histological evaluation of the cleaning effectiveness of two reciprocating single-file systems in severely curved root canals: Reciproc versus WaveOne. *European Journal of Dentistry*, Vol. 9, Issue 1, Jan-Mar, 2015.
- CAPAR, Ismail Davut, *et al.* Comparative Study of Different Novel Nickel-Titanium Rotary Systems for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals. *Journal of Endodontics* — Volume 40, Number 9, p.1482 – 1484, 2013.
- CEYHANLI, K. Tolga, *et al.* Comparative micro-computed tomography evaluation of apical root canal transportation with the use of ProTaper, RaCe and Safesider systems in human teeth. *Australian Endodontic Journal*. v. 40, p. 12–16, 2014.
- D'AMARIO, Maurizio, Evaluation of a New Nickel-Titanium System to Create the Glide Path in Root Canal Preparation of Curved Canals. *Journal of endodontics*,; v.39, p.1581–1584, 2013.
- DE-DEUS, Gustavo. *et al.* The ability of the Reciproc R25 instrument to reach the full root canal working length without a glide path. *International Endodontic Journal*, v. 46, p. 993–998, 2013.
- ELNAGHY, Anr M.; ELSAKA, Shaymaa E., Evaluation of Root Canal Transportation, Centering Ratio, and Remaining Dentin Thickness Associated with ProTaper Next Instruments with and without Glide Path. Volume 40, Number 12, p. 2053-2056, 2014.

FAN, B.; WU, M-K; WESSELINK, PR. Leakage along warm gutta-percha fillings in the apical canals of curved roots. *Endodontic Dent. Traumatol.* v. 16, p. 29-33, 2000.

FORNARI, Volmir João, et al. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *International Endodontic Journal*, v.43, p.988-994, 2010.

FROTA, Matheus Franco, 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, 2013.

FROTA, Matheus Frota, *et al.* Comparison of cyclic fatigue and torsional resistance in reciprocating single-file systems and continuous rotary instrumentation systems. *Journal of Oral Science*, Vol. 56, No. 4, 269-275, 2014.

GAMBILL, James M.; ALDER, Marden; DEL RIO, Carlos E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *Journal of Endodontics*, v.22, n.7, July, p. 369-375. 1996.

GERGI, Richard, *et al.* Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal*, April, 2014.

GERGI, Richard, *et al.* Micro-Computed Tomographic Evaluation of Canal Transportation Instrumented by Different Kinematics Rotary Nickel-Titanium Instruments. *Journal of Endodontics* — Volume 40, Number 8, August 2014.

GONÇALVES, Leonardo Cantanhede Oliveira, et al. Morphometrical analysis of cleaning capacity of a hybrid instrumentation in mesial flattened root canals. *Aust Endod J*, 2010.

GU, Y. Lu, *et al.* Root Canal Morphology of Permanent Three-rooted Mandibular First Molars: Part III—An Odontometric Analysis. *Journal of Endodontics* — V. 37, N. 4, April, 2011.

HU, W. et al. Effect of three NiTi files on transportation of the apical foramen. Department of Endodontology, Oregon Health & Science University, Portland, OR, USA *International endodontic Journal*, January, 2014.

JEON H-J., *et al.* Apical Enlargement According to Different Pecking Times at Working Length Using Reciprocating Files. *Journal of Endodontics* — Volume 40, Number 2, February 2014.

JUNAID, Alanna. et al. Influence of Single-file Endodontics on Apical Transportation in Curved Root Canals: An Ex Vivo Micro-Computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics* — Volume 40, Number 5, May 2014.

KIM, Hyeon-Cheol, *et al.*, Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Two New Nickel-Titanium Instruments Used in Reciprocation Motion: Reciproc Versus WaveOne. *Journal of Endodontics*, v.8, p.541-544, 2012.

KIM, Hyeon-Cheol., *et al.* Micro-Computed Tomography and Scanning Electron Microscopy Comparisons of Two Nickel–Titanium Rotary Root Canal Instruments Used With Reciprocating Motion. *Scanning* Vol. 35, 112–118, 2013.

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

KUNERT, Gustavo G., *et al.* Analysis of Apical Root Transportation Associated with Protaper Universal F3 and F4 Instruments by Using Digital Subtraction Radiography. *Journal of Endodontics — Volume 36, Number 6, June 2010.*

LIM *et al.*, 2012. Comparison of the centering ability of Wave·One and Reciproc nickel-titanium instruments in simulated curved canals. *Restorative Dentistry Endodontics*. v.38 (1); Fevereiro, 2012.

LÓPEZ, F.U. *et al.* Apical transportation: Two assessment methods. *Australian Endodontic Journal*, v. 35, p. 85–88, 2009.

MARZOUK, Abeer M., GHONEIM, Angie G., Computed Tomographic Evaluation of Canal Shape Instrumented by Different cinematics Rotary Nickel-Titanium Systems. *Journal of Endodontics*, V. 39, N. 7, July, 2013.

MCRAY, Blake, *et al.* A micro-computed tomography-based comparison of the canal transportation and centering ability of ProTaper Universal rotary and WaveOne reciprocating files. *Quintessence International*, v. 45, n. 2, February, 2014.

MEIRELES, Daniely Amorim., *et al.* Assessment of apical deviation of root canals after debridement with the Hybrid, ProTaper and PathFiles systems. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*, v. 2, n.1, 2012.

PASQUALINI, Damiano. *et al.* Computed Micro-Tomographic Evaluation of Glide Path with Nickel-Titanium Rotary PathFile in Maxillary First Molars Curved Canals. *Journal of Endodontics — Volume 38, Number 3, March 2012.*

PASTERNAK-JÚNIOR, B.; SOUSA-NETO, Manoel Damião; SILVA; R.G. Canal transportation and centering ability of RaCe rotary instruments. *International Endodontic Journal*, v.42, p.499–506, 2009.

PRUETT, John P.; CLEMENT, David J.; CARNES-JR, David L. Cyclic Fatigue Testing of Nickel-Titanium Endodontic Instruments. *Journal of Endodontics*, v.23, n.2, 1997.

RIBEIRO, Marco Vinícius Melo, *et al.* Comparison of the Cleaning Efficacy of Self-Adjusting File and Rotary Systems in the Apical Third of Oval-shaped Canals. *Journal of Endodontics — Volume 39, Number 3, March 2013.*

SABER, Shehab El-Din Mohamed.; SADAT, S.M.A.E. Effect of Altering the Reciprocation Range on the Fatigue Life and the Shaping ability of WaveOne Nickel-Titanium Instruments *Journal of Endodontics* V.39, n. 5, may, 2013.

SABER, Shehab El-Din Mohamed.; NAGY, M.M.; SCHAFER, E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *International Endodontic Journal*, v. 48, p. 109–114, 2015.

SÁNCHEZ, J.A.González., et al. Centring ability and apical transportation after over instrumentation with ProTaper Universal and ProFile Vortex instruments. Department of Restorative Dentistry and Endodontics, Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona, Spain *International Endodontic Journal*, 45, 542–551, 2012.

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*, 2(32), 1971.

SONG, Y. L. et al. A comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *International Endodontic Journal*, v. 37, p. 265-271, 2004.

TAHA, Nesslerin, OZAWA, Toshiko; MESSER, Harold H. Comparison of Three Techniques for Preparing Oval-shaped Root Canals. *Journal of Endodontics*, v.36, n.3, 2010.

VERSIANI, Marco A., *et al.* Micro-computed Tomography Study of Oval-shaped Canals Prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne, and ProTaper Universal Systems. *Journal of Endodontics* — Volume 39, Number 8, August, 2013.

YARED, Ghassan. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal*, v.41, p.339:344, 2008.

YARED, Ghassan. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand file: a new concept. Available at: [http://www.vdw-reciproc.de/images/stories/pdf/GY\\_Artkel\\_en\\_WEB.pdf](http://www.vdw-reciproc.de/images/stories/pdf/GY_Artkel_en_WEB.pdf).

YOU, Sung - Yeop. *et al.* Shaping Ability of Reciprocating Motion in Curved Root Canals: A Comparative Study with Micro-Computed Tomography. *Journal of Endodontics* — Volume 37, Number 9, September 2011.

ZANETTE, Fabiane. et al. Apical Root Canal Transportation and Remaining Dentin Thickness Associated with ProTaper Universal with and without PathFile. *Journal of Endodontics* — Volume 40, Number 5, May 2013.

ZHAO, Dan, *et al.*, Root Canal Preparation of Mandibular Molars with 3 Nickel-Titanium Rotary Instruments: A Micro-Computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics* — Volume 40, Number 11, November, 2014.

## APÊNDICE

**Apêndice A:** distribuição dos dentes nos grupos, ângulos e raios de curvatura e comprimento de trabalho.

Dente	Grupo	Ângulo (X°)	Raio (X mm)	Comprimento de Trabalho -	
1	CONTROLE	20	5	17	15,5
2	II	28,7	10	16	16
3	I	26	9,73	16	16
4	CONTROLE	28	9,45	16	17
5	II	20	6,07	16,5	15,5
6	II	29,1	9,47	15,5	16,5
7	I	27	8,6	16	15,5
8	II	21	9,91	15,5	16
9	I	29	8,96	16,5	15,5
10	CONTROLE	28	7,04	15,5	15,5
11	III	28,9	10	16,5	18
12	II	27	9,5	15,5	15,5
13	III	29,7	9,09	15	16
14	II	29	10	15,5	15,5
15	III	29,6	9,5	15,5	16,5
16	III	29,4	9,48	15,5	16
17	CONTROLE	30	9,17	16,5	17
18	II	25	9,73	16	15,5
19	I	22,7	8,05	16,5	16,5
20	III	24	7	15,5	15,5
21	I	29	10	15,5	16
22	CONTROLE	27	9,5	15,5	15,5
23	III	20	7,5	15,5	15,5
24	III	20,5	8	15,5	15,5
25	CONTROLE	27,3	5	15,5	14,5
26	II	28,3	8,3	15,5	14,5
27	III	29,8	9,4	14,5	15
28	I	30	8	15,5	17,5
29	II	27	10	14,5	14,5
30	II	27,6	6	14,5	14,5
31	CONTROLE	29,8	6,3	16,5	14,5
32	I	25,1	9	14,5	15
33	III	27,5	8,5	16,5	16,5
34	II	30	7	16	16
35	III	24,5	7,2	15,5	15,5
36	I	27,8	5,8	16	15
37	I	29	8,5	15,5	15,5
38	III	30	7,3	15,5	15,5
39	II	29,8	6	15,5	17
40	CONTROLE	29,6	7,5	15,5	16,5
41	I	28,2	7,8	14,5	15,5
42	I	29,4	6	15	14,5
43	CONTROLE	29,9	5	15,5	15,5
44	I	28,8	7	16	15,5
45	I	20	10	15	14,5
46	II	30	8	15	16,5
47	CONTROLE	27	8	14,5	16,5
48	III	24	7,5	15	14,5
49	CONTROLE	30	5,5	16	15,5
50	CONTROLE	29,5	7	15	16,5
51	CONTROLE	25	8,3	17	16,5
52	III	20	10	15,5	16,5

**Apêndice B: medidas aferidas antes da instrumentação.**

Grupo	Mesial do MV		Distal do MV		Mesial do ML		Distal do ML		
	X1	X1	Y1	Y1	X1	X1	Y1	Y1	
<b>Cat. manual - I</b>	2 mm	3mm	2mm	3mm	2mm	3mm	2mm	3mm	
	0,884	0,949	1,05	1,196	0,53	0,788	0,629	0,895	
	0,937	0,906	0,799	0,905	0,928	0,917	0,963	0,912	
	0,718	0,842	0,775	0,911	0,72	0,851	0,758	0,813	
	0,656	0,72	0,731	0,716	0,724	0,817	0,692	0,677	
	0,844	0,952	0,861	0,714	0,751	0,892	0,707	0,75	
	0,917	0,988	0,951	0,897	1,007	1,032	1,004	1,087	
	0,449	0,746	0,85	0,954	0,826	0,933	0,924	1,192	
	0,956	1,053	1,072	1,253	0,95	1,058	0,834	1,045	
	0,851	0,997	0,901	1,128	0,766	0,879	0,755	0,997	
	0,84	0,821	0,911	0,961	0,913	1,002	1,203	1,09	
	0,678	0,709	0,678	0,655	0,752	0,896	0,665	0,754	
	1,524	1,563	1,49	1,584	1,393	1,642	1,573	1,663	
	0,649	0,799	0,9	0,986	0,559	0,6	0,716	0,938	
	<b>Reciproc sem cat. - II</b>	1,046	0,967	0,916	0,945	0,915	1,012	0,871	1,055
0,624		0,737	0,86	1,072	0,555	0,765	0,74	0,927	
0,637		0,592	0,603	0,773	0,833	1,121	0,73	0,76	
0,809		0,899	0,725	0,792	0,943	0,752	0,718	0,854	
0,493		0,741	0,807	0,952	0,531	0,749	0,671	0,843	
0,797		1,127	1,06	1,122	0,746	0,96	1,126	1,178	
1,075		1,078	1,014	1,115	1,033	0,991	0,718	0,931	
0,742		0,86	0,719	0,949	0,726	0,785	0,847	0,884	
0,705		0,782	0,833	1,128	0,767	0,96	0,816	1,136	
0,853		0,798	0,995	1,149	0,847	0,894	0,889	1,038	
0,804		0,91	0,626	0,876	0,864	0,81	0,781	0,991	
0,696		0,822	0,754	0,933	0,719	0,931	0,656	0,825	
0,893		0,93	0,854	0,995	0,879	0,922	0,778	0,933	
<b>Cat. com PathFile - III</b>		0,37	0,562	0,38	0,656	0,558	0,629	0,734	0,778
		0,846	0,879	0,953	1,089	0,75	0,616	0,901	1,092
	0,956	0,974	0,986	1,102	0,939	1,112	0,935	0,969	
	0,71	0,768	0,685	0,669	0,79	0,818	0,981	0,805	
	0,517	0,408	0,608	0,854	0,62	0,592	0,812	0,976	
	0,953	0,978	0,881	0,901	0,832	0,782	0,715	0,7	
	1,225	1,303	1,122	1,216	1,256	1,319	1,459	1,449	
	0,731	0,846	0,711	0,952	0,841	0,988	0,938	1,141	
	0,919	0,935	1,006	1,082	0,769	0,735	0,914	0,972	
	0,82	0,816	1,06	1,091	0,722	0,883	0,916	0,901	
	0,711	0,744	0,709	0,782	0,756	0,792	0,856	0,856	
	0,848	0,995	0,76	0,859	0,639	0,724	0,767	0,813	
	0,698	0,817	0,747	0,831	0,681	0,845	0,786	1	
	<b>Controle - IV</b>	0,784	0,909	0,929	0,985	0,45	0,601	0,781	0,801
		0,858	0,804	0,997	0,965	0,78	0,892	0,883	1,118
0,722		0,979	0,854	1,195	0,72	0,895	0,871	1,064	
0,668		0,855	0,753	0,863	0,624	0,734	0,61	0,732	
0,7		0,913	0,965	1,035	0,728	0,731	0,785	0,865	
1,133		1,204	1,198	1,04	0,968	1,08	1,4	1,517	
0,809		0,869	1,272	1,405	1,117	1,016	1,053	1,332	
0,85		0,851	1,066	1,118	0,887	0,904	1,162	1,331	
0,939		0,809	1,002	0,956	0,941	0,94	1,114	1,114	
0,667		0,627	0,675	0,819	0,794	0,754	0,916	0,901	
0,756		0,855	0,68	0,874	0,808	0,926	0,729	0,847	
0,905		0,898	0,756	0,916	0,832	0,846	1,131	1,216	
0,635		0,767	1,103	1,2	0,483	0,641	0,791	0,996	

**Apêndice C: medidas aferidas após a instrumentação**

Grupo	Mesial do MV		Distal do MV		Mesial do ML		Distal do ML		
	X2	X2	Y2	Y2	X2	X2	Y2	Y2	
<b>Cat. manual - I</b>	2 mm	3mm	2mm	3mm	2mm	3mm	2mm	3mm	
	0,798	0,869	0,995	1,035	0,45	0,754	0,576	0,749	
	0,718	0,839	0,746	0,872	0,821	0,848	0,882	0,822	
	0,695	0,765	0,714	0,843	0,631	0,704	0,641	0,777	
	0,552	0,68	0,569	0,685	0,561	0,779	0,632	0,634	
	0,766	0,893	0,671	0,616	0,65	0,639	0,564	0,7	
	0,903	0,807	0,943	0,888	0,956	0,92	0,992	1,051	
	0,39	0,532	0,594	0,745	0,711	0,736	0,79	1,005	
	0,796	0,94	0,945	1,031	0,814	0,946	0,746	0,937	
	0,742	0,955	0,832	1,008	0,607	0,842	0,699	0,833	
	0,838	0,762	0,907	0,917	0,851	0,937	1,025	1,024	
	0,67	0,668	0,623	0,602	0,73	0,83	0,64	0,703	
	1,194	1,428	1,176	1,54	0,993	1,362	1,302	1,547	
	0,55	0,75	0,863	0,923	0,481	0,542	0,709	0,927	
	<b>Reciproc sem cat. - II</b>	0,998	0,936	0,834	0,82	0,84	0,883	0,818	0,939
		0,59	0,666	0,837	0,914	0,521	0,587	0,719	0,861
0,632		0,535	0,591	0,613	0,74	1,02	0,692	0,739	
0,788		0,815	0,578	0,788	0,815	0,7	0,706	0,781	
0,471		0,656	0,777	0,872	0,495	0,692	0,603	0,828	
0,563		0,844	0,828	0,934	0,743	0,936	0,989	1,013	
1,02		1,015	0,949	0,959	0,85	0,907	0,705	0,796	
0,73		0,85	0,698	0,92	0,665	0,75	0,82	0,805	
0,602		0,737	0,789	0,888	0,745	0,773	0,732	0,908	
0,778		0,742	0,77	0,945	0,567	0,816	0,873	0,842	
0,725		0,742	0,57	0,771	0,643	0,693	0,715	0,894	
0,652		0,795	0,699	0,796	0,682	0,789	0,564	0,802	
0,696		0,908	0,686	0,732	0,76	0,796	0,769	0,916	
<b>Cat. com PathFile - III</b>		0,346	0,522	0,347	0,645	0,461	0,507	0,622	0,713
		0,773	0,796	0,834	0,934	0,635	0,409	0,79	0,913
		0,905	0,924	0,917	1,058	0,895	1,036	0,821	0,918
	0,593	0,583	0,613	0,597	0,692	0,766	0,947	0,776	
	0,472	0,357	0,562	0,717	0,602	0,556	0,776	0,704	
	0,67	0,748	0,709	0,753	0,58	0,73	0,678	0,694	
	1	1,058	0,926	1,04	1,056	1,119	1,317	1,202	
	0,619	0,748	0,648	0,675	0,78	0,843	0,912	0,996	
	0,726	0,879	0,805	0,961	0,634	0,644	0,715	0,865	
	0,611	0,671	0,916	0,965	0,677	0,742	0,762	0,812	
	0,622	0,612	0,576	0,671	0,55	0,677	0,67	0,685	
	0,662	0,864	0,69	0,733	0,489	0,634	0,722	0,746	
	0,615	0,767	0,644	0,692	0,653	0,822	0,734	0,942	
	<b>Controle - IV</b>	0,78	0,907	0,927	0,981	0,445	0,598	0,771	0,795
		0,852	0,801	0,942	0,941	0,763	0,875	0,851	1,053
		0,717	0,942	0,846	1,186	0,714	0,892	0,863	1,054
0,66		0,847	0,748	0,859	0,623	0,729	0,605	0,728	
0,694		0,91	0,956	1,029	0,726	0,728	0,782	0,86	
1,129		1,2	1,193	1,033	0,963	1,074	1,395	1,51	
0,808		0,863	1,269	1,4	1,116	1,014	1,05	1,33	
0,849		0,851	1,062	1,115	0,887	0,901	1,161	1,331	
0,923		0,799	0,985	0,943	0,933	0,921	1,074	1,111	
0,66		0,562	0,668	0,75	0,784	0,768	0,913	0,886	
0,749		0,864	0,673	0,863	0,804	0,915	0,713	0,844	
0,901		0,889	0,743	0,915	0,825	0,836	1,128	1,214	
0,626		0,757	1,097	1,188	0,483	0,631	0,782	0,996	

**Apêndice D:** valores do desvio apical, em mm, após a aplicação da fórmula, dispostos por canal, por milímetro avaliado e por grupo.

Grupo	I				II				III				IV			
	Mésio-vestibular		Mésio-lingual		Mésio-vestibular		Mésio-lingual		Mésio-vestibular		Mésio-lingual		Mésio-vestibular		Mésio-lingual	
Terço-apical valores	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°
	0,031	-0,081	0,027	-0,012	-0,034	-0,094	0,022	0,013	-0,009	0,029	-0,015	0,056	0,002	-0,002	-0,005	-0,003
	0,166	0,034	0,026	-0,021	0,011	-0,087	0,013	0,112	-0,046	-0,072	0,004	0,028	-0,049	-0,021	-0,015	-0,048
	-0,038	0,008	-0,028	0,111	-0,007	-0,103	0,054	0,080	-0,018	0,005	-0,070	0,025	-0,003	0,027	-0,002	-0,007
	-0,058	0,009	0,103	-0,005	-0,126	0,08	0,116	-0,019	0,044	0,113	0,064	0,022	0,003	0,004	-0,004	0,001
	-0,112	-0,039	-0,042	0,203	-0,008	0,005	-0,032	0,051	-0,001	-0,086	-0,018	-0,236	-0,003	-0,003	-0,001	-0,002
	0,006	0,172	0,038	0,076	0,002	0,095	-0,134	-0,141	0,111	0,082	0,215	0,046	-0,001	-0,003	0	-0,001
	-0,197	0,005	-0,019	0,010	-0,010	-0,092	0,17	-0,051	0,029	0,069	0,057	-0,047	-0,002	0,001	-0,002	0
	0,032	-0,109	0,048	0,004	-0,009	-0,018	0,033	-0,043	0,049	-0,179	0,035	0	-0,003	-0,003	-0,001	0,003
	0,039	-0,077	0,103	-0,127	0,059	-0,195	-0,061	-0,040	-0,007	-0,065	-0,064	-0,016	-0,001	-0,003	-0,032	0,015
	-0,002	0,015	-0,116	-0,001	-0,150	-0,148	0,264	-0,118	0,064	0,018	-0,109	0,052	0	-0,004	0,007	-0,029
	-0,047	-0,012	-0,003	0,015	0,023	0,063	0,155	0,020	-0,044	0,021	0,020	-0,055	0	-0,020	-0,012	0,008
	0,016	0,091	0,129	0,164	-0,011	-0,110	-0,055	0,119	0,116	0,005	0,105	0,023	0	-0,004	0,007	-0,029
	0,061	-0,013	0,071	0,047	0,029	-0,241	0,110	0,109	-0,020	-0,089	-0,024	-0,035	0	-0,020	-0,012	0,008
<b>Média</b>	-0,007 ± 0,002 ± 0,08	0,002 ± 0,07	0,025 ± 0,06	0,035 ± 0,08	-0,017 ± 0,05	-0,065 ± 0,1	0,050 ± 0,11	0,007 ± 0,08	0,020 ± 0,05	-0,011 ± 0,08	0,015 ± 0,08	-0,010 ± 0,07	-0,004 ± 0,01	-0,003 ± 0,01	-0,005 ± 0,01	-0,006 ± 0,01

**Apêndice E:** média dos valores do desgaste ocorrido para a mesial e para a distal.

Grupo	X1-X2				Y1-Y2			
	2°		3°		2°		3°	
Cat.	MV	ML	MV	ML	MV	ML	MV	ML
<b>Manual</b>	0,099	0,115	0,084	0,112	0,107	0,094	0,088	0,084
<b>Sem cat.</b>	0,059	0,092	0,072	0,101	0,080	0,055	0,132	0,089
<b>PathFile</b>	0,129	0,111	0,114	0,103	0,109	0,095	0,126	0,114
<b>Controle</b>	0,006	0,005	0,013	0,008	0,011	0,010	0,013	0,009

**Apêndice F: Escolha do denominador para aplicação na fórmula do Índice de centralização**

Canal	Mésio-Vestibular		Mésio-Lingual		Mésio-Vestibular		Mésio-Lingual	
Terço apical	2 mm				3 mm			
Paredes do canal	X1-X2	Y1-Y2	X1-X2	Y1-Y2	X1-X2	Y1-Y2	X1-X2	Y1-Y2
Cat. Manual - I	0,086	0,055	0,08	0,053	0,08	0,161	0,034	0,146
	0,219	0,053	0,107	0,081	0,067	0,033	0,069	0,09
	0,023	0,061	0,089	0,117	0,077	0,068	0,147	0,036
	0,104	0,162	0,163	0,06	0,04	0,031	0,038	0,043
	0,078	0,19	0,101	0,143	0,059	0,098	0,253	0,05
	0,014	0,008	0,051	0,012	0,181	0,009	0,112	0,036
	0,059	0,256	0,115	0,134	0,214	0,209	0,197	0,187
	0,16	0,127	0,136	0,088	0,113	0,222	0,112	0,108
	0,109	0,069	0,159	0,056	0,042	0,12	0,037	0,164
	0,002	0,004	0,062	0,178	0,059	0,044	0,065	0,066
	0,008	0,055	0,022	0,025	0,041	0,053	0,066	0,051
	0,33	0,314	0,4	0,271	0,135	0,044	0,28	0,116
	0,099	0,037	0,078	0,007	0,049	0,063	0,058	0,011
	Reciproc sem Cat - II	0,048	0,082	0,075	0,053	0,031	0,125	0,129
0,034		0,023	0,034	0,021	0,071	0,158	0,178	0,066
0,005		0,012	0,093	0,038	0,057	0,16	0,101	0,021
0,021		0,147	0,128	0,012	0,084	0,004	0,052	0,073
0,022		0,03	0,036	0,068	0,085	0,08	0,057	0,006
0,234		0,232	0,003	0,137	0,283	0,188	0,024	0,165
0,055		0,065	0,183	0,013	0,063	0,156	0,084	0,135
0,012		0,021	0,061	0,027	0,01	0,029	0,035	0,079
0,103		0,044	0,022	0,084	0,045	0,24	0,187	0,228
0,075		0,225	0,28	0,016	0,056	0,204	0,078	0,196
0,079		0,056	0,221	0,066	0,168	0,105	0,117	0,097
0,044		0,055	0,037	0,092	0,027	0,137	0,142	0,023
0,197		0,168	0,119	0,009	0,022	0,263	0,126	0,017
Cat. Com PathFile – III		0,024	0,033	0,097	0,112	0,04	0,011	0,122
	0,073	0,119	0,115	0,111	0,083	0,155	0,207	0,179
	0,051	0,069	0,044	0,114	0,05	0,044	0,076	0,051
	0,117	0,072	0,098	0,034	0,185	0,072	0,052	0,029
	0,045	0,046	0,018	0,036	0,051	0,137	0,036	0,272
	0,283	0,172	0,252	0,037	0,23	0,148	0,052	0,006
	0,225	0,196	0,2	0,142	0,245	0,176	0,2	0,247
	0,112	0,063	0,061	0,026	0,098	0,277	0,145	0,145
	0,193	0,201	0,135	0,199	0,056	0,121	0,091	0,107
	0,209	0,144	0,045	0,154	0,145	0,126	0,141	0,089
	0,089	0,133	0,206	0,186	0,132	0,111	0,115	0,171
	0,186	0,07	0,15	0,045	0,131	0,126	0,09	0,067
	0,083	0,103	0,028	0,052	0,05	0,139	0,023	0,058
	Controle – IV	0,004	0,002	0,005	0,01	0,002	0,004	0,003
0,006		0,055	0,017	0,032	0,003	0,024	0,017	0,065
0,005		0,008	0,006	0,008	0,037	0,009	0,003	0,01
0,008		0,005	0,001	0,005	0,008	0,004	0,005	0,004
0,006		0,009	0,002	0,003	0,003	0,006	0,003	0,005
0,004		0,005	0,005	0,005	0,004	0,007	0,006	0,007
0,001		0,003	0,001	0,003	0,006	0,005	0,002	0,002
0,001		0,004	0	0,001	0	0,003	0,003	0
0,016		0,017	0,008	0,04	0,01	0,013	0,019	0,003
0,007		0,007	0,01	0,003	0,065	0,069	0,014	0,015
0,007		0,007	0,004	0,016	0,009	0,011	0,011	0,003
0,004		0,013	0,007	0,003	0,009	0,001	0,01	0,002
0,009		0,006	0	0,009	0,01	0,012	0,01	0

**Apêndice G:** valores dos índices de centralização e média em cada milímetro avaliado, por grupo.

Canal	GI - cateterismo com lima tipo K				GII - Sem Cateterismo				GIII - Cateterismo com Pathfile				GIV - Controle			
	Mésio-vestibular		Mésio-lingual		Mésio-vestibular		Mésio-lingual		Mésio-vestibular		Mésio-lingual		Mésio-vestibular		Mésio-lingual	
Terço apical	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°	2°	3°
	0,639	0,496	0,662	0,232	0,585	0,248	0,706	0,899	0,727	0,275	0,866	0,532	0,5	0,5	0,5	0,5
	0,242	0,492	0,757	0,766	0,676	0,449	0,617	0,37	0,613	0,535	0,965	0,864	0,109	0,125	0,531	0,261
	0,377	0,883	0,76	0,244	0,416	0,356	0,408	0,207	0,739	0,88	0,385	0,671	0,625	0,243	0,75	0,3
	0,641	0,775	0,368	0,883	0,142	0,047	0,093	0,712	0,615	0,389	0,346	0,557	0,625	0,5	0,2	0,8
	0,41	0,602	0,706	0,197	0,733	0,941	0,529	0,105	0,978	0,372	0,5	0,132	0,941	0,769	0,2	0,157
	0,571	0,049	0,235	0,321	0,991	0,664	0,021	0,145	0,607	0,643	0,146	0,115	0,666	0,5	0,666	0,6
	0,23	0,976	0,858	0,949	0,846	0,403	0,071	0,622	0,871	0,718	0,71	0,809	0,8	0,571	1	0,857
	0,793	0,509	0,647	0,964	0,571	0,344	0,442	0,443	0,562	0,353	0,426	1	0,333	0,833	0,333	1
	0,633	0,35	0,352	0,225	0,427	0,187	0,261	0,82	0,96	0,462	0,678	0,85	0,25	0	0	0
	0,5	0,745	0,348	0,984	0,333	0,274	0,057	0,397	0,688	0,868	0,292	0,631	1	0,942	0,3	0,933
	0,145	0,773	0,88	0,772	0,708	0,625	0,298	0,829	0,669	0,84	0,902	0,672	1	0,818	0,25	0,272
	0,951	0,325	0,677	0,414	0,8	0,197	0,402	0,161	0,376	0,961	0,3	0,744	0,307	0,111	0,428	0,2
	0,373	0,777	0,089	0,189	0,825	0,083	0,075	0,134	0,805	0,359	0,538	0,396	0,666	0,833	0	0
<b>Média</b>	<b>0,500</b>	<b>0,596</b>	<b>0,564</b>	<b>0,549</b>	<b>0,619</b>	<b>0,370</b>	<b>0,306</b>	<b>0,449</b>	<b>0,708</b>	<b>0,588</b>	<b>0,542</b>	<b>0,613</b>	<b>0,601</b>	<b>0,518</b>	<b>0,396</b>	<b>0,452</b>

**Apêndice H:** diâmetro inicial (anatômico, pré-instrumentação) e final (cirúrgico, pós-instrumentação).

Grupo	Mésio-vestibular		Mésio-lingual		Mésio-vestibular		Mésio-lingual	
	ANATÔMICO				CIRÚRGICO			
	2 mm	3mm	2mm	3mm	2 mm	3mm	2mm	3mm
<b>I</b>	0,481	0,574	0,345	0,469	0,548	0,628	0,425	0,574
	0,39	0,374	0,324	0,364	0,466	0,517	0,403	0,482
	0,44	0,382	0,337	0,338	0,59	0,414	0,427	0,469
	0,33	0,433	0,304	0,403	0,484	0,609	0,416	0,494
	0,291	0,34	0,304	0,324	0,396	0,413	0,467	0,542
	0,375	0,338	0,393	0,409	0,542	0,441	0,511	0,464
	0,296	0,354	0,386	0,447	0,39	0,484	0,476	0,49
	0,379	0,435	0,326	0,484	0,537	0,528	0,436	0,442
	0,352	0,393	0,371	0,321	0,597	0,476	0,458	0,405
	0,411	0,508	0,401	0,518	0,461	0,545	0,537	0,623
	0,31	0,403	0,377	0,463	0,433	0,451	0,402	0,498
	0,345	0,336	0,373	0,326	0,431	0,475	0,445	0,405
	0,3	0,388	0,282	0,421	0,463	0,505	0,38	0,491
	<b>Média</b>	<b>0,362</b>	<b>0,404</b>	<b>0,348</b>	<b>0,407</b>	<b>0,488</b>	<b>0,499</b>	<b>0,445</b>
<b>II</b>	0,436	0,599	0,458	0,493	0,485	0,63	0,495	0,576
	0,388	0,382	0,283	0,256	0,499	0,409	0,406	0,345
	0,308	0,293	0,341	0,326	0,417	0,454	0,422	0,513
	0,356	0,378	0,309	0,462	0,513	0,536	0,523	0,529
	0,448	0,462	0,445	0,4	0,465	0,537	0,501	0,451
	0,274	0,308	0,309	0,319	0,333	0,436	0,433	0,465
	0,348	0,417	0,286	0,356	0,455	0,463	0,376	0,467
	0,267	0,368	0,274	0,474	0,446	0,47	0,436	0,506
	0,326	0,289	0,429	0,423	0,351	0,435	0,492	0,488
	0,329	0,432	0,314	0,377	0,429	0,471	0,423	0,467
	0,275	0,389	0,332	0,472	0,341	0,498	0,41	0,471
	0,381	0,42	0,384	0,429	0,544	0,512	0,515	0,538
	0,396	0,47	0,327	0,362	0,44	0,482	0,349	0,482
	<b>Média</b>	<b>0,349</b>	<b>0,401</b>	<b>0,345</b>	<b>0,396</b>	<b>0,440</b>	<b>0,487</b>	<b>0,445</b>
<b>III</b>	0,327	0,425	0,422	0,533	0,409	0,498	0,398	0,544
	0,333	0,399	0,328	0,334	0,358	0,426	0,357	0,404
	0,284	0,431	0,329	0,387	0,418	0,501	0,409	0,462
	0,374	0,304	0,354	0,325	0,387	0,429	0,434	0,457
	0,29	0,308	0,284	0,385	0,372	0,42	0,324	0,488
	0,314	0,395	0,316	0,398	0,39	0,454	0,325	0,448
	0,309	0,39	0,327	0,386	0,441	0,481	0,445	0,518
	0,309	0,307	0,408	0,41	0,346	0,45	0,382	0,427
	0,331	0,391	0,299	0,327	0,392	0,458	0,388	0,371
	0,3	0,447	0,366	0,415	0,401	0,522	0,415	0,465
	0,366	0,383	0,36	0,392	0,403	0,442	0,4	0,469
	0,287	0,412	0,289	0,4	0,336	0,457	0,326	0,422
	0,286	0,369	0,329	0,384	0,4	0,429	0,415	0,451
	<b>Média</b>	<b>0,316</b>	<b>0,382</b>	<b>0,339</b>	<b>0,390</b>	<b>0,389</b>	<b>0,459</b>	<b>0,386</b>
<b>IV</b>	0,405	0,468	0,399	0,453	0,411	0,459	0,402	0,465
	0,373	0,368	0,411	0,443	0,343	0,361	0,432	0,418
	0,426	0,479	0,372	0,439	0,424	0,475	0,373	0,431
	0,31	0,316	0,283	0,313	0,3	0,31	0,281	0,306
	0,293	0,331	0,296	0,301	0,287	0,332	0,302	0,305
	0,341	0,432	0,357	0,505	0,342	0,437	0,353	0,498
	0,383	0,344	0,279	0,366	0,381	0,339	0,279	0,366
	0,285	0,301	0,343	0,343	0,281	0,301	0,347	0,34
	0,244	0,352	0,22	0,303	0,261	0,348	0,244	0,318
	0,342	0,26	0,324	0,384	0,332	0,263	0,324	0,396
	0,422	0,394	0,381	0,446	0,42	0,38	0,378	0,436
	0,362	0,394	0,385	0,458	0,366	0,396	0,39	0,453
	0,315	0,382	0,314	0,32	0,324	0,393	0,301	0,323
	<b>Média</b>	<b>0,346</b>	<b>0,371</b>	<b>0,336</b>	<b>0,390</b>	<b>0,344</b>	<b>0,369</b>	<b>0,339</b>

**Apêndice I:** média por lâmina de cada um dos dentes, em cada grupo.

Dentes	Lâminas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1	1	7,61	7,45	3,74	55,78
	2	6,62	5,65	8,79	63,12
	3	3,15	4,79	15,00	68,34
2	1	6,76	1,78	13,56	57,09
	2	14,86	3,66	7,62	51,83
	3	6,96	4,40	1,85	42,50
3	1	24,88	3,06	2,86	46,06
	2	9,85	3,79	2,63	44,01
	3	2,87	5,19	4,72	41,83
4	1	3,15	4,25	10,18	49,10
	2	6,98	7,63	4,03	41,90
	3	3,77	5,72	3,57	47,62
5	1	14,50	5,09	6,59	45,78
	2	13,71	2,15	6,33	47,43
	3	13,69	1,23	1,39	47,48
6	1	5,41	4,94	3,26	38,86
	2	11,82	7,01	5,27	61,71
	3	12,51	4,23	4,52	48,59
7	1	3,73	1,58	3,83	51,17
	2	4,86	0,00	1,54	54,54
	3	1,60	2,31	5,97	54,45
8	1	5,18	5,92	13,80	49,35
	2	7,77	7,23	7,00	49,95
	3	6,59	2,80	2,43	37,74
9	1	10,35	5,55	2,66	37,56
	2	8,34	2,63	2,21	36,52
	3	13,01	5,31	4,09	36,27
10	1	4,90	4,44	3,46	40,98
	2	7,98	8,19	5,87	49,54
	3	8,44	1,39	5,30	57,11
11	1	12,78	4,17	3,24	32,56
	2	10,77	6,32	4,47	35,03
	3	14,01	8,92	4,04	45,80
12	1	10,22	4,94	2,09	58,65
	2	10,97	2,70	12,70	54,21
	3	7,22	2,72	20,02	37,66

**Apêndice J:** Análise das múltiplas comparações de Dunn para o desvio apical.Dunn's Multiple Comparisons Test

Comparison	Mean Rank	
	Difference	P value
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio V 3 - G1	2.269	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio L 2 - G1	-22.538	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio L 3 - G1	-23.615	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio V 2 - G2	14.346	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio V 3 - G2	39.615	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio L 2 - G2	-29.423	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio L 3 - G2	-4.692	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio V 2 - G3	-12.154	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio V 3 - G3	-0.07692	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio L 2 - G3	-5.692	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio L 3 - G3	-3.538	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio V 2 - G4	5.808	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio V 3 - G4	13.846	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio L 2 - G4	13.269	ns P>0.05
Mesio V 2 - G1 vs. Mesio L 3 - G4	8.269	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio L 2 - G1	-24.808	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio L 3 - G1	-25.885	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio V 2 - G2	12.077	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio V 3 - G2	37.346	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio L 2 - G2	-31.692	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio L 3 - G2	-6.962	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio V 2 - G3	-14.423	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio V 3 - G3	-2.346	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio L 2 - G3	-7.962	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio L 3 - G3	-5.808	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio V 2 - G4	3.538	ns P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio V 3 - G4	11.577	ns P>0.05

---

Mesio V 2 - G2 vs. Mesio L 3 - G3	-17.885	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio V 2 - G4	-8.538	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio V 3 - G4	-0.5000	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio L 2 - G4	-1.077	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio L 3 - G4	-6.077	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio L 2 - G2	-69.038	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio L 3 - G2	-44.308	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio V 2 - G3	-51.769	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio V 3 - G3	-39.692	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio L 2 - G3	-45.308	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio L 3 - G3	-43.154	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio V 2 - G4	-33.808	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio V 3 - G4	-25.769	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio L 2 - G4	-26.346	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G2 vs. Mesio L 3 - G4	-31.346	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G2 vs. Mesio L 3 - G2	24.731	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G2 vs. Mesio V 2 - G3	17.269	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G2 vs. Mesio V 3 - G3	29.346	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G2 vs. Mesio L 2 - G3	23.731	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G2 vs. Mesio L 3 - G3	25.885	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G2 vs. Mesio V 2 - G4	35.231	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G2 vs. Mesio V 3 - G4	43.269	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G2 vs. Mesio L 2 - G4	42.692	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G2 vs. Mesio L 3 - G4	37.692	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G2 vs. Mesio V 2 - G3	-7.462	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G2 vs. Mesio V 3 - G3	4.615	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G2 vs. Mesio L 2 - G3	-1.000	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G2 vs. Mesio L 3 - G3	1.154	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G2 vs. Mesio V 2 - G4	10.500	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G2 vs. Mesio V 3 - G4	18.538	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G2 vs. Mesio L 2 - G4	17.962	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G2 vs. Mesio L 3 - G4	12.962	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G3 vs. Mesio V 3 - G3	12.077	ns	P>0.05

---

Mesio V 3 - G1 vs. Mesio L 2 - G4	11.000	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G1 vs. Mesio L 3 - G4	6.000	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio L 3 - G1	-1.077	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio V 2 - G2	36.885	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio V 3 - G2	62.154	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio L 2 - G2	-6.885	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio L 3 - G2	17.846	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio V 2 - G3	10.385	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio V 3 - G3	22.462	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio L 2 - G3	16.846	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio L 3 - G3	19.000	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio V 2 - G4	28.346	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio V 3 - G4	36.385	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio L 2 - G4	35.808	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G1 vs. Mesio L 3 - G4	30.808	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio V 2 - G2	37.962	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio V 3 - G2	63.231	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio L 2 - G2	-5.808	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio L 3 - G2	18.923	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio V 2 - G3	11.462	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio V 3 - G3	23.538	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio L 2 - G3	17.923	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio L 3 - G3	20.077	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio V 2 - G4	29.423	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio V 3 - G4	37.462	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio L 2 - G4	36.885	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G1 vs. Mesio L 3 - G4	31.885	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio V 3 - G2	25.269	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio L 2 - G2	-43.769	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio L 3 - G2	-19.038	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio V 2 - G3	-26.500	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio V 3 - G3	-14.423	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G2 vs. Mesio L 2 - G3	-20.038	ns	P>0.05

---

Mesio V 2 - G3 vs. Mesio L 2 - G3	6.462	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G3 vs. Mesio L 3 - G3	8.615	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G3 vs. Mesio V 2 - G4	17.962	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G3 vs. Mesio V 3 - G4	26.000	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G3 vs. Mesio L 2 - G4	25.423	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G3 vs. Mesio L 3 - G4	20.423	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G3 vs. Mesio L 2 - G3	-5.615	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G3 vs. Mesio L 3 - G3	-3.462	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G3 vs. Mesio V 2 - G4	5.885	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G3 vs. Mesio V 3 - G4	13.923	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G3 vs. Mesio L 2 - G4	13.346	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G3 vs. Mesio L 3 - G4	8.346	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G3 vs. Mesio L 3 - G3	2.154	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G3 vs. Mesio V 2 - G4	11.500	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G3 vs. Mesio V 3 - G4	19.538	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G3 vs. Mesio L 2 - G4	18.962	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G3 vs. Mesio L 3 - G4	13.962	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G3 vs. Mesio V 2 - G4	9.346	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G3 vs. Mesio V 3 - G4	17.385	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G3 vs. Mesio L 2 - G4	16.808	ns	P>0.05
Mesio L 3 - G3 vs. Mesio L 3 - G4	11.808	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G4 vs. Mesio V 3 - G4	8.038	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G4 vs. Mesio L 2 - G4	7.462	ns	P>0.05
Mesio V 2 - G4 vs. Mesio L 3 - G4	2.462	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G4 vs. Mesio L 2 - G4	-0.5769	ns	P>0.05
Mesio V 3 - G4 vs. Mesio L 3 - G4	-5.577	ns	P>0.05
Mesio L 2 - G4 vs. Mesio L 3 - G4	-5.000	ns	P>0.05

### Apêndice K: teste estatístico Kruskal-Wallis da capacidade de limpeza.

---

#### Kruskal-Wallis Test (Nonparametric ANOVA)

---

The P value is < 0.0001, considered extremely significant.  
Variation among column medians is significantly greater than expected by chance.

The P value is approximate (from chi-square distribution) because at least one column has two or more identical values.

#### Calculation detail

Group	Number of Points	Sum of Ranks	Mean of Ranks
CAT MANUAL	36	2643.5	73.431
REC SEM CAT	36	1505.0	41.806
CAT COM PATH	36	1737.5	48.264
CONTROLE	36	4554.0	126.50

Kruskal-Wallis Statistic KW = 91.995 (corrected for ties)

#### Dunn's Multiple Comparisons Test

Comparison	Mean Rank Difference	P value
CAT MANUAL vs. REC SEM CAT	31.625	** P<0.01
CAT MANUAL vs. CAT COM PATH	25.167	ns P>0.05
CAT MANUAL vs. CONTROLE	-53.069	*** P<0.001
REC SEM CAT vs. CAT COM PATH	-6.458	ns P>0.05
REC SEM CAT vs. CONTROLE	-84.694	*** P<0.001
CAT COM PATH vs. CONTROLE	-78.236	*** P<0.001

---

**Apêndice L:** teste estatístico de Dunn sobre a média do desgaste dos canais ML.

Dunn's Multiple Comparisons Test

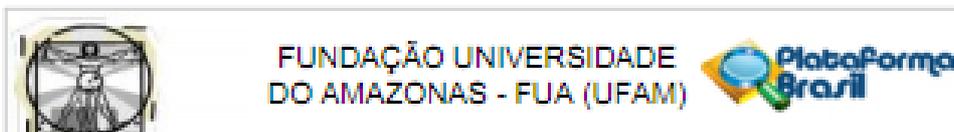
Comparison	Mean Rank Difference	P value
G1 ML 2 mm vs. G2 ML2 mm	2.962	ns P>0.05
G1 ML 2 mm vs. G3 ML 2 mm	25.192	ns P>0.05
G1 ML 2 mm vs. Cont ML2 mm	62.269	*** P<0.001
G1 ML 2 mm vs. G1 ML 3 mm	6.808	ns P>0.05
G1 ML 2 mm vs. G2 ML 3 mm	8.038	ns P>0.05
G1 ML 2 mm vs. G3 ML3 mm	19.885	ns P>0.05
G1 ML 2 mm vs. Cont ML 3 mm	57.923	*** P<0.001
G2 ML2 mm vs. G3 ML 2 mm	22.231	ns P>0.05
G2 ML2 mm vs. Cont ML2 mm	59.308	*** P<0.001
G2 ML2 mm vs. G1 ML 3 mm	3.846	ns P>0.05
G2 ML2 mm vs. G2 ML 3 mm	5.077	ns P>0.05
G2 ML2 mm vs. G3 ML3 mm	16.923	ns P>0.05
G2 ML2 mm vs. Cont ML 3 mm	54.962	*** P<0.001
G3 ML 2 mm vs. Cont ML2 mm	37.077	* P<0.05
G3 ML 2 mm vs. G1 ML 3 mm	-18.385	ns P>0.05
G3 ML 2 mm vs. G2 ML 3 mm	-17.154	ns P>0.05
G3 ML 2 mm vs. G3 ML3 mm	-5.308	ns P>0.05
G3 ML 2 mm vs. Cont ML 3 mm	32.731	ns P>0.05
Cont ML2 mm vs. G1 ML 3 mm	-55.462	*** P<0.001
Cont ML2 mm vs. G2 ML 3 mm	-54.231	*** P<0.001
Cont ML2 mm vs. G3 ML3 mm	-42.385	** P<0.01
Cont ML2 mm vs. Cont ML 3 mm	-4.346	ns P>0.05
G1 ML 3 mm vs. G2 ML 3 mm	1.231	ns P>0.05
G1 ML 3 mm vs. G3 ML3 mm	13.077	ns P>0.05
G1 ML 3 mm vs. Cont ML 3 mm	51.115	*** P<0.001
G2 ML 3 mm vs. G3 ML3 mm	11.846	ns P>0.05
G2 ML 3 mm vs. Cont ML 3 mm	49.885	*** P<0.001
G3 ML3 mm vs. Cont ML 3 mm	38.038	* P<0.05

**Apêndice M:** Análise estatística das múltiplas comparações de Dunn da média do desgaste dos canais MV.

Comparison	Difference	q	P value
G1 MV 2 mm vs G2 MV 2mm	0.03477	3.076	ns P>0.05
G1 MV 2 mm vs G3 MV 2mm	0.05346	4.730	* P<0.05
G1 MV 2 mm vs Cont MV 2 mm	0.1267	11.210	*** P<0.001
G2 MV 2mm vs G3 MV 2mm	0.01869	1.654	ns P>0.05
G2 MV 2mm vs Cont MV 2 mm	0.09192	8.133	*** P<0.001
G3 MV 2mm vs Cont MV 2 mm	0.07323	6.479	*** P<0.001
G1 MV 3 mm vs G2 MV 3 mm	0.007846	0.6942	ns P>0.05
G1 MV 3 mm vs G3 MV 3 mm	0.01708	1.511	ns P>0.05
G1 MV 3 mm vs Cont MV 3 mm	0.09238	8.174	*** P<0.001
G2 MV 3 mm vs G3 MV 3 mm	0.009231	0.8167	ns P>0.05
G2 MV 3 mm vs Cont MV 3 mm	0.08454	7.480	*** P<0.001
G3 MV 3 mm vs Cont MV 3 mm	0.07531	6.663	*** P<0.001

Mean      95% Confidence Interval

## ANEXO



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** LIMPEZA PROMOVIDA POR DIFERENTES PROTOCOLOS DE INSTRUMENTAÇÃO COM INSTRUMENTO ÚNICO : ANÁLISE HISTOLÓGICA E DA DEFORMAÇÃO DO INSTRUMENTO POR MEV

**Pesquisador:** Guilherme Moreira de Carvalho

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 23700713.7.0000.5020

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 500.776

**Data da Relatoria:** 18/12/2013

**Apresentação do Projeto:**

Esta é a segunda submissão do projeto de uma dissertação de mestrado de Guilherme Moreira de Carvalho no PPG em Odontologia da UFAM, orientado pelo Dr. André Augusto Franco Marques, membro da equipe de pesquisa. Foi classificado na Grande Área do Conhecimento 4, Ciências da Saúde e não pertence à área temática especial. É um estudo básico, quantitativo, explicativo e experimental in vitro controlado, que utilizará dentes do serão utilizados 31 molares inferiores, doados pelo Banco de Dentes da Universidade do Estado do Amazonas (CEP UEA Processo 179/09) e por isso está sendo submetido ao CEP UFAM para avaliação. Foi indicada como instituição co-participante a Escola Superior de Ciências da Saúde da Universidade do Estado do Amazonas/UEA.

**Objetivo da Pesquisa:****Objetivo Primário:**

Comparar, por meio da análise histológica, a capacidade de limpeza de um novo protocolo de instrumentação endodôntica, proposto pelos pesquisadores, que utilizam Instrumento Único de Ni-Ti, acionada por motor com movimento recíprocante e avaliar, por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura, a deformação ocorrida no instrumento, comparando-se o mesmo no período pré e pós-operatório

**Objetivo Secundário:**

Endereço: Rua Teresina, 4950  
 Bairro: Adriandópoli CEP: 69.057-070  
 UF: AM Município: MANAUS  
 Telefone: (92)3305-5130 Fax: (92)3305-5130 E-mail: cep@ufam.edu.br