

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

AVALIAÇÃO DO DESVIO APICAL EM MOLARES INFERIORES
APÓS EMPREGO DOS SISTEMAS WAVEONE[®] E RECIPROC[®]
POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

DANIELY AMORIM DE MEIRELES

MANAUS - AM

2014

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

DANIELY AMORIM DE MEIRELES

AVALIAÇÃO DO DESVIO APICAL EM MOLARES INFERIORES
APÓS EMPREGO DOS SISTEMAS WAVEONE[®] E RECIPROC[®]
POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

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. Emílio Carlos Sponchiado Jr

MANAUS - AM

2014

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

M514a Meireles, Daniely Amorim de
Avaliação do desvio apical em molares inferiores após emprego dos sistemas Waveone® e Reciproc® por meio da tomografia computadorizada / Daniely Amorim de Meireles. - 2014.
120 f. : il. color. ; 31 cm.
Dissertação (mestrado em Odontologia) — Universidade Federal do Amazonas.
Orientador: Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Jr.

1. Endodontia 2. Canal radicular – Tratamento 3. Polpa dentária – Doenças 4. Dentes – Raízes 5. Doenças periapicais 6. Capeamento da polpa dentária 7. Apicoectomia 8. Odontologia I. Sponchiado Jr., Emílio Carlos, orientador II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU (2007): 616.314.18(043.3)

DANIELY AMORIM DE MEIRELES

AVALIAÇÃO DO DESVIO APICAL EM MOLARES INFERIORES
APÓS EMPREGO DOS SISTEMAS WAVEONE[®] E RECIPROC[®]
POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

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

Aprovado em 24 de Janeiro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Jr., Presidente.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Prof. Dr. André A. Franco Marques, Membro.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

Profa. Dra. Tânia Cristina Chicre Alcântara, Membro.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

REALIZAÇÃO:



Universidade Federal do Amazonas

APOIO:



Aos meus pais, **José e Silvane**, pelo incentivo e apoio para realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, por ter me dado a oportunidade de alcançar mais um degrau na minha vida profissional e por ter renovado minhas forças todos os dias para que fosse possível finalizar esta etapa com êxito.

Ao meu orientador Prof. Dr. **Emílio Carlos Sponchiado Jr** pelos auxílios e todas as orientações durante a realização dessa pesquisa e das demais. Por sempre estar me incentivando a ser uma profissional melhor. Pela paciência diante das minhas aflições. Pela oportunidade de ser sua orientada novamente. Pelo incentivo desde a época de graduação a seguir a carreira acadêmica. Por me chamar atenção quando necessário e ter equilíbrio para me enaltecer e criticar. Obrigada por toda a ajuda, pelos conselhos, pela compreensão, por continuar me dando oportunidade de aprender um pouco mais pela convivência no dia-a-dia e principalmente pela amizade.

A minha mãe **Silvane Amorim**, que sempre me incentivou a continuar estudando, e que torce pelo meu sucesso.

Ao meu pai **José Augusto Meireles**, pelas orações, pelo carinho, pelos conselhos e incentivos profissionais.

À minha família por torcerem pela minha realização profissional.

A minha prima **Gabriela Amorim**, que sempre me auxiliou quando surgiram dúvidas com a Língua Inglesa

Ao meu namorado, **Adson Silva**, principalmente pela paciência ao longos desses anos, pelo apoio incondicional às minhas decisões, pelo incentivo diário, pela compreensão, além de me ajudar sempre que preciso.

A minha sogra **Alzira Soares**, obrigada pelo carinho e por tudo!

A todos os professores da Faculdade de Odontologia da UFAM por terem contribuído durante minha formação acadêmica e durante o mestrado, e por sempre estarem

acessíveis e dispostos a ajudar. E também a todos professores que tive a oportunidade de conviver mais, que se tornaram meus colegas de aulas durante o mestrado.

A Profa. **Aida Hanan**, por dividir sua experiência nos laboratórios e clínicas da FAO.

A Profa. Dra. **Angela Garrido** pelas palavras de incentivo e contribuição durante meu estágio docente.

A coordenadora do Mestrado em Odontologia Profa. Dra. **Maria Augusta Bessa Rebelo**, pela paciência, auxílios e incentivos.

Ao Banco de Dentes Humanos, agradecimentos especiais a **Camila Coelho e Izabelly Bittencourt** pela ajuda na limpeza e seleção de dentes para a pesquisa.

A todos os técnicos administrativos e aos funcionários da conservadora, pela atenção, paciência, apoio, auxílios e amizade.

A Universidade do Estado do Amazonas, em nome da Profa. **Tânia de Miranda Chiere Alcântara**, pela autorização e disponibilidade para utilizar o Tomógrafo i-CAT Cone Beam.

Ao técnico em Radiologia **Waldecy Silva**, por toda contribuição, disponibilidade, dedicação, auxílios e paciência durante a realização do projeto piloto e da pesquisa.

A diretora, do CMEI Dilsen Alves, **Ádria Marinho** e ao Dr. **Paulo Alves**, gerente do serviço de Odontologia da ALEAM, pela compreensão e apoio.

Aos amigos, **Paula Cunha, Bruna Gabriella Trigueiro, Anny Carine Aguiar, Erika Jucá, Bruno Grana, Renata Gualberto, Fredson Carvalho, Marcelo Paschoalino, Alex Soares e Mariana Mena** pela colaboração especial.

As amigas **Juliane Rodrigues, Natalia Novello e Giselle Sousa** pelo companheirismo, amizade, conselhos.

Ao amigo **Tiago Fonseca** por sempre estar disponível a ajudar!

Ao amigo de infância **Yuri Gilonna**, por ter tido a paciência de me ensinar os fundamentos básicos do programa AutoCad 2012, o que proporcionou realizar os cálculos dos raios e ângulos de curvatura das raízes.

A todos os meus **amigos do Mestrado**, com o apoio e a amizade de vocês foi possível realizar esse sonho. Obrigada pelas reuniões, pelas mensagens, pelo compartilhamento de informações, pelos desafios vencidos e a vencer. **Maira Carvalho**, obrigada pela amizade, por toda ajuda, pela compreensão e por fazer meu dia mais alegre! **Glauber Palma** pelo companheirismo, amizade construída, cumplicidade e por dividir o laboratório de pesquisa durante um breve tempo. **Samir Noronha** pelo convívio durante a especialização e o mestrado, por dividir experiências, dúvidas e pelo carinho. **Catarina Araújo** por sempre estar de bom humor, e ser uma pessoa divertidíssima! É impossível não rir ao seu lado. **Thiago Mendes** por deixar as aulas mais divertidas com suas observações, e ser sempre otimista! **Joyce Meira** por ser exemplo de persistência diante das dificuldades. **Mateus Souza** pela sabedoria, pelos conselhos e pela ajuda. **Gisely Naura** por ser uma pessoa realista e ter me dado conselhos importantes durante o mestrado. **Alessandra Salino** pelo convívio durante as aulas do mestrado.

A Universidade Federal do Amazonas, em especial a **Faculdade de Odontologia**, em nome da Profa. Dra. **Nikeila Conde** e Profa. Dra. **Flávia Cohen** por todo apoio institucional e amizade.

Aos professores integrantes da banca examinadora pela dedicação de parte do seu tempo à análise deste trabalho. A Profa. Dra. **Tânia Chicre** por todo apoio, auxílios e conselhos durante a fase do experimento piloto e durante a organização da metodologia dessa pesquisa. Ao Prof. Dr. **André Marques** por ter contribuído na composição da metodologia do trabalho e pelo incentivo desde a época da Faculdade.

A **FAPEAM** pela concessão de bolsa de estudos.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar por meio de exame tomográfico a ocorrência e direção do desvio apical, a capacidade de centralização e a porcentagem de aumento de área após instrumentação de canais radiculares com sistemas do Grupo Reciproc[®] (GR) e do Grupo WaveOne[®] (GWO). Vinte e seis molares inferiores com grau de curvatura de $20^{\circ} \leq 40^{\circ}$ e raio ≤ 10 mm, comprimento radicular de 16 mm, diâmetro apical referente a lima K #15 e forames independentes foram utilizados. Após inclusão em resina acrílica autopolimerizável, os dentes foram separados aleatoriamente em dois grupos (n=13): GWO - preparo biomecânico dos canais mesiais com sistema WaveOne[®] e GR - preparo biomecânico dos canais mesiais com sistema Reciproc[®]. O desvio apical e a sua direção foram avaliados a partir da fórmula $D=(X1-X2)-(Y1-Y2)$. A capacidade de centralização foi analisada por meio da fórmula $CC=(X1-X2/Y1-Y2$ ou $Y1-Y2/X1-X2)$, e o aumento percentual da área foi calculado a partir da diferença entre a área do canal instrumentado e não instrumentado. GR apresentou os maiores valores de desvio apical, no entanto, sem diferença estatisticamente significativa em relação a GWO ($P > .05$). Ambos os sistemas proporcionaram maior tendência de transporte no sentido mesial. Ambos os grupos não apresentaram perfeita centralização, com valores similares estatisticamente ($P > .05$). Já o aumento percentual da área pós-instrumentação não apresentou diferença significativa entre os grupos ($P > .05$). Ambos os sistemas promoveram alteração mínima da morfologia do canal radicular.

Palavras-chave: Desvio Apical, Reciproc, WaveOne.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate, by means of tomographic exam, the occurrence and direction of apical deviation, capacity of centralization and percentage of area after root canal instrumentation with the Reciproc[®] and WaveOne[®] systems. Twenty-six mandibular molars with a degree of curvature of $20^{\circ} \leq 40^{\circ}$ and radius ≤ 10 mm, root length of 16 mm, apical diameter with reference to file K #15 and independent foramina were used. After embedment in self-polymerizing acrylic resin, the teeth were randomly distributed into two groups (n=13): WOG system – biomechanical preparation of mesial canals with WaveOne[®] and RG systems - biomechanical preparation of mesial canals with Reciproc[®] system. The apical deviation and its direction were evaluated using the formula $D=(X1-X2)-(Y1-Y2)$. The capacity of centralization was analyzed by means of the formula $CC=(X1-X2/Y1-Y2$ or $Y1-Y2/X1-X2)$, and the percentage increase in area was calculated from the difference between the area of the instrumented canal and that of the non-instrumented canal. RG presented the highest apical deviation values, however without statistically significant difference in comparison with WOG ($P > .05$). Both systems showed greater tendency towards transport in the mesial direction. None of the groups presented perfect centralization, with statistically similar values ($p = 0.05$). While the percentage increase in post-instrumentation area presented no significant difference between the groups ($P > .05$). Both systems promoted minimal alteration in the root canal morphology.

Keywords: Apical Deviation, Reciproc, WaveOne.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
REVISÃO DE LITERATURA	16
OBJETIVO GERAL	60
METODOLOGIA	61
RESULTADOS.....	79
DISCUSSÃO	90
CONCLUSÕES	101
REFERÊNCIAS	102
APÊNDICE.....	108
ANEXO	117

INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico é fundamentado no acesso a cavidade endodôntica, limpeza, desinfecção e modelagem do sistema de canais radiculares para posterior obturação e restauração definitiva possibilitando condições favoráveis para a manutenção da saúde periapical.

Durante o preparo biomecânico, a manutenção da forma original e da posição do forame apical são fatores essenciais no contexto da terapêutica endodôntica para se obter sucesso. Não obstante, várias técnicas tenham sido desenvolvidas para minimizar os erros decorrentes da instrumentação do canal radicular, uma vez que ainda há dificuldades em preparar, efetivamente, canais curvos e achatados devido à complexidade anatômica dos dentes (HARTMANN, *et al.*, 2007; GERGI, *et al.*, 2010).

O preparo biomecânico é uma fase crítica, não só pela diversidade morfológica interna do canal radicular, mas também pela falta de conhecimento dos profissionais, sobre as propriedades físicas das limas endodônticas, assim como da utilização de protocolos técnicos inadequados durante as instrumentações, que podem levar a erros e acidentes como desvio do trajeto original do canal, formação de degraus e perfurações radiculares (CRUZ FILHO, *et al.*, 2009; LOPES; SIQUEIRA Jr, 2010).

O desenvolvimento tecnológico possibilitou a confecção de novos instrumentos fabricados a partir de ligas de Níquel-Titânio, essas ligas possuem propriedades de efeito memória de forma e superelasticidade que constituem o seu grande diferencial. Outras conveniências incluem a redução do tempo de trabalho, do estresse profissional, além de diminuir os erros relacionados à instrumentação de canais curvos, uma vez que essas propriedades fazem com que o instrumento acompanhe mais efetivamente a curvatura do canal radicular, reduzindo o deslocamento apical e a alteração de sua forma original (LOPES; SIQUEIRA Jr, 2010).

Várias pesquisas têm sido realizadas para investigar os efeitos dos diferentes tipos de instrumentos e técnicas de preparação dos canais radiculares lançadas no mercado, as principais estudam: os efeitos do tipo de manufatura dos instrumentos no preparo do canal radicular (FREIRE, *et al.*, 2011), a fadiga cíclica dos instrumentos (PRUETT; CLEMENT; CARNES, 1997; GAVINI, *et al.*, 2012; KIM, *et al.*, 2012), o controle do comprimento de trabalho durante a instrumentação (IQBAL, *et al.*, 2010), a capacidade de centralização dos instrumentos (PASTERNAK-JÚNIOR; SOUSA-NETO; SILVA, 2009; OLIVEIRA, *et al.*, 2009), a geometria do sistema de canais radiculares após instrumentação (LOIZIDES, *et al.*, 2007; PAQUÉ; ZEHNDER; DE-DEUS, 2011), a modificação da curvatura após instrumentação (BERUTTI, *et al.*, 2012), capacidade de limpeza (BURKLEIN, *et al.*, 2012), e o tempo de instrumentação (LOIZIDES, *et al.*, 2007; BURKLEIN; SCHAFER, 2012).

Dentre estes, são observados estudos sobre o transporte ou desvio do sistema de canais radiculares após o preparo biomecânico (CRUZ FILHO, *et al.*, 2009; GERGI, *et al.*, 2010; HARTMANN, *et al.*, 2011; FREIRE, *et al.*, 2011; ALVES, *et al.*, 2012; MEIRELES, *et al.*, 2012). O transporte ou desvio é uma modificação do trajeto original do canal radicular em sua porção apical. É considerada uma iatrogenia de ocorrência comum em virtude especialmente do desgaste progressivo da parede côncava de um canal radicular com grau de curvatura acentuada. Este tipo de iatrogenia é recorrente, pois a cada ano são comercializados novos instrumentos e novas técnicas são idealizadas para a instrumentação (CRUZ FILHO, *et al.*, 2009).

A avaliação do desvio apical tem sido realizada por diversos métodos, no entanto, os mais utilizados são os radiográficos (IQBAL, *et al.*, 2010; MEIRELES, *et al.*, 2012), os radiográficos digitais (KUNERT, *et al.*, 2010; ALVES, *et al.*, 2012), a tomografia computadorizada (SANTOS; MARCELIANO; SILVA E SOUZA, 2006; PASTERNAK-JÚNIOR; SOUSA-NETO; SILVA, 2009; OZER; TURKEY, 2011; HARTMANN, *et al.*,

2011), e a microtomografia computadorizada que permite avaliações quantitativas e qualitativas do canal em três dimensões (FREIRE, *et al.*, 2011; PAQUÉ; ZEHNDER; DEUS, 2011).

Há pouco tempo, Yared (2008 e 2011) introduziu um novo conceito sobre preparação endodôntica com somente um instrumento de Níquel-Titânio (NiTi) acionado a motor, sem uso prévio de instrumentação manual. Esse novo sistema de lima única que possui movimento diferenciado do sistema rotatório convencional, o movimento é chamado recíprocante. Nesse movimento os ângulos rotação horários e anti-horários são diferentes e determinam a amplitude do movimento de rotação para direita e esquerda, existem hoje dois sistemas comercializados com estas características, o sistema Reciproc[®] e o WaveOne[®].

O sistema Reciproc[®] é composto por três instrumentos de conicidade progressiva R25 (25.08), R40 (40.06) e R50 (50.05). São fabricados com liga de Níquel-Titânio que possui um tratamento térmico diferenciado denominado *M-Wire*, isso possibilita maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica quando comparado ao Níquel-Titânio tradicional. Possui secção transversal em forma de “S”. Os instrumentos Reciproc[®] giram no sentido anti-horário a 150° e em seguida no sentido horário a 30°, esses instrumentos são utilizados em 10 ciclos por segundo do movimento recíprocante, aproximadamente 300 rpm (KIM, *et al.*, 2012; YARED, 2011).

O sistema WaveOne[®] é composto por três instrumentos fabricados com ligas de *M-Wire* de Níquel-Titânio. Os instrumentos são denominados *Small* (21.06), *Primary* (25.08) e *Large* (40.08). Possuem secção transversal em forma de triângulo convexo modificado na ponta e triângulo convexo em direção coronal. Os instrumentos WaveOne[®] giram no sentido anti-horário a 170° e em seguida no sentido horário a 50° (KIM, *et al.*, 2012; WEBBER, *et al.*, 2011).

Nesse contexto, periodicamente novos instrumentos são idealizados e diversas técnicas são desenvolvidas para a preparação do sistemas de canais radiculares. Por conseguinte, é indispensável analisar o desempenho desses sistemas para avaliar a presença de alterações morfológicas que podem surgir no terço apical, a fim de permitir o aprimoramento dos instrumentos, ressaltando assim, suas qualidades e limitações de utilização.

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. Foram utilizados 29 dentes humanos que apresentavam apenas um canal radicular e formação completa da raiz. 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° a 20°) e nove foram classificadas como severas (25° a 70°). 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. Mais estudos devem ser realizados para determinar quando um canal foi bem preparado.

Gambill; Alder; Rio (1996) avaliaram as limas manuais de NiTi em comparação com as limas de aço inoxidável usando técnicas de instrumentação de limagem e alargamento e introduzir e avaliar um sistema de análise de imagem Tomografia Computadorizada (TC) na comparação da instrumentação endodôntica. Foram selecionados 40 dentes com raio de curvatura de 10 graus. 36 dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos contendo 12 cada e 4 dentes para o grupo controle. Os dentes foram escaneados por meio da TC antes da instrumentação. O grupo A, os canais foram instrumentados com um quarto de volta e movimento de tração com limas tipo K-flex. O grupo B, os canais foram preparados com limas manuais de NiTi (Limas Mity) utilizando a mesma técnica do grupo A. O grupo C foi preparado com limas manuais NiTi (Limas Mity) usando uma técnica de alargamento. Os dentes instrumentados foram novamente escaneados utilizando a TC, e as imagens dos canais não instrumentados foram comparadas com as imagens dos canais instrumentados. O grau e direção do transporte do canal foi determinada através da medição da distância mais curta a partir da extremidade do canal não instrumentado para a extremidade do dente em ambas as direções mesiais e distais e, em seguida, comparando com as mesmas medidas realizadas a partir das imagens dos canais instrumentados. A fórmula seguinte foi utilizado para o cálculo de transporte: $(X1-X2) - (Y1-Y2)$. A média da taxa de centralização foi calculado a cada seção usando a seguinte proporção: $(X1 - X2)$ ou $(Y1-Y2)$, em que o numerador deveria ser sempre o menor valor das equação. Resultados próximos a 1 indicavam perfeita capacidade de centralização. Os instrumentos de NiTi (limas Mity) usados em uma técnica de alargamento causou significativamente menor desvio apical ($p < 0,05$), removeu

significativamente menor volume de dentina ($p < 0,05$), exigido menos tempo de instrumentação ($p < 0,05$), e produziu canais mais centralizados e preparações mais arredondadas quando comparados as limas K-flex de aço inoxidável usado a técnica de um quarto de volta e movimento de tração. A tomografia computadorizada utilizada neste estudo forneceu um método repetitivo, não invasivo de avaliação de determinados aspectos da instrumentação endodôntica.

Pruett; Clement; Carnes (1997) avaliaram os efeitos dos instrumentos em rotação por minuto (rpm) operacionais, diâmetro do eixo e curvatura do canal (incluindo ângulo e raio de curvatura) na resistência à fadiga e à separação resultante de instrumentos endodôntico de liga de Ni-Ti. Este estudo foi requerido para definir os parâmetros de curvatura do canal de uma forma mais exata do que o método de Schneider. Foram definidos os parâmetros de ângulos de curvatura de 30, 45 e 60 graus, e raios de curvatura de 2 e 5 mm. Foram avaliados instrumentos Lightspeed #30 e #40. Os canais artificiais foram confeccionados a partir do calibre 18-G, de agulhas de aço inoxidável com um diâmetro interno de 0,83 mm. Instrumentos foram inseridos nos canais, e as cabeças foram presas na pinça do Dinamômetro Magtrol. Uma peça de mão elétrica foi acoplado à haste do instrumento, e a velocidade de operação de 750, 1300 ou 2000 rpm foi ajustado usando o dinamômetro de leitura. Foi definido como limite de tempo para coleta de dados o prazo de 18 minutos. Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA), com o procedimento Neuman-Kuels com nível de confiança de 95%. Fragmentos de instrumentos fraturados foram coletados por grupo e foram examinados sob microscopia eletrônica de varredura. O rpm operacional analisado 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 resultados também sugerem que o efeito do raio de curvatura como uma variável independente deve ser considerado em estudos que avaliam a instrumentação.

Kartal; Cimilli (1997) determinaram a frequência, grau de curvatura e configuração dos canais méso-vestibular e méso-lingual de primeiros molares inferiores. Foram selecionados 697 molares inferiores, as raízes distais foram seccionadas. O cateterismo nos canais mesiais era realizada com limas tipo K #8 a #15 de modo que a lima continuasse completamente adaptada ao canal radicular. Duas radiografias foram realizadas uma na direção vestibulo-lingual e outra na direção méso-distal. Para cada dente, a partir das radiografias, foram calculadas o raio de curvatura da raiz primário pelo método pelo método de Schneider e o raio de curvatura secundário pelo método de Cunningham e Senia. Todas as amostras utilizadas tinham diferentes graus de curvatura na direção vestibulo-lingual e na direção méso-distal. Os canais foram classificados de acordo com Vertucci, e foi encontrado 40,7% do tipo II (dois canais separados no terço cervical e médio, terminando em forame único). Uma correlação estatisticamente significativa foi encontrada entre o grau de curvatura primária obtida na radiografia vestibulo-lingual em todos os canais mesiais e grupos. O tipo VI da classificação de Vertucci demonstrou um forte relação entre outros grupos ($p < 0,05$). Uma forte correlação foi observada entre os valores da curvatura secundária obtida na radiografia vestibulo-lingual dos canais mesiais somente no tipo II da classificação de Vertucci.

Peters; Schönenberger; Laib (2001) compararam os efeitos da instrumentação de quatro técnicas no volume do canal e na área de superfície usando a reconstrução 3D dos canais radiculares pela Micro Tomografia Computadorizada (μ TC). Selecionaram 40 molares superiores, os espécimes foram divididos em 4 grupos contendo 10 dentes cada e 30 canais. Os sistemas utilizados em cada grupo foram as limas K de NiTi, o sistema Light-speed, o Profile 0,04 e o GT Rotatório. A μ TC foi usado para analisar os canais radiculares antes e

após o preparo radicular. As diferenças no volume de dentina removido, retificação do canal, a proporção da área do canal e de transporte do canal foram calculados utilizando o programa plataforma Open VMS. Os canais instrumentados foram significativamente mais arredondados, apresentaram maiores diâmetros e retificações do que canais não instrumentados ($P < 0.001$). Os canais preparados com instrumentos rotatórios GT tiveram uma conicidade significativamente maior do que canais preparados com as três outras técnicas ($P < 0,001$). Em geral, a média de transportes do canal foram $123,66 \pm 84,2$, $89,81 \pm 70,87$ e $97,72 \pm 99,13$ mm para os terços cervical, médio e apical, respectivamente. Todas as técnicas de instrumentação deixaram pelo menos 35% ou mais da área de superfície dos canais inalteradas. Houve poucas diferenças entre as quatro técnicas de instrumentação utilizadas. Por outro lado, foi demonstrado uma evidente variação da anatomia do canal. Novos estudos com técnicas 3D são necessárias para compreender os aspectos biomecânicos da instrumentação do canal radicular.

Santos; Marceliano; Silva e Souza (2006) avaliaram o desvio apical de canais radiculares curvos instrumentados pelos sistemas K3[®] e ProTaper[®]. Foram utilizados 20 canais radiculares de primeiros molares superiores e inferiores humanos, os quais foram divididos em 2 grupos, o grupo A (10 dentes) foi instrumentado pelo sistema K3 e o grupo B (10 dentes) com o sistema ProTaper[®], a forma de avaliação do desvio foi a dupla exposição radiográfica. As tomadas radiográficas foram feitas antes e após a instrumentação, com um tempo de 0,3 segundos em cada exposição, ocorrendo assim, sobreposição das imagens. Em 3 espécimes, de cada grupo, foi realizada a tomografia computadorizada tridimensional, como forma adicional de avaliar o desvio apical. Os resultados obtidos foram avaliados pelo teste paramétrico *Student-Newman-Keuls* 5% o qual denotou não haver significância em relação ao desvio apical entre os grupos estudados. Os resultados das imagens de tomografia computadorizada mostraram que o maior desvio do canal principal ocorreu na área disto-

lingual, para ambos os sistemas estudados. Ambas as técnicas promoveram desvio apical. A tomografia computadorizada revelou ser um método de análise promissor em estudos *in vitro* na área de Endodontia.

Hartmann (2006) analisou comparativamente a instrumentação do canal mésio-vestibular de molares superiores com três técnicas distintas por meio da tomografia computadorizada. Foram selecionados 60 molares superiores, e utilizadas apenas as raízes mésio-vestibulares. Os dentes foram distribuídos em três grupos, e a instrumentação radicular realizada no Grupo 1 foi com limas manuais Flexofile[®]; no Grupo 2, com limas Flexofile[®] com a cinemática oscilatória acionada por motor elétrico e, no Grupo 3, com o sistema de rotatório ProTaper[®], acionado por motor elétrico. O desgaste, acarretado pela instrumentação, foi mensurado por meio da distância entre as superfícies internas do canal radicular anatômico e cirúrgico nas faces vestibular, palatina, mesial e distal, nos três terços. O desvio apical foi medido por meio do desvio do centro do canal cirúrgico, a partir do canal anatômico. Em relação ao terço apical, a técnica manual apresentou menor desgaste, comparativamente às técnicas oscilatória e rotatória. No terço médio, a técnica oscilatória apresentou maior desgaste com diferença estatística. No terço cervical, não houve diferença estatística entre as técnicas. Quanto ao desvio apical não se observou diferença estatística entre as técnicas. As três técnicas utilizadas na pesquisa produziram desvios apicais. A Tomografia Computadorizada constitui-se um excelente alternativa para a avaliação do preparo do canal radicular.

Berendt (2007) patenteou os métodos necessários para alcançar uma melhor resistência à fadiga cíclica dos instrumentos fabricados a partir das ligas de Nitinol. Os métodos envolvem o rearranjo térmico e mecânico, bem como a estabilização induzida a frio da fase martensítica em instrumentos de Nitinol, de tal modo que as partes de Nitinol permaneçam termodinamicamente em estado martensítico, mesmo quando o dispositivo está a

uma temperatura acima da crítica de funcionamento, o que impede uma alteração de fase. O método inicia com um fio de Nitinol em um estado austenítico. Este material é trabalhado a frio de 45+/-5% (redução de área da secção transversal) com o diâmetro final seguida por tratamento térmico final de 500 a 600° C durante 60 a 120 segundos. Com o material no estado martensítico em 35+/-5% trabalhados a frio para o diâmetro final. A liga é então submetida a tratamento térmico final, entre 400 e 475° C durante 120 a 300 segundos e, em seguida, um ciclo térmico sob alongamento com restrição de 1 a 4% entre as temperaturas frio (0 a 10 ° C) e quente (100 a 180 ° C) durante 3 a 5 vezes. O material resultante, em seguida, tem um módulo de elasticidade da seguinte forma: as condições austeníticas: Médio ~10 Mpsi e condições martensíticas: Média de ~6 Mpsi ("Mpsi", que significa "milhões de libras por polegada quadrada"). Uma série de testes de desempenho de fadiga indicaram que a melhoria do fio de Nitinol estabilizado na fase martensítica tem uma vida útil de até sete vezes maior do que as convencionais disponíveis na fase Austenítica sob as mesmas condições de operação. As ligas de Nitinol podem existir em duas diferentes estruturas de cristal dependendo da temperatura. Em temperaturas mais baixas, o Nitinol está em fase martensítica, que proporciona maior flexibilidade e maleabilidade, entretanto, pode ser facilmente deformada por meio da aplicação de tensão. Em temperaturas mais elevadas, acima de uma temperatura crítica da liga, a liga de Nitinol permanece em fase austenítica, que tem como característica ser uma fase forte e dura da liga, com propriedades semelhantes às do titânio. As ligas de Nitinol podem sofrer uma mudança de fase como resultado da aplicação de uma tensão. Instrumentos endodônticos, sob condições austeníticas, testados a 37°C demonstraram em média 85,7 segundos até a fratura ocorrer, enquanto que sob condições martensíticas mostraram em média 261 segundos até a fratura ocorrer, significando uma melhoria superior a 300%.

Hartmann *et al* (2007) compararam *in vitro*, com a Tomografia Computadorizada (TC), a ocorrência de transporte do canal méso-vestibular de molares superiores, instrumentados pela técnica manual, oscilatória, e rotatória. Sessenta molares superiores, com curvatura de 20 a 40° foram selecionados e divididos em 3 grupos contendo 20 espécimes cada. O Grupo 1, foi realizada a instrumentação manual com limas tipo K. O Grupo 2, foi realizada a instrumentação com limas tipo K acopladas no motor elétrico oscilatório; o Grupo 3, foi utilizado o sistema rotatório ProTaper® de NiTi no motor elétrico. Para comparar o transporte produzido pelas diferentes técnicas, as imagens da pré-instrumentação e pós-instrumentação foram obtidos por meio da TC da secção transversal raiz no 3 mm apical. As imagens da TC foram exportadas para o *software* Adobe Photoshop, e as imagens inicial e final foram sobrepostos para detectar as diferenças na parede radicular entre elas. A técnica manual produziu menor transporte, seguida da técnica rotatória e oscilatória, esta diferença foi estatisticamente significativa. Todas as técnicas estudadas produziram transporte. De acordo com a metodologia utilizada e com base nos resultados deste estudo, o desvio produzido pela técnica manual foi significativamente inferior a técnica oscilatória e rotatória e todas as técnicas produziram transporte do canal radicular.

Loizides *et al* (2007) estudaram comparativamente o efeito de duas técnicas de preparação de canais radiculares com sistemas de Níquel-Titânio Hero® e ProTaper® Rotatório, avaliando a geometria do canal por meio de microtomografia computadorizada (micro CT). Foram selecionados 11 primeiros molares (22 canais mesiais). A curvatura da raiz foi determinada de acordo com a técnica de Schneider. Os espécimes foram posicionados sobre um microscópio electrónico de varredura, montados no dispositivo e digitalizados em unidades Micro TC. A reconstrução foi realizada pelo *software* SkyScan. Os canais méso-vestibulares e méso-linguais foram aleatoriamente distribuídos e instrumentados os sistemas rotatórios. O grupo I foi instrumentado com sistema Hero® com velocidade de 300 rotação

por minuto (rpm) utilizando a sequência até a lima Hero[®] Apical .06 no comprimento de trabalho (CT). O grupo II foi instrumentado com sistema ProTaper[®] com velocidade de 250 rpm utilizando a sequência até a lima F3 no CT. Após a instrumentação, os espécimes foram escaneados novamente. Todas as imagens da secção transversal foram importadas no programa Photoshop V.7 e as imagens da pós-instrumentação foram ajustadas para 50% de opacidade e sobrepostas sobre a imagem da pré-instrumentação. Depois disso, seis diretrizes de orientações foram definidas para marcar as medidas. As seções transversais e imagens sobrepostas foram estudados e avaliados pelo programa *SigmaScan Pro V 5.0.0*. Foram analisados a forma, o perímetro da seção transversal, área do canal radicular, o transporte do canal e a taxa de centralização. Os transportes apicais foram determinados pela média das distâncias determinadas para mesial, distal e o diâmetro. A análise estatística usada foi Teste T Student e o teste da Análise de Variância. Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois sistemas ($p = 0,622$) quanto ao tempo de instrumentação. Não foram encontradas diferenças significativas entre a forma do Hero[®] e ProTaper[®] ($p = 0,632$). Foram encontradas diferenças significativas entre os valores da área após a instrumentação com os dois sistemas em todos os níveis ($p < 0,001$). Em relação à diferença na área antes e após a instrumentação, foram encontradas diferenças significativas em todos os níveis entre os dois grupos ($p < 0,001$). O sistema ProTaper[®] mostrou tendência para transporte apical. Recomenda-se para estes sistemas utilização de outros instrumentos de menor conicidade e mais flexíveis a fim de evitar o transporte apical em canais curvos.

Yared (2008) descreveu uma nova técnica de preparação do canal usando somente um instrumento rotatório de Ni-Ti. A técnica envolve o uso somente de uma lima 8 e a lima F2 de NiTi do sistema rotatório ProTaper[®] em movimento de rotação alternada (MRA). O cateterismo é realizado com uma lima 8 de aço inoxidável no comprimento de trabalho (CT), indicado pelo localizador apical, em seguida, é realizada a tomada radiográfica. A lima F2 de

Ni-Ti do sistema rotatório ProTaper[®] é usada para a preparação em movimento horário e anti-horário, com o auxílio de um contra-ângulo de redução 16:1 conectado a um motor ATR Vision que permite a rotação alternada. A lima F2 é usada com pequenos movimentos de mão e uma leve pressão apical até que seja encontrada resistência. Então, o instrumento é removido do canal, limpo com gaze e reutilizado. Essa etapa é repetida até que o instrumento F2 alcance o CT. Em canais mais largos podem ser empregadas limas manuais após o uso da F2 no CT para alargar o terço apical. Esta nova técnica proporciona menores custos, uma vez que utiliza um único instrumento endodôntico, também possibilita a eliminação de contaminação cruzada e redução da fadiga do instrumento com o uso de um único instrumento manual e rotatório. A primeira impressão e a experiência preliminar desta técnica são animadoras. Entretanto, é essencial a realização de uma adequada avaliação laboratorial e clínica dos diversos parâmetros (extrusão apical de resíduos, incidência de fratura de instrumentos, transporte apical etc.).

Aguiar *et al* (2009) avaliaram as paredes instrumentadas de canais radiculares preparados com o sistema rotatório ProTaper[®] Universal. Vinte raízes méso-vestibulares de primeiro molar inferior foram obtidos. As raízes méso-vestibulares tinham ápices completamente formados e graus de curvatura variando entre 35 ° a 60°. Foi realizado o acesso coronal, e a raiz distal foi seccionada da raiz mesial. Os espécimes foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável. Após, os blocos de acrílico foram removidos dos moldes e seccionadas transversalmente três milímetros a partir do ápice. Os terços apicais foram visualizados com uma lupa estereoscópica (x 45) e as imagens pré-operatórias foram capturados digitalmente. Os espécimes foram remontados nos seus moldes e divididos em dois grupos com 10 canais radiculares cada um, foram observados os graus de curvatura do canal para que fossem igualmente distribuídos entre os grupos. Após, foi realizado o preparo biomecânico como segue Grupo 1: Sistema Rotatório ProTaper[®] Universal até a lima F3 e

Grupo 2 (controle): Instrumentados de acordo com a técnica coroa-ápice com limas manuais do Nitiflex[®]. Os canais foram instrumentados até a lima correspondente a de tamanho 30. Após a instrumentação os espécimes foram removidos dos moldes de resina acrílica, e as secções transversais do terço apical foram vistas novamente com o estereoscópico Lupa (x 45) e as imagens pós-operatórias foram capturados digitalmente. A ação dos instrumentos no canal radicular paredes foi analisada. Os dados foram registrados e a eficácia dos instrumentos utilizados foi avaliada. Os seguintes escores utilizados: escore 0, ausência parede ou paredes não instrumentadas; escore 1, a presença de parede ou paredes não instrumentadas. A concordância entre os examinadores sobre as paredes instrumentadas foi avaliada pelo teste Kappa de Cohen. Os dados referentes às paredes instrumentadas foram analisados pelo teste exato de Fisher e o teste Qui-quadrado. Um nível de significância de 0,05 foi adotado para todos os testes. Não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as paredes instrumentadas e não instrumentadas. Não houve nenhuma evidência de que qualquer instrumento foi diferente dos demais quanto à sua capacidade de instrumentar todas as paredes do canal radicular. Houve uma perfeita concordância entre os examinadores quando observaram os grupos 1 e 2 ($K = 1,000$). Dentro das limitações do presente estudo, as limas de Nitiflex[®] e o sistema rotatório ProTaper[®] Universal falharam na instrumentação das paredes do terço apical dos canais radiculares, mas demonstraram uma aceitável capacidade de dar forma aos canais radiculares.

Cruz Filho *et al* (2009) compararam o desvio apical de canais radiculares por intermédio de tomografia computadorizada, em raízes com curvatura acentuada após o preparo biomecânico com instrumentos mecanizados e comparar com a instrumentação manual. Foram selecionados 40 raízes méso-vestibulares de molares superiores humanos com curvatura entre 20° e 40°, distribuídas aleatoriamente em quatro grupos: grupo 1 instrumentação manual, grupo 2 técnica rotatória contínua, grupo 3 técnica rotatória

oscilatória e grupo 4 técnica rotatória contínua associada à oscilatória. Para comparação do desvio apical, realizou-se exame tomográfico antes e após o preparo biomecânico dos quatro primeiros milímetros aquém do forame apical, totalizando, portanto, quatro cortes por raiz de forma perpendicular (corte axial) e interpolação (cortes de 1 em 1 mm aquém do ápice). Por intermédio do teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis comparou-se o desvio apical entre as técnicas preconizadas. O resultado mostrou haver diferença estatística significativa entre as amostras. O teste complementar de Dunn evidenciou maior grau de desvio para a técnica manual, quando comparada às demais. E as técnicas rotatória contínua, rotatória oscilatória e a associação entre ambas foram semelhantes entre si. Apesar dos diferentes sistemas de instrumentação e de instrumentos disponíveis, nenhuma das técnicas conseguiu evitar o desvio apical durante o preparo biomecânico, o que continua sendo um desafio para o cirurgião-dentista.

Pasternak-Júnior; Sousa-Neto; Silva (2009) avaliaram o transporte do canal e a habilidade de centralização dos instrumentos rotatórios RaCe[®], por meio de tomografia computadorizada Cone Beam, após a preparação dos canais méso-vestibulares de molares superiores. Foram selecionados 30 primeiros molares superiores e o grau/ raio de curvatura da raiz foi determinado pelo método de Schneider e Pruett *et al*, respectivamente. Todos os dentes foram padronizados em 18 mm e as curvaturas variaram de 32° a 49° e o raio entre 5,5 e 9,9 mm. Em cada dente, 3 mm das raízes palatinas e disto-vestibulares foram separadas usando brocas. Os ápices das raízes méso-vestibulares foram inseridas numa base retangular incolor de parafina (100 x 80 x 2,5 mm) montadas em placa de vidro com as mesmas dimensões, até que todos os ápices pudessem ser visualizados em três matrizes de 10 dentes cada. Depois, a placa de vidro foi coberta com uma banda de aço inoxidável. E para encher todo o espaço a resina acrílica autopolimerizável foi então inserida até que as raízes ficassem cobertas, exceto na porção apical que foi inserido na base de parafina. Os espécimes foram

ajustados para uma escala de Fox e adaptados ao Tomógrafo Cone Beam, as imagens foram capturadas em um pequeno campo de visão (6 cm) com 40s de tempo de exposição e resolução de 0,2 voxels, e tamanho do pixel de 0,20 mm, totalizando 599 cortes nas direções axiais e frontais. O programa Xoran-Cat foi utilizado para reconstrução de imagem. Vinte e sete dentes foram submetidos a três feixes na tomografia computadorizada, no pré-operatório, e após o preparo com a lima 35.02 e lima 50.02. As imagens foram editadas com o programa Photoshop CS3 e gravadas no formato JPEG. O transporte e capacidade de centralização foram medidos com referência à distância entre a porção não instrumentada dos canais radiculares e da porção mesial e distal da raiz, em comparação com as imagens obtidas após a preparação com as limas 35.02 e 50.02. O transporte após o preparo com a lima 35.02 foi de $0,030 \pm 0,253$ milímetros e depois da lima 50.02 foi de $0,057 \pm 0,317$ milímetros. A taxa de centralização após o preparo com a lima 35.02 $0,42 \pm 0,32$ e após a lima 50.02 foi de $0,54 \pm 0,29$, sem diferença estatística significativa entre o grupos. Os instrumentos RaCe[®] permitiram a elaboração de canais radiculares curvos com diâmetros de preparação maior do que os usados normalmente, com mínimo transporte e capacidade de centralização adequada.

Oliveira *et al* (2009) avaliaram por meio de tomografia computadorizada Cone Beam, o transporte e a capacidade de centralização de diferentes sistemas. Foram selecionados 50 molares maxilares, o ângulo e raio de curvatura das raízes foram determinadas pelo método de Schneider e Pruett *et al*. Todos os dentes foram padronizados em 17 mm e grau de curvatura entre 22° e 38°, e raio de 39 a 11.42 mm. Os ápices dos canais méso-vestibulares de cada dente foram inseridas numa plataforma perfurada de acrílico, onde todas as raízes foram fixadas no mesmo nível para padronização dos espécimes durante a captura das imagens pré e pós-instrumentação na Tomografia. Os dentes foram organizados em 5 linhas de 10 dentes, garantindo que os eixos vestibulo-lingual e méso-distal estavam no mesmo sentido. 10 dentes foram usados como referência do posicionamento dos

espécimes na plataforma de acrílico durante a tomografia. Os 40 dentes remanescentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos, com 10 dentes cada, e preparados de acordo com cada tipo de técnica. Grupo I – foi preparado com lima pré-curvadas K-Flexofile[®] pelo sistema oscilatório; Grupo II - foi preparado com lima NiTiflex[®] no sistema oscilatório. O Grupo I e II utilizou a sequência: 40.02 em 10 mm; 35.02 em 12 mm, e 30.02 em 14 mm; instrumentos 25.02, 30.02, 35.02 e 40.02 em 16 mm. Grupo III - foi preparado com sistema rotatório K3. Grupo IV - foi preparado com sistema rotatório RaCe[®]. A sequência para os grupos III e IV foram: 25.06 em 12 mm, 25.04 em 14 mm; 25.02, 30.02, 35.02 e 40.02 em 16 mm. Realizaram-se exames tomográficos antes e após o preparo biomecânico com batente apical estabelecido em 40.02. As imagens Tomográficas obtidas dos 3° mm apicais foram analisadas utilizando o programa Cyclops MedStation. A porção externa e interna dos canais foram medidas e o limite estabelecido pelo voxel correspondente ao efeito do volume parcial. As medidas das áreas não instrumentadas e do canal após a instrumentação foram definidas voxel por voxel. O transporte foi mensurado a partir das menores distâncias entre a parede interna do canal e os lados mesial e distal das raízes e a capacidade de centralização pela relação entre as diferenças das mensurações obtidas na avaliação do transporte, por meio do método de análise linear voxel a voxel. Foi aplicado o teste estatístico paramétrico ANOVA e Tukey, então o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi usado, obtendo nível de significância de 5%. O transporte foi, em média, de $0,06 \pm 0,14$ mm, sendo a tendência do desvio para mesial (n=22), porém sem diferença estatística entre os grupos (p=0,4153). O índice de centralização foi, em média, de $0,15 \pm 0,65$, sem diferença estatística entre os grupos (p=0,0881). O transporte e a capacidade de centralização não foram influenciados pelo tipo de movimento mecânico e instrumentos utilizados.

Moore *et al* (2009) avaliaram por meio da Micro Tomografia Computadorizada a preparação apical do canal radicular usando três técnicas de instrumentação com objetivo de

investigar as mudanças na morfologia do terço apical. Selecionaram 21 primeiros molares maxilares e 19 primeiros molares mandibulares. Os dentes foram montados com plano oclusal contra o *Skyscan* ou disco de resina para que fosse possível reproduzir a orientação pré e pós-operatória. Todos os dentes foram escaniados antes da preparação. Radiografias digitais vestibulo-linguais e méso-distais foram tiradas para saber a direção que a lima Hedstrom[®] #10 estava no canal e para calcular o ângulo e raio de curvatura dos canais. Os dentes foram divididos uniformemente, para assegurar uma distribuição equitativa dos números, curvaturas e raios dos canais, para dois operadores e os canais foram distribuídos nos grupos representados pelos três instrumentos. Grupo 1: preparado por um operador usando brocas Gates 2 e 3 para porção coronal e médio e a técnica da força balanceada com limas manuais tipo K de aço inoxidável. Os canais méso-vestibulares dos dentes maxilares e mandibulares foram refinados com limas de Níquel-Titânio FlexMaster[®] taper 0.04 de acordo com as recomendações do fabricante. Esses canais foram então considerados um grupo separado (Grupo 2) na análise dos resultados. Grupo 3: foi preparado pelo segundo operador usando técnica de instrumentação híbrida rotatória semelhante a descrita por Walsch (2004). Após o cateterismo com lima Hedstrom[®] #15, as limas ProTaper[®] S1, S2 e F1 foram usadas no comprimento de trabalho. A preparação apical foi finalizada com lima FlexMaster[®] 0.04 para os canais com diâmetro de lima #40, os que apresentavam diâmetros mais largos, foi utilizado ProFile 0.04 correspondentes a limas #45 e #60. Os canais foram reconstruídos usando o programa NRecon reconstrução volumétrica e analisados com o programa *Analyser TC*. O volume de interesse foi definido utilizando a técnica descrita por Peters *et al* (2000). A quantidade de dentina removida foi calculada como a diferença entre os valores do canal na pré e pós-instrumentação. O Índice modelo estrutural (IME) foi registrada para quantificar a "circularidade" do canal. A média do diâmetro do canal, descrita por Hildebrand Rueggeger (1997a), foi calculado sobre o 1º mm apical do preparo e comparado com o diâmetro teórico

médio da maior lima apical (MLA). Para avaliar o transporte sobre o 1º mm apical do preparo do canal utilizou-se o cálculo da distância tridimensional entre o centro do canal e o centro da superfície externa da raiz usando a calculadora de Euclidian (Teknomo 2006). O Teste Anova foi definido em $p=0,05$ e o Teste de Fisher LSD foi usado quando houve uma diferença estatística. Os instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio mantiveram a posição do canal original, produziram preparações uniformemente afiladas e livres de erros processuais. Os canais preparados com instrumentos de aço inoxidável apresentaram um corte transversal mais irregular e cônico, com irregularidades apicais detectadas. As únicas diferenças estatísticas observadas entre os grupos foram na circunferência dos canais e quanto perto as dimensões do canal preparado foram para o instrumento final utilizado. A quantidade de dentina removida e do transporte do canal não foram estatisticamente diferentes. A utilização da instrumentação com sistema rotatório híbrido de Níquel-Titânio produz canais redondos ($P < 0,001$), cujas dimensões coincidem com as do último instrumento utilizado ($P < 0,001$). O preparo com os sistemas rotatórios de Níquel-Titânio, mesmo de maiores tamanhos apicais implica em um risco mínimo de iatrogenias até em operadores menos experientes.

Gergi *et al* (2010) compararam o transporte do canal radicular e capacidade de centralização do canal com limas Twisted[®], PathFile-ProTaper[®] e limas convencionais de aço inoxidável tipo-K usando tomografia computadorizada (TC) em canais radiculares com curvatura severa. Noventa canais radiculares com curvatura severa variando de 25 a 35 graus e raio curto menor que 10 mm foram selecionados. Canais foram divididos aleatoriamente em três grupos contendo 30 espécimes cada. O grupo 1 foi instrumentado com as limas Twisted[®], o grupo 2 com as limas PathFile-ProTaper[®] e o grupo 3 (controle) foi instrumentado com limas manuais tipo K-flexofile[®] pela técnica *step-back*. O transporte apical ocorrido foi avaliado por meio de tomografia computadorizada. Foram registradas três cortes da porção apical, média e coronal do canal radicular. O valor do transporte apical foi determinado pela

medição da menor distância da margem do canal não instrumentado na porção externa das raízes (mesiais e distais) e, em seguida, comparando este com as mesmas medidas obtidas a partir das imagens pós-instrumentação. A capacidade de centralização foi calculada para cada secção usando a seguinte proporção: $(a1 - a2) / (b1 - b2)$ ou $(b1 - b2) / (a1 - a2)$. Os três grupos foram comparados estatisticamente pela análise de variância de Tukey. O menor transporte apical e melhor capacidade de centralização ocorreu com instrumentos rotatórios Twisted[®], seguido pelo sistema ProTaper-Pathfile[®], as limas tipo k apresentaram o maior valor de transporte apical. O sistema de Twisted[®] demonstrou melhores resultados em todas as variáveis avaliadas neste estudo, apresentou significativamente menor transporte apical e mantiveram a forma do canal original quando comparado às outras técnicas.

Kunert *et al* (2010) analisaram o transporte apical associado com instrumentos ProTaper[®] Universal F3 e F4 usando radiografia digital de subtração, em canais mésio-vestibulares de primeiros molares superiores. Foram selecionados 25 molares, com raiz mésio-vestibular medindo de 15 a 21 mm com curvaturas variando entre 23 e 31 graus. A odontometria para definir o comprimento de trabalho (CT) foi realizada com uma lima k #10 até que fosse visível no forame apical e então subtraía 1 mm desta medida. A radiografia 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 padronização das radiografias. O transporte apical foi avaliado por meio da subtração radiográfica de imagens do canal obtidas antes e após a instrumentação com as limas F3 e F4. A imagem pré-instrumentação foi realizada com lima k #10 no CT. Primeiramente usou-se a lima S1 até que encontrasse resistência no canal, e a seguir utilizou-se a sequência SX, S1, S2, F1, F2, F3 e F4. Novas imagens foram obtidas com as limas F3 e F4 inseridas e ajustadas no CT do dente. Os pares de imagens dos dentes foram subtraídas usando o programa Adobe Photoshop. O transporte apical associado a lima F3 foi calculado nas diferenças em milímetros entre a lima k #10 e a

lima F3. O transporte apical associado a lima F4 foi calculado medindo a distância entre as pontas do instrumento F3 e F4 mais a distância entre as pontas da lima K #10 e F3. Os dados quantitativos foram analisados por meio de coeficiente de correlação intraclass e teste não paramétrico de Wilcoxon com significância estabelecida em 0,05. Dos 25 molares, 11 mostraram transporte apical na projeção vestibulo-lingual e 13 na posição méso-distal após usar a lima F3. Após lima F4, 22 dentes apresentaram transporte apical na posição vestibulo-lingual e 18 na posição méso-distal. O transporte variou de 0,1 a 0,2 mm. As imagens vestibulo-lingual mostraram significativamente maior transporte apical após usar limas F4 quando comparado a lima F3 em relação à anatomia original do canal ($p = .05$). Não houve diferença significativa observada nas imagens méso-distal. Lima F3 devem ser usados com cuidado em canais curvos e a lima F4 deve ser evitada em preparação do terço apical de canais curvos.

Iqbal *et al* (2010) compararam *in vitro* os instrumentos de Níquel-Titânio Profile GT[®] e GTX[®] quanto ao transporte apical e controle de comprimento de trabalho durante a preparação de canais méso-vestibulares de molares inferiores. Foi utilizada a técnica da dupla radiografia digital, onde uma plataforma giratória em graus que podem ser medidos pelo transferidor. Foram selecionados 40 primeiros e segundos molares mandibulares. Os dentes foram aleatoriamente divididos em dois grupos. As séries de radiografias foram tiradas, com a plataforma giratória em cada tempo de forma incremental, até que a lima e a o canal aparecessem retos na radiografia. O dente foi, então, girado em 90 graus para revelar a máxima curvatura do canal radicular, e a radiografia pré-operatória foi obtida. O grau em que a radiografia pré-operatória foi realizada e registrada, e todas as subsequentes radiografias da amostra foram realizadas na mesma configuração. O grau de curvatura foi calculado usando o programa AutoCAD 2009. Para calcular a distribuição homogeneidade das amostras foi realizada a análise de variância (ANOVA) que comparou o raio de curvatura entre os grupos.

Grupo 1 foi realizado preparo coronário com lima GT[®] 40.08 e instrumentado com lima k #20 até o CT, após foi realizada a técnica coroa-ápice com as limas ProFile GT[®] 30.04, 20.06 até que a lima 30.04 chegasse ao CT. O grupo 2 foi realizado preparo coronário com lima GTX[®] 40.08, foi realizado cateterismo com limas k #15 e instrumentado com limas 20.06, 30.04 até chegar ao CT. Após a instrumentação, foi realizada nova radiografia pós-operatória. Todas as radiografias foram transferidas pra AutoCAD para desenhar o eixo central da lima k e limas finais da GT[®] e GTX[®]. O AutoCAD foi usado para medir a distância entre os dois eixos centrais do comprimento de trabalho e determinar o transporte apical. Todas as análises estatísticas foram realizadas em um PC usando SPSS 10.0. O teste ANOVA não mostrou diferença significativa para os raios de curvatura e também para o transporte apical ($P < .05$) entre os dois grupos. As medidas de mudança no CT para grupo GTX[®] foi de $+0.25 \pm 0.42$, já para o grupo ProFile GT[®] foi de 0.17 ± 0.30 , apresentando diferença estatisticamente significante ($P > .05$). O novo sistema GTX[®] utilizado possui um número menor de limas, por isso pode encurtar a duração e aumentar a eficiência do procedimento. Essas vantagens precisam ser mais bem investigadas.

Madureira *et al* (2010) compararam a capacidade de modelagem de quatro instrumentos rotatórios de NiTi e um instrumento manual em canais simulados em forma de “S”. Para a pesquisa foram selecionados 75 canais simulados com curvatura dupla e foram divididos em 5 grupos contendo 15 dentes cada. Os canais foram comparados em 12 níveis diferentes e em 3 tempos diferentes: antes da instrumentação e após a instrumentação com lima apical #25 e #35. Os canais simulados foram montados em um suporte para realizar a fotografia e as imagens foram analisadas por meio do programa Adobe Photoshop, usando o filtro “Contorno de traço”, definindo os 12 níveis, com traços ao longo de todo o comprimento e perpendicular ao longo eixo do canal radicular. Grupo A foi instrumentado com sistema ProFile GT[®] e ProFile[®]; Grupo B foi instrumentado com sistema ProTaper[®];

Grupo C foi instrumentado com sistema K3[®]; Grupo D foi instrumentado com instrumento manual K Flexofiles[®] e brocas Gates-Glidden[®]. Os dados foram analisados estatisticamente por meio da realização de comparações 2 por 2 com o teste paramétrico de Tukey da Análise de Variância usando um intervalo de confiança de 95%. Todos os 75 blocos de resina apresentaram transporte dos canais radiculares, foi possível observar que a curvatura apical e a primeira curvatura do bloco de resina foi retificada pelos instrumentos. Ao aumentar o diâmetro apical utilizado na instrumentação com os instrumentos com ponta 25 a 35, as duas curvaturas foram retificadas. É possível afirmar que a flexibilidade dos instrumentos está inversamente relacionado com o transporte dos canais radiculares, e que nos canais radiculares com dupla curvatura, a curvatura apical foi sempre retificada.

Setzer; Kwon; Karabucak (2010) compararam o transporte apical de dois sistemas de limas rotatórias e duas técnicas híbridas com instrumentos rotatórios. 124 canais méso-vestibulares de molares, com curvatura de 30° a 60° foram selecionados. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos de 32 dentes. Grupo PF - foi instrumentado com ProFile[®] Series 29 pela técnica coroa-ápice com limas 6 e 2 *taper* 0,04 e 0,06 alternadamente até que a lima # 6 (# 36/.06) chegasse no comprimento de trabalho (CT). Grupo ES - Instrumentados com EndoSequence[®] # 35/.06, # 30/.06, # 25/.06 e # 20/.06 pela técnica coroa-ápice, a sequência foi repetida 3 vezes até # 35/.06 chegasse ao CT. Grupo PFLS – Foi utilizado uma técnica híbrida com Profile[®] Series 29 seguido por LightSpeed[®], foi realizado a mesma sequência do Grupo PF, o alargamento apical foi utilizado LightSpeed[®] e as limas # 35- # 50 foram utilizadas até chegar ao comprimento de trabalho com preparo final # 50. Grupo PTLs - Foi utilizado uma técnica híbrida com ProTaper[®] até a lima F3 no comprimento de trabalho e a sequência acima descrita de LightSpeed[®] até a lima # 50. Foram realizadas duas radiografias digitais, para medir o transporte do canal e as imagens foram importadas para o AutoCAD[®] 2006. A análise estatística realizou os cálculos das

médias e desvios-padrão para cada grupo e análise de testes de variância. Não houve diferença estatisticamente significativa para o transporte apical entre os grupos em qualquer nível do comprimento de trabalho. A combinação de diferentes sistemas de limas conduz a níveis menos elevados de transporte apical. A instrumentação híbrida pode ser uma alternativa válida para alcançar maiores diâmetros apicais com risco diminuído de erros.

Zhang; Cheung; Zheng (2010) examinaram a influência da configuração da secção-transversal e dimensões (tamanho e conicidade) do comportamento de instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio sobre forças de torção e flexão, tendo em conta as propriedades mecânicas não lineares de material. Modelos de elementos finitos foram construídos para 10 instrumentos com diferentes secções transversais, expressando todas as condições de contorno e configuração geométrica numérica. A configuração da secção transversal foi obtida por série de procedimentos para aquisição da forma do instrumento por um dispositivo de medição da imagem. As dez configurações de secção transversal obtidas foram a forma quadrada, triangular, forma de U, forma de S (grandes e pequenos), triângulo convexo, e 4 marcas (Mani NRT[®] e RT2[®], Quantec[®] e Mtwo[®]), foram analisados sob torção ou flexão por usando um método de três dimensões de elementos finitos. As tensões de von Mises foram correlacionadas com os valores críticos para várias fases do material de Níquel-Titânio. Condições de carga diferentes levaram a padrões desiguais de distribuição de tensões. Aumentando o torque aplicado ou o ângulo de flexão resultou num aumento das tensões correspondentes no instrumento. A distribuição favorável de tensões sem tensões de concentração perigosas foi observada se o material estava sob contínua transformação superelástica quando aplicado uma carga. A resistência máxima do material não foi excedido quando o instrumento foi dobrada até 50 graus de curvatura. Por outro lado, quando um momento de torção maior que 1,0 N•mm for aplicada, as tensões máximas desenvolvidas em alguns modelos iriam exceder a resistência à tração do material. Pouca variação nas tensões

de Von Mises foi observada para os instrumentos de diferentes tamanhos e conicidades em flexão para extensão similar. Foi possível observar a fratura antecipada para alguns formatos de secção transversal: Forma de U triangular (1,5 N•mm), Quantec[®] (1,5 N•mm), Mtwo[®] (2,0 N•mm), e RT2[®] (2,0 N•mm). A forma de triângulo-convexo e da forma de S (grande) apresentou a maior resistência (com um valor de tensão mais baixa e com uma distribuição mais uniforme das tensões) para falha de torção entre as 10 formas de secções-transversais. Certas configurações transversais são mais propensas a falhas por sobrecarga de torção do que outras. O desenho da secção transversal do instrumento tem um impacto significativo sobre as tensões de flexão desenvolvidos nos instrumentos rotatórios de NiTi, mais do que o tamanho e conicidade dos instrumentos.

El Batouty e Elmallah (2011) compararam o desvio apical e a mudança na curvatura do canal após preparação do canal usando sistema rotatório K3[®] e Twisted File[®] (TF). Foram selecionados 40 primeiros molares mandibulares canais com curvatura variando de 25 a 35 graus. Após o acesso endodôntico, a raiz distal de todos os espécimes foram separadas usando disco de aço. Foram construídos 4 moldes de plástico medindo 10 mm de comprimento, 10 mm de altura e 10 mm de profundidade. A resina acrílica foi preparada e introduzida no molde. Cada amostra foi inserida na resina acrílica, paralelo ao longo eixo do molde. Radiografias pré-operatória vestibulo-lingual foram realizadas com uma lima k #15 inserida no comprimento de trabalho usando o método radioviográfico. As imagens foram padronizadas usando a técnica de paralelismo descrita por Sydney *et al.* O ângulo de curvatura pré-operatório foi medido usando o programa *Image J* de acordo com método de Schneider. Os 40 dentes foram divididos aleatoriamente em 2 grupos de acordo com o instrumento que iria ser utilizado. O grupo K3: foram instrumentados com sistema K3[®]. O grupo TF: foram instrumentados usando o sistema TF[®]. Todos os canais foram instrumentados usando o motor *X-Smart* da Dentsply[®]. A preparação apical de ambos os

grupos foi com lima #30. No grupo K3[®], todos os canais foram preparados de acordo com a instrução do fabricante. O preparo foi finalizado com a lima #30/0.06. No grupo TF[®], os canais foram instrumentados de acordo com a sequência recomendada pelo fabricante: o preparo foi finalizando com o instrumento #30/0.06. Após a instrumentação, a maior lima rotatória foi inserida no comprimento de trabalho (K3[®] e TF[®]). Usando plataforma radiográfica, cada dente foi radiografado na posição vestibulo-lingual, para que fosse possível a visualização exata da posição radiográfica do primeiro e do último instrumento utilizado para medir o ângulo de curvatura. As diferenças encontradas nos ângulos entre a pré-instrumentação e pós-instrumentação foram calculados e tabulados. Os dados foram submetidos a análise estatística usando teste não-paramétrico com programa INSTAT. O grupo TF mostrou baixa significância estatística nas medidas da curvatura do ângulo pós-operatório ($P < .05$). O grupo K3[®] mostrou baixa significância estatística nas medidas da curvatura do ($P < .05$) de acordo com a porcentagem de mudança na curvatura do canal, Grupo TF mostrou baixa porcentagem de mudança na curvatura do canal (2.99%) quando comparado ao grupo K3[®] ($P < .05$). Dentro das limitações no estudo *in vitro*, e pode-se concluir que sistema TF[®] produziu menos transporte e preservação do canal original melhor grau quando comparado ao sistema K3[®].

Freire *et al* (2011) avaliaram por meio da Tomografia Computadorizada Microscópica (TCm) os canais radiculares preparados com instrumentos de Níquel-Titânio rotatórios por torção ou usinagem, com objetivo de examinar os efeitos da fabricação sobre a quantidade e direção de transporte do canal radicular e sobre a capacidade de centralização dos instrumentos. Foram selecionados quinze molares inferiores que possuíam 2 canais mesiais com forames independentes, grau de curvatura (25-35°), um raio de curvatura < 10 mm. Os dentes foram incluídos em material de impressão de alta precisão para permitir o reposicionamento preciso do dente sobre o suporte para a aquisição de exames pré e pós-

operatório TCm. As amostras foram digitalizados com a utilização de micro tomógrafo de raio-x *SkyScan*. Distâncias pré e pós-operatório foram medidos através de o *software* CTan (*SkyScan* 1172). Cortes axiais correspondendo a distâncias 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 mm a partir da anatomia do ápice foram selecionados, as distâncias entre as bordas não instrumentadas do canal e as bordas de raiz foram medidos nas direções mesial e distal. Após a instrumentação, o mesmo ponto de referência foi adotado para aquisição das medições pós-operatórios. Os canais méso-vestibular foram instrumentados com sistema Twisted File[®] (TF) e os canais méso-linguais foram instrumentados com o Sistema Endo Sequence[®] (ES) utilizando a técnica de coroa-ápice de acordo com as instruções dos fabricantes. Foram utilizados na sequência de um tamanho pré-determinado de conicidade (30/.06, 25/.06 e 25/.04), juntamente com um motor elétrico. O transporte do canal foi calculado em milímetros por meio de uma fórmula descrito por Gambill *et al*. As medições pré e pós-operatória foram comparados para revelar a presença ou ausência de desvios na anatomia do canal e para identificar a região afetada. A taxa de centralização foi calculada para cada secção transversal. Os resultados obtidos nos 2 grupos foram comparados utilizando o teste de Mann-Whitney ($P < .05$). Comportamento semelhante foi observado nos 2 grupos, sem diferenças significativas quando se considera a soma das secções transversais ($P = 0,0968$). O sistema de TF[®] obteve maior taxa de centralização nas secções transversais de 3 mm ($P = .0244$) e 4 mm ($P = 0,0107$). Quanto à direção do transporte canal radicular, TF[®] e ES[®] apresentaram resultados tanto nas direções mesial e distal. Os Sistemas TF[®] e ES[®] podem ser considerados como opções adequados para a preparação de canais curvos, com mínimo transporte apical.

Hartmann *et al* (2011) avaliaram por meio de Tomografia Computadorizada (TC) o transporte apical associado com instrumentos manuais de aço inoxidável, técnica oscilatória e sistema rotatório ProTaper[®] em canais méso-vestibulares de molares superiores. Foram selecionados 60 molares maxilares, comprimento de 19 a 22 mm e grau de curvatura da raiz

de 20 a 40° determinado com programa RadioImp, de acordo com método de Schneider. No canal mésio-vestibular foi inserido uma lima K #10 até o forame apical e o comprimento de trabalho (CT) foi determinado subtraindo 1mm desta medida. Os espécimes foram incluídos em blocos de resina acrílica para facilitar a manipulação. A fim de comparar a direção do transporte do canal, imagens de TC da secção transversal da pré e pós-instrumentação foram obtidos 3 milímetros aquém do forame apical. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 3 grupos (n = 20). Técnica Manual (TM): utilizou-se as limas K-Flexofiles® de aço inoxidável pela técnica coroa-ápice. Os terços cervical e médio foram preparados com brocas Gates-Glidden® 1 e 2. O terço apical foi utilizada a técnica step-back com lima #30 no CT e recuando nas limas #35 e #40. Técnica oscilatória (TO): Utilizou-se sequência idêntica da TM, porém com as limas K-Flexofiles® de aço inoxidável acopladas no motor a oscilatório. Técnica rotatória (TR): Os canais foram preparados usando limas rotatórias de Níquel-Titânio ProTaper® acopladas no motor rotatório. A instrumentação foi iniciada com a lima S1, SX e a instrumentação foi completada com as limas S1, S2 e limas F1, F2, F3 até o CT. Após a instrumentação, os espécimes foram escaneados pela TC, com o mesmo parâmetro. As imagens foram exportadas para o programa Adobe Photoshop. Para detectar as diferenças da parede do canal entre as duas imagens, a imagem final foi sobre posicionada sobre a inicial de modo que seus contornos externos coincidissem. Foi realizado aumento de 1200%, para que um pixel fosse identificado visualmente. Em seguida, o número de pixels foi marcada com um número de pixels 1 (imagem inicial) e um número de pixels 2 (imagem final). A coincidência entre o número de pixels 1 e número 2 pixels não indicou transporte do canal. Quando os pixels não eram coincidentes, a distância entre eles foi medida com a ferramenta régua. A direção do transporte produzido por cada instrumentação foi determinada em relação às paredes do canal. Os dados foram analisados pela análise de variância ANOVA e teste de Tukey com nível de significância de 5%. Em relação às paredes do canal, não houve diferença

estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as técnicas para a parede palatina, mesial, méso-vestibular e disto-vestibular. Por outro lado, diferenças significativas ($p < 0,05$) foram encontradas entre a parede vestibular, distal, direções mesiopalatal e distopalatal. Todas as técnicas produziram transporte e a TO produziu os maiores desgastes de dentina na direção interna da curvatura.

Ozer; Turkey (2011) compararam o transporte apical produzido por três sistemas rotatórios de pontas não cortantes, em canais curvos méso-vestibulares de molares superiores usando tomografia computadorizada de Cone Beam (TCCB). Foram utilizados 75 canais méso-vestibulares de molares superiores com curvaturas de 25° a 47° foram divididos igualmente em três grupos. Os dentes foram codificados, e inseridos em material de moldagem de silicone horizontalmente montado em um apoio com o seu plano oclusal paralela à placa. Os canais radiculares foram escaneados usando TCCB nas secções transversais apicais de raiz 2, 3, e 4 mm acima do forame apical. As imagens de cada dente foram reconstruídas separadamente. Os 60 canais apresentavam curvatura de 25° a 47° . Os canais foram divididos aleatoriamente em 3 grupos contendo 20 espécimes de acordo com a técnica utilizada. Grupo I: foi instrumentado com ProTaper[®] Universal (SX, S1, S2, F1, F2, F3). Grupo II: foi instrumentado com Endoflare[®] e Hero 642[®] Apical (30.06, 25.04, 20.04, 30.04, 30.06). Grupo III: foi instrumentado com FlexMaster[®] (25.06, 25.04, 20.04, 25.04, 30.04, 30.06). Após a preparação, dentes foram colocados nas suas posições originais sobre o material de impressão de silicone e as imagens pós instrumentação foram realizadas seguindo os mesmos parâmetros. As imagens pré e pós-instrumentação obtidas a partir das secções transversais da raiz localizadas 2, 3 e 4 mm acima da forame apical foram comparados usando o Adobe Software Photoshop. Transporte foi medido por sobreposição das imagens final e inicial. Qualquer distância (mm) entre os centros de canal preparado e anatômico foi definida como transporte apical. Curvaturas do canal foram medidos antes e após a instrumentação

com tomografia computadorizada e as imagens foram exportadas para *Image J software*. Os dados foram analisados por ANOVA. Os valores médios de transporte foram de $0,10 \pm 0,03$ milímetros para ProTaper Universal[®], $0,09 \pm 0,03$ milímetros para o HERO[®] 642 Apical, e $0,07 \pm 0,02$ mm para FlexMaster[®], e as diferenças não foram significativas ($P > .05$). As performances de todos os instrumentos foram semelhantes. O transporte apical ocorreu com todos os instrumentos, apesar de não possuírem pontas cortantes.

Paqué; Zehnder; De-Deus (2011) compararam por meio de micro tomografia a técnica de movimento recíproco de uma única lima ProTaper[®] F2 e a sequência rotatória completa. Foram selecionados vinte e cinco primeiros molares inferiores humanos extraídos com 2 canais radiculares mesiais distintos. Canais foram aleatoriamente distribuídos em 2 grupos: grupo 1, a preparação rotatória convencional usando ProTaper[®] e grupo 2, instrumentação com 1 único instrumento ProTaper[®] F2 com movimento oscilatório. Os espécimes foram digitalizados inicialmente e após preparo do canal radicular com uma resolução isotrópica de 20mm usando um sistema de microtomografia computadorizada. Os graus de curvatura da raiz foram calculados pelo método de Schneider, e os dentes que possuíam curvatura de 20 a 40 graus foram incluídos. Grupo 1: foi realizado cateterismo com limas manuais #10 e #15 no comprimento de trabalho (CT). Após, a instrumentação rotatória com 250 rpm foi utilizada para a sequência S1, S2, F1 e F2 no CT. Grupo 2: os canais foram preparados com uma única lima Protaper[®] F2 no movimento oscilatório. Durante a preparação foi usado o movimento lento de bicada e pequena pressão apical. Esse movimento foi repetido até que se alcançasse o comprimento de trabalho. Os seguintes parâmetros foram avaliados: mudanças de volume de dentina, forma paredes do canal, e grau de canal de transporte nos 4 mm apicais. Além disso, o tempo necessário para atingir CT com o instrumento F2 foi gravada. Para todas as análises estatísticas foi utilizado um programa de computador ($P < 0,01$). No pré-operatório, não houve diferenças em relação a curvatura do

canal radicular e volume entre os grupos. Em geral, a instrumentação levou a ampliação da forma do canal sem evidências de erros de preparação. Não houve diferenças estatísticas entre as 2 técnicas de preparação nos parâmetros anatômicos avaliados ($P > 0,01$), exceto para um transporte significativamente maior causado pelo movimento oscilatório no terço coronal. Por outro lado, a preparação foi mais rápida usando uma única lima ($P < .01$). A modelagem com a técnica ProTaper[®] de lima única F2 e a técnica convencional ProTaper[®] completa foram semelhantes. A única diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos quanto ao transporte no terço coronal. No entanto, a técnica com uma única lima ProTaper[®] F2 foi marcadamente mais rápido em alcançar comprimento de trabalho.

Yared (2011) introduziu um novo conceito sobre preparação com somente um instrumento de Níquel-Titânio (NiTi) acionado a motor, sem uso prévio de instrumentação manual. O novo sistema de lima única de movimento recíprocante inclui três instrumentos chamados Reciproc[®] (525, 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 preparar o sistema de canais radiculares dependendo do tamanho inicial do canal. Os instrumentos são feitos com *M-Wire* de Níquel-Titânio que oferece maior flexibilidade e resistência a fadiga cíclica quando comparado ao tradicional Níquel-Titânio. Possui secção 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 recíprocante, 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 comprimento de trabalho (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 recíprocante, 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, a amplitude dos movimentos não deve exceder 3 a 4mm. 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 a patência 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 recíprocante para direita e esquerda, o que possibilita aos instrumentos não alcançarem o ângulo de fratura tanto pela fratura por torção quando pela fratura por bloqueio. 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.

You *et al* (2011) avaliaram a habilidade de modelagem do movimento recíprocante comparado ao movimento de rotatório convencional em canais curvos usando a micro tomografia computadorizada (micro TC). Selecionaram 20 molares superiores, com curvatura de 20 a 45 graus, totalizando 40 canais. Utilizaram apenas os canais méso-vestibulares e disto-vestibulares. Estes foram divididos em dois grupos de acordo com o tipo de cinemática utilizada, rotatório contínuo (RC) e movimento recíprocante (MR). Cada canal foi preparado

com um kit do Sistema ProTaper[®] até o instrumento F2 para ambos os grupos, somente sendo diferenciado a cinemática. Os parâmetros geométricos básicos, como curvatura, o volume do canal radicular, área superficial e índice de estrutura modelo (IEM), antes e após a instrumentação foram avaliados por meio de micro TC. Os graus e direções de desvio também foram medidos, e a análise estatística foi realizada com Análise de Variância e teste post hoc de Tukey. Não houve diferenças significativas entre os dois grupos quanto a curvatura do canal, volume, área superficial e IEM medidos antes da instrumentação ($P>0,05$). Mudanças na curvatura, no volume do canal radicular, na área superficial, e no IEM não foram comprometidos pela técnica de instrumentação utilizada ($P>0,05$). Não houve diferenças significativas entre os graus e direções de transporte entre os grupos RC e MR ($P>0,05$). A utilização do movimento recíprocante durante a instrumentação com limas rotatórias ProTaper[®] não proporcionou um aumento do transporte apical, quando comparado ao movimento de rotação contínua, mesmo na porção apical dos canais curvos. Portanto, o movimento recíprocante pode ser um método alternativo para evitar erros durante a modelagem do canal.

Webber *et al* (2011) descreveram o novo instrumento WaveOne[®] de Níquel-Titânio de uso único, que é utilizado para dar forma completa ao canal radicular do início ao fim do tratamento. Na maioria dos casos, a técnica requer somente a utilização de um instrumento manual antes da utilização da lima WaveOne[®] para dar forma completa do canal. Usa-se um motor programado para mover as limas pra frente e pra trás no chamado “movimento recíprocante”. As limas são fabricadas com tecnologia *M-Wire*, que proporciona aumento da flexibilidade e da resistência a fadiga cíclica quando comparado a outras limas rotatórias de Níquel-Titânio. A utilização de uma única lima para instrumentar os canais é muito relevante em relação ao custo e ao tempo de tratamento. Há disponíveis três tipos de limas a denominada *Small* 21.06, a *Primary* 25.08 e a *Large* 40.08, no comprimento de 21, 25 e

33mm. Os instrumentos são designados para trabalhar em corte reverso. Todos os instrumentos possuem secção transversal em forma de triângulo convexo na ponta e triângulo convexo na porção extremidade coronal. Esse designer proporciona uma maior flexibilidade. Os instrumentos giram no sentido anti-horário maior que no horário, no movimento anti-horário o instrumento avança, e corta a dentina, já no sentido horário o instrumento permite a remoção da dentina. O sistema possui um motor com bateria recarregável, cones de gutapercha, sistema *Thermafill* e cones de papel absorvente padronizados para cada tipo de lima. O novo sistema WaveOne[®] representa um novo conceito da preparação endodôntica.

Alves *et al* (2012) compararam os instrumentos manuais, Pathfile[®] e sistema Mtwo[®] rotatório na ocorrência de desvio apical e deformações nos canais observados após a instrumentação. Foram selecionados 45 primeiros e segundo molares inferiores com grau de curvatura da raiz variando de 25° a 35°. A raiz distal foi removida com auxílio de um disco diamantado, e a porção coronária que excedesse 12 mm também foi desgastada para haver padronização dos espécimes. O comprimento de trabalho (CT) foi determinado subtraindo 1 mm do comprimento mensurado com a lima #10, quando esta era visível no forame. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos contendo 15 espécimes cada. Foi usado o método modificado descrito por Maggiore, onde as séries de radiografias digitais são tiradas e utiliza-se o programa Adobe Photoshop CS2 para comparar o contraste das radiografias realizadas na pré e pós-instrumentação. O ângulo de curvatura do canal foi determinado de acordo com o método descrito por Pruett *et al*. As raízes foram incluídas em blocos de resina acrílica autopolimerizável. Para os três grupos foram utilizados instrumentos diferentes para criar o caminho inicial do canal, o Grupo M: foi utilizado limas manuais de aço inoxidável K[®] #10, #15 e #20 usando a técnica da força balanceada. Grupo MT: foram utilizados as 3 limas iniciais do sistema Mtwo[®] #10/04, #15/05 e #20/06. Grupo PF: utilizou as três limas do sistema PathFile[®]. Todos os grupos foram instrumentados no CT. Os grupos

que utilizaram sistema rotatório foram preparados com motor elétrico, com redução de 16:1, velocidade e torque de acordo com as recomendações do fabricante. Após preparação, as raízes foram reposicionadas na posição predeterminada no bloco de resina acrílica, e a radiografia digital pós-operatória foi realizada com uma lima K[®] #15 inserida no canal. As radiografias foram importadas para o programa Adobe Photoshop CS2 e as imagens da pré e pós-instrumentação foram superpostas para comparar as diferenças da geometria do canal. Os parâmetros foram avaliados cegamente por três endodontistas experientes e foi utilizado o teste de Kendall para analisar a concordância interexaminador. Não foi realizada análise estatística porque não ocorreu desvio apical ou aberrações em nenhum dente. A aplicação do teste de Kendall revelou alto grau de concordância Inter examinador ($P \gg .999$). Não foi observado a ocorrência de desvio apical ou aberração na morfologia do canal em todos os dentes dos 3 grupos. Após a preparação, os forames se mantiveram na posição inicial na pré-instrumentação, e a forma do preparo do canal foi mantida no centro axial existindo após a preparação, embora com alargamento uniformidade lateral. Não foi observada a ocorrência de desvio apical ou aberração na morfologia do canal após a preparação em todos os grupos. Não houve diferença entre instrumentos manuais e PathFile[®] ou Sistema rotatório Mtwo[®] usados para criar caminho durante a preparação de canais curvos.

Berutti *et al* (2012) avaliaram a influência do cateterismo na modificação do eixo de curvatura do canal após a instrumentação com a lima única do sistema WaveOne[®] em blocos de treinamento endodôntico. Trinta blocos de treinamento endodôntico de tamanho ISO 15, conicidade 0,02 foram utilizados. Cada canal simulado foi colorido com uma tinta injetada e quatro pontos de referência foram colocados em cada bloco. Esses blocos foram montados em um suporte para que fosse possível realiza a fotografia digital dos espécimes. Após, os espécimes foram aleatoriamente divididos em dois grupos (n=15). No grupo 1, foi realizado o cateterismo com PathFile[®] 1, 2 e 3 no comprimento de trabalho (CT), enquanto que no grupo

2, o cateterismo não foi realizado. Em ambos os grupos, os canais foram instrumentados com WaveOne® *Primary* no CT. Após a instrumentação, todas as amostras de cada grupo foram reposicionados no suporte de fotografia e novas imagens digitais foram realizadas. As imagens digitais da pré-instrumentação e pós-instrumentação foram sobrepostos e processados com *software* Matlab r2010b para analisar a relação raio de curvatura (RRC) e do erro do eixo relativo (EER), que serve de parâmetro para melhor investigar as modificações induzidas ao canal após a instrumentação. O nível de significância foi fixado em 5% ($P < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o pacote de *software* Minitab 15. O cateterismo foi um fator extremamente significativo para ambos parâmetros RRC ($F = 9,59$, $df = 1$, $P = 0,004$) e EER ($F = 13,55$, $df = 1$, $P = 0,001$). Modificações no canal radicular parecem ser significativamente menores quando é realizado o cateterismo, antes de utilizar qualquer instrumentação de NiTi Rotatório ou no movimento recíprocante.

Burklein *et al* (2012) compararam a capacidade de modelagem e a eficácia de limpeza após a preparação de canais curvos em molares humanos usando os sistemas Reciproc® e WaveOne® comparado com a sequência completa do sistema rotatório Mtwo® e ProTaper®. Foram selecionados 80 molares com curvaturas entre 25° e 39°, com diâmetro apical compatível com lima #15. Para padronizar as radiografias foi utilizada uma plataforma radiográfica de silicone, assim como foi definido o tempo de exposição, distância filme-objeto, e o processamento foi realizado em um processador automático. A radiografia inicial foi realizada com uma lima #15 inserida na curvatura do canal. Foi determinado o ângulo e grau de curvatura de acordo com Schafer *et al* (2002). Baseada no grau e raio de curvatura dos canais e na distância entre o ápice e a junção cimento esmalte, os espécimes foram divididos em 4 grupos ($n=20$). Os canais foram preparados da seguinte maneira: Grupo A: a sequência de instrumentos Mtwo® foi utilizada no CT de acordo com as instruções do fabricante até a lima 30.05. Grupo B: a sequência de instrumentos ProTaper® foi utilizada no

CT de acordo com as instruções do fabricante até a lima F3. Grupo C: O instrumento Reciproc[®] R25 25.08 foi utilizado de acordo com as recomendações do fabricante. Grupo D: O instrumento Primary WaveOne[®] 25.08 foi utilizada de acordo com as recomendações do fabricante. Usando radiografias pré e pós-instrumentação, a modelagem das curvaturas do canal foi determinada pela análise da imagem por um programa de computador. O tempo de preparação e falhas de instrumentos também foram registrados. Estes dados foram analisados através de ANOVA e Student-Newman-Keuls. As quantidades de debris e smear layer foram quantificados com base numa escala de avaliação numérica e foram analisados estatisticamente utilizando o teste de Kruskal-Wallis, com $P=0,05$. A instrumentação com Reciproc[®] foi significativamente mais rápida do que com todos os outros instrumentos ($P < 0,05$). Nenhuma diferença significativa foi obtida entre os quatro instrumentos quanto a modelagem dos canais ($P=0,38$). Quanto à limpeza dos canais, instrumentos Mtwo[®] e Reciproc[®] alcançaram resultados significativamente melhores na região apical dos canais ($P < 0,05$). Nas partes média e coronal, não houve diferenças significativas entre Mtwo[®], Reciproc[®] e WaveOne[®] ($P > 0,05$), enquanto ProTaper[®] mostrou significativamente mais detritos residuais ($P < 0,05$). Em relação a *smear layer* não houve diferença significativa em relação aos diferentes terços dos canais ($P > 0,05$). Não houve diferenças significativas obtidas entre os quatro instrumentos ($P = 0,369$). O uso de limas Reciproc[®] e WaveOne[®] resultaram em tempos de preparação consideravelmente mais curtos. A instrumentação com sistema Mtwo[®] e Reciproc[®] resultou significativamente em menores detritos na porção apical dos canais em comparação com os outros sistemas.

Burklein; Schafer (2012) compararam o tempo de instrumentação e a quantidade de debris apicalmente extruídos após a preparação dos canais radiculares de dentes humanos extraídos usando dois novos sistemas de movimento recíproco Reciproc[®] e WaveOne[®] comparado com a sequência completa do sistema Mtwo[®] e ProTaper[®]. Utilizaram 80

incisivos superiores com grau de curvatura $< 5^\circ$ de acordo com Schneider. Os canais radiculares deveriam ter diâmetro anatômico similar a uma lima #15. Todos os dentes foram mensurados da junção cimento-esmalte ao ápice com auxílio de paquímetro digital, e a partir desta medida foram divididos em 4 grupos. Todos os instrumentos foram utilizados no motor elétrico VDW[®] Reciproc Silver com a programação pré-definida para cada instrumento. O Grupo 1: A sequência de limas Mtwo[®] 10.04, 15.05, 20.06, 25.06, 30.05, 35.04, e 40.04 foram utilizadas no CT de acordo com as instruções do fabricante. O Grupo 2: A sequência de limas ProTaper[®] SX até no terço cervical e médio, S1 e S2 no CT-1mm, F1, F2, F3 e F4 foram utilizadas no CT de acordo com as instruções do fabricante; Grupo 3: o instrumento R40 Reciproc[®] foi utilizado de acordo com as recomendações do fabricante, com três movimentos de bicada; Grupo 4: Foi utilizado o instrumento *Large WaveOne*[®] 40.06 no movimento recíprocante de acordo com as instruções do fabricante. O material extruído e a solução irrigante foram armazenados num tubo receptor com um tampão de borracha pré-pesados, realizado para cada dente. Após concluída a instrumentação, cada dente foi separado do tubo receptor, e os detritos da superfície da raiz foram recolhidos pela lavagem da raiz com 1 ml de água bidestilada para dentro do tubo receptor. Os tubos de receptores foram então armazenados numa incubadora a 70°C , durante 5 dias, a fim de evaporar a humidade antes de pesar os detritos secos. Três pesos consecutivos com uma diferença de $<0,00002\text{ g}$ foram obtidos para cada tubo, e o valor médio foi calculado. O peso do material extruído seco foi calculado subtraindo o peso do tubo vazio a partir do peso do tubo contendo detritos. Instrumentação com limas Reciproc[®] foi significativamente mais rápido do que com todos os outros instrumentos ($P < 0,05$). O movimento recíprocante de lima única WaveOne[®] e Reciproc[®] produziram significativamente mais detritos em comparação com os dois sistemas rotatórios de sequência completa ($P < 0,05$). O sistema Reciproc[®] de lima única produziu significativamente mais detritos em comparação com todos os outros instrumentos ($P < 0,05$).

A instrumentação rotatória causa menor extrusão de detritos comparada ao movimento recíprocante.

Gavini *et al* (2012) avaliaram a Resistência a fadiga flexural da lima de Níquel-Titânio R25 Reciproc[®] em movimento de rotação contínuo e recíprocante, em dispositivo de ensaio dinâmico. 36 instrumentos R25 Reciproc[®] foram divididos em dois grupos (n = 18) de acordo com a cinemática aplicada, o rotatório contínuo (grupo RC) e movimento recíprocante (grupo MR). O teste de fadiga cíclica realizada com um aparelho feito sob medida especificamente concebido para permitir o teste dinâmico, simulando o movimento de bicada. As limas foram submetidos a ensaios de dispositivo dinâmico, movido por um motor elétrico com 300 rpm de velocidade que permitiram a reprodução do movimento rotatório contínuo e recíprocante. As limas executados no sulco de um anel de aço temperado, simulando a instrumentação de um canal radicular curvo com 40 e 5 mm de raio de curvatura. A fratura do instrumento foi detectada pelo sensor de dispositivo, e o tempo foi marcado. A superfície de fratura de 5 limas de cada grupo foram examinadas pelo microscópio eletrônico de varredura. Os dados foram analisados estatisticamente pelo Teste t Student, com nível de significância de 95%. Os instrumentos movidos pelo movimento recíprocante atingiu números significativamente maiores de ciclos antes de fratura (média de 1787,78 ciclos), quando comparado com instrumentos rotatórios contínuo (média, 816,39 ciclos). As imagens da MEV mostraram estrias de fadiga que caracterizam a ocorrência de falha por fadiga e resulta em ondulações esféricas que são representantes de uma fratura dúctil. A utilização do instrumento R25 Reciproc[®] em movimento recíprocante mostrou uma maior resistência mecânica à fadiga de flexão do que quando utilizado em movimento de rotação contínua.

Gergi *et al* (2012) compararam a variabilidade entre sistema Twisted File[®] (TF), e o sistema PathFile-ProTaper[®] (PFPT) 25.08 de limas rotatórias de Níquel-Titânio. Foram utilizados 60 canais radiculares com ápices completamente formados e ângulos de curvatura

severos 25° a 35° e raios curto <10mm. Uma lima k #10 foi colocada no canal até que fosse visível no forame apical e o comprimento de trabalho (CT) foi definido a 0,5 milímetro aquém deste comprimento. Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos. Todos os canais foram instrumentados pelo mesmo operador, utilizando uma técnica padrão. Todos os canais radiculares foram instrumentados no CT com limas K # 10 e #15 pela técnica *step-back*. Canais que eram maiores do que uma lima tamanho 15 foram descartados. O grupo 1: 30 dentes foram preparados usando o sistema TF de acordo com as recomendações do fabricante. O grupo 2: 30 dentes foram preparados usando o sistema PFPT de acordo com as recomendações do fabricante. Conseqüentemente a preparação apical final foi padronizada em lima 25.08 para ambos os grupos. Após preparação do canal, todos os dentes foram escaneados por Tomografia Computadorizada espiral. Os cortes foram 1 mm de espessura do ápice para o orifício de canal. Três secções de cada dente, número do dente, e o seu nível foram arquivados em um disco magnético óptico. As primeiras duas secções foram em 1 e 3 mm a partir da extremidade apical da raiz. A terceira secção estava em 16 mm a partir do ápice. Os 2 sistemas de preparação estão dentro das especificações 101 da variação de conicidade ANSI/ADA ± 0.05 . No terço apical, conicidade média foi significativamente diferente entre TF ($7,30 \pm 0,64$) e PFPT ($8,44 \pm 0,75$) ($P < 0,0001$). A média de conicidade foi significativamente maior com PFPT. A média de conicidade foi significativamente diferente entre TF ($8,16 \pm 0,15$) e PFPT ($8,06 \pm 0,14$) ($P = 0,015$). A média de conicidade foi significativamente maior com TF. Preparações com a lima de conicidade 25/.08 são favoráveis.

Kim *et al* (2012) compararam a fadiga cíclica e resistência a torção de duas marcas de limas de NiTi (Reciproc[®] e WaveOne[®]) que são usadas no movimento recíprocante. O instrumento Reciproc[®] R25 e a lima WaveOne[®] Primary, ambas com ponta ISO 25 e taper .08 até o 3 mm apical, foram selecionadas. A lima ProTaper[®] F2 foi utilizado como controle.

Todas as limas utilizadas possuíam 25 mm de comprimento, foram utilizados 10 instrumentos de cada para os teste de fadiga cíclica e resistência a torção. Cada instrumento foi inspecionado por com um microscópio cirúrgico odontológico para observar defeitos e deformidades antes do experimento. O teste de fadiga cíclica foi realizada em um dispositivo feito sob medida que permitia uma simulação reproduzível de um instrumento confinado em um canal curvo, semelhante ao descrito por Gambarini e Lee *et al.* Foram selecionados canais artificiais feitos de aço temperado com 0,6 mm de diâmetro apical, 6,06 mm de raio e ângulo de curvatura de 45°. O instrumento foi acionado com movimento de bicadas até ocorrer à fratura. O tempo da fratura foi detectado visualmente ou quando era audível. O número de ciclos até à falha (NCF) para cada instrumento foi calculado através da multiplicação do tempo (segundos) da falha pelo número de rotações ou ciclos por segundo, independentemente do sentido de rotação. O comprimento da fratura da ponta do instrumento foi medido usando paquímetro digital. Para avaliar a resistência à torção, foi realizada de acordo com Park *et al.*, e Yum *et al.* Um bloco metálico com um orifício cúbico foi construído para que 5 mm da ponta de cada lima ficasse mantida rigidamente no mesmo lugar preenchido com uma resina composta fotopolimerizada. Para comparar a propriedade mecânica do instrumento em torção, uma rotação uniforme a 2 rpm foi aplicado para a lima em um estado linear, utilizando um aparelho de teste de torção. A carga máxima de torção (N - cm) foi gravada até que a lima fraturasse à torção. Os fragmentos foram avaliados sob o microscópio eletrônico de varredura (MEV). O NCF e carga de torção final foram analisados por meio da análise de uma de variância em um programa. A significância estatística foi fixada em um nível de confiança de 95%. A Recipro[®] teve a melhor resistência à fadiga entre os grupos ($P < 0,05$) e a WaveOne[®] teve maior NCF quando comparado a ProTaper ($P < 0,05$). Os comprimentos médios do fragmento de fratura de três marcas não apresentaram diferença estatisticamente ($P > 0,05$). A força de torção final foi o mais elevada para

WaveOne[®], seguido pela Reciproc[®] e ProTaper[®] ($P < 0,05$). A MEV da superfície de fratura mostraram características semelhantes e típicas de falha por fadiga e torção cíclica para as três marcas. Ambos as limas Reciproc[®] e WaveOne[®] mostraram resistência à fratura significativamente maior do que ProTaper[®]. O Reciproc[®] se mostrou superior a WaveOne[®] na resistência à fadiga cíclica, mas igual quanto a força de torção.

Meireles *et al* (2012) avaliaram a ocorrência de desvio apical em canais méso-vestibulares de molares inferiores, utilizando duas técnicas rotatórias e uma técnica híbrida durante o preparo biomecânico. Foram selecionados 45 molares inferiores humanos com grau de curvatura da raiz mesial de 20° a 55°, os quais foram incluídos em blocos de resina acrílica e divididos em três grupos. O grupo 1: 15 dentes foram instrumentados pela técnica do Sistema Rotatório ProTaper[®]. O grupo 2: 15 dentes foram instrumentados pela técnica Híbrida Manual e Rotatória ProTaper[®]. O grupo 3: 15 dentes foram instrumentados pela técnica do Sistema PathFile-ProTaper[®]. O desvio apical foi avaliado pelo método da plataforma radiográfica, o qual possibilita a obtenção de imagens superpostas do primeiro e do último instrumento utilizado no preparo do canal radicular numa mesma radiografia, o desvio apical foi medido em milímetros com auxílio do programa Adobe Photoshop CS4[®]. O grupo 1 proporcionou um desvio com média de 0,03 mm, o grupo 2 de 0,1 mm e o grupo 3 de 0,08 mm. A análise estatística dos resultados foi realizada pelo programa GMC 8.1, o teste de Kruskal-Wallis foi aplicado e evidenciou não haver diferença estatisticamente significativa entre as amostras ($P > 0,05$) em relação ao desvio apical. Conclui-se que todas as técnicas proporcionaram mínimo de desvio apical.

Pereira *et al* (2012) compararam as propriedades físico- mecânicas de um NiTi convencional e um com tratamento térmico-mecânico utilizados na fabricação de instrumentos endodônticos com a hipótese nula de que o Fio M (*M-Wire*) possuía as mesmas propriedades físicas e mecânicas do fio de NiTi convencional. Dois fios NiTi 1,0 mm de

diâmetro foram diferenciados, um deles, Fio C (FC), foi processado de um modo convencional, e o outro, denominado Fio M (FM), recebeu um tratamento térmico adicional de acordo com as recomendações do fabricante. A composição química foi determinada pela energia dispersiva da espectroscopia de raios-X, a constituição fase foi realizada por difração de Raios X e as temperaturas de transformação foram analisadas por calorimetria de varrimento diferencial. Testes de tração de carga / alívio de carga e medições da micro dureza de Vickers foram realizadas para avaliar o comportamento mecânico. Os dados foram analisados por meio de Análise de Variância ($\alpha = 0,05$). Os dois fios mostraram aproximadamente a mesma composição química, próximo de 1:1 raio atômico, e a fase- β foi a fase predominante. A fase martensítica B19 e a fase-R foram encontrados no Fio M, com as temperaturas de transformação mais elevadas quando comparado ao Fio C, cujas temperaturas de transformação foram abaixo da temperatura ambiente. A média de valores de micro dureza Vickers foram semelhantes para Fio M e Fio C ($P = 0,91$). O estresse da transformação da curva do platô nas tensões de carga e alívio de carga de tração foram menores e mais uniforme no fio M que também apresentou a menor estresse a histerese e módulo de elasticidade aparente. O Fio M (*M-Wire*) apresentou propriedades físicas e mecânicas que proporcionam a fabricação de instrumentos endodônticos mais flexíveis e resistentes à fadiga do que os fabricados com fios de NiTi processados convencionalmente .

Plotino *et al* (2012) avaliaram a resistência a fadiga cíclica de instrumentos Reciproc[®] e WaveOne[®] em canais simulados com a hipótese nula de que não haveria diferença entre os dois instrumentos. Dois grupos com 15 instrumentos endodônticos de Níquel-Titânio com ponta de tamanho 0,25mm foram testados. Antes de serem utilizados os instrumentos foram inspecionados para verificar a presença de alguma deformação, e os instrumentos que apresentaram alguma imperfeição foram descartados. O testes de fadiga cíclica foi executado em um canal artificial de aço inoxidável fabricados para reproduzir o

tamanho e conicidade do instrumento. Um canal simulado com um ângulo de 60° de curvatura e raio de 5 mm de curvatura foi construído para ambos os instrumentos testados. O centro de curvatura foi de 5 mm a partir da ponta do instrumento e o segmento curvo do canal foi de aproximadamente 5 mm de comprimento. Os instrumentos Reciproc® foram ativados usando o programa pré-definido para os instrumentos Reciproc®, enquanto os instrumentos WaveOne® foram ativados usando o programa pré-definido para os instrumentos WaveOne®. Todos os instrumentos foram acionados até ocorrer a fratura e o tempo de fratura (TF) e o comprimento da ponta fraturada foram registrados. As médias e desvios padrão do TF e comprimento do fragmento foram calculados para cada sistema e os dados foram submetidos ao teste T de *Student* ($P < 0,05$). A diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) foi observada entre os instrumentos Reciproc® e WaveOne®. Os instrumentos Reciproc® R25 foram associados com um aumento significativo no tempo médio para fraturar quando comparado com instrumentos WaveOne® *Primary* ($130,8 \pm 18,4$ s e $97,8 \pm 15,9$ s). Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) no comprimento médio dos fragmentos fraturados entre ambos os instrumentos. Os instrumentos Reciproc® demonstraram uma resistência significativamente maior à fadiga do que os instrumentos WaveOne®.

Lopes *et al* (2013) avaliaram a influência da flexibilidade e do movimento recíprocante na fadiga cíclica de instrumentos endodônticos submetidos a testes estáticos e dinâmicos. Os instrumentos de NiTi utilizados na pesquisa foram o Reciproc® e Mtwo®. Estes foram inicialmente submetidos aos testes de flexão com velocidade de 15 mm/min e carga de 20N. Para o teste de fadiga foram realizados o teste estático onde os instrumentos era utilizados de acordo com as recomendações do fabricante até que fraturassem e o teste dinâmico foi realizado o mesmo protocolo do teste estático, porém com a presença de movimentos axiais de entrada e remoção. na máquina de ensaio universal. Os instrumentos Reciproc® foram utilizados com cinemática recíprocante e os instrumentos Mtwo® em

movimento de rotação contínua. A média da resistência à flexão dos instrumentos Reciproc[®] foram 274,9g e Mtwo[®] 429g. Os tempos médios para ocorrer a fratura dos instrumentos submetidos a testes estáticos foram 214,5 segundos para o Reciproc[®] e 38,9 segundos para o Mtwo[®], os testes dinâmicos foram de 286,3 segundos para o Reciproc[®] e 99 segundos para o Mtwo[®]. O teste t de *Student* revelou diferenças significativas em todos os testes ($p < 0,05$). Os instrumentos Reciproc[®] possuem maior resistência a fadiga do que instrumentos Mtwo[®]. Esses achados reforçam a informação de que o aumento da flexibilidade de instrumentos, movimento recíprocante, e os testes de fadiga dinâmica influenciam positivamente a resistência à fadiga cíclica de instrumentos endodônticos de NiTi rotatório durante a instrumentação de canais curvos.

Marzouk; Ghoneim (2013) avaliaram e compararam alterações na curvatura do canal, transporte e volume de dentina removida após emprego dos sistemas Twisted File[®] (TF) e WaveOne[®] (WO). Selecionaram 40 canais méso-vestibulares de molares inferiores com ângulo de curvatura entre 25 a 35 graus, foi realizado o cateterismo com limas tipo K #15 e após foram divididos em dois grupos contendo 20 amostras cada, o grupo TF e o grupo WO. Cada grupo foi instrumentado de acordo com as recomendações do fabricante. Os canais foram escaneados por meio de um Tomógrafo Cone Beam i-CAT antes e após a instrumentação. O transporte do canal foi avaliado no nível coronal, médio e apical, por meio da fórmula de Gambill *et al* (1996). As mudanças da curvatura do canal foram avaliadas por meio de um programa de análise de imagens. E o volume do canal foi mensurado antes e após a instrumentação em mm³ por meio de um programa de mensuração volumétrica. O nível de significância foi fixado em $P \leq 0,05$. O sistema TF apresentou significativamente menor média de transporte do canal do que o grupo WO em todos os terços do canal ($P = 0,034$ apical, médio $P = 0,003$ e $P = 0,012$ coronal). Em ambos os grupos, o terço apical mostrou significativamente menor quantidade de transporte ($P < 0,05$). Não houve diferença

estatisticamente significativa entre os dois grupos quanto as mudanças da curvatura do canal e mudanças volumétricas após instrumentação com os sistemas ($P > 0,05$). A aplicação de movimento recíprocante durante a instrumentação resultou em aumento do transporte do canal quando comparado com o movimento de rotação contínua. O sistema TF mostrou melhor preservação da forma original do canal.

Saber; El Sadat (2013) investigaram os efeitos da alteração do movimento recíprocante dos instrumentos WaveOne[®] na fadiga cíclica e a capacidade de modelagem deste movimento em relação ao transporte do canal, a capacidade de centralização e o tempo de preparo. Trinta instrumentos WaveOne[®] Primary foram divididos em 3 grupos de acordo com a angulação de reciprocidade utilizada: G1: 150 anti-horário (AH) e 30 no sentido horário (H), G2: 120 AH e 30 H, e G3: 90 AH e 45 H. Eles foram acionados em um dispositivo de teste de fadiga cíclica até ocorrer a fratura. O tempo para fraturar e o comprimento da ponta da fraturadas foram registrados. Para avaliar a capacidade de moldagem, 30 canais de méso-vestibulares de molares inferiores foram selecionados, com curvatura de 25 a 35 graus e foram distribuídos de acordo com a semelhança anatômica e preparadas usando as três angulações diferentes do movimento recíprocante. Os canais foram escaneados usando a Tomografia Computadorizada Cone Beam antes e após preparo para avaliar o transporte do canal radicular e o índice de centralização do canal no 1°, 4° e 7° mm apicais de acordo com Gambill *et al* (1996). Também foi registrado o tempo necessário para finalizar o preparo radicular. Os valores médio do desvio padrão foram analisados por meio de Análise de Variância e do Teste *post hoc* de Tukey. O nível de significância foi fixado em $P < 0,05$. O tempo para fraturar o instrumento aumentou à medida que a angulação do movimento recíprocante diminuiu com diferença estatisticamente significativa para o grupo de 90 AH e 45 H ($P < 0,05$). Houve aumento do tempo estatisticamente significativo quando a angulação do movimento recíprocante foi reduzida ($P < 0,05$). Os resultados para o transporte

de canal e do índice de centralização mostrou que a 1 mm a partir do ápice não houve diferenças significativas entre os grupos. Para os outros níveis estudados, o grupo 150 AH e 30 H teve a maior média para o transporte canal e a menor média o índice de centralização, o que foi estatisticamente significativo em comparação com os outros grupos experimentais ($p < 0,05$). A diminuição da angulação do movimento recíprocante dos instrumentos de NiTi WaveOne[®] resultam em aumento da resistência à fadiga cíclica com menores valores de transporte do canal e preparações mais centralizadas, entretanto com tempo de preparação mais prolongados.

Silva *et al* (2013) analisaram e caracterizam a morfologia dos canais radiculares de molares inferiores da população brasileira usando a Tomografia Cone Beam (TCB). Foram selecionadas 234 imagens de TCB de primeiros molares e 226 segundo molares inferiores, completamente formados, de 154 brasileiros atendidos no departamento de radiologia oral entre os anos de 2010 e 2011. Foram observados número de raízes e a morfologia, número de canais por raiz, canais em forma de C e as variações primárias no sistema de canais radiculares de acordo com método de Zhang *et al* (2011). Primeiros molares apresentaram maior prevalência de 2 canais na raiz mesial e um na raiz distal com 2 raízes separadas (74%). Nos segundos molares inferiores, a presença de duas raízes separadas, com dois canais na raiz mesial e um canal na raiz distal representavam 54% do total. Em 32% dos casos, foram apresentadas duas raízes separadas com um canal de cada um nas raízes mesial e distal. A incidência de canais em forma de C foi de 1,7% dos primeiros molares e 3,5% dos segundos molares. A maior prevalência de 2 raízes separadas com dois canais na raiz mesial e um canal na raiz distal foi observada em primeiros e segundos molares inferiores (74% e 54%, respectivamente). Além disso, uma baixa incidência de canais em forma de C e de dentes com 3 raízes foi observada na população brasileira. A TCB é uma ferramenta clinicamente útil para o diagnóstico e tratamento endodôntico.

OBJETIVO GERAL

Avaliar a ocorrência de desvio apical após a instrumentação de canais mesiais de molares inferiores ao utilizar as técnicas mecanizadas de movimento recíprocante WaveOne[®] e Reciproc[®] no preparo do canal radicular por meio de tomografia computadorizada Cone Beam.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Avaliar a predominância da direção do desvio apical, no sentido mesial ou distal nos canais mesiais.
- Avaliar a capacidade de centralização dos instrumentos endodônticos recíprocantes.
- Avaliar a porcentagem de aumento de área após a instrumentação com os sistemas.

METODOLOGIA

Desenho do Estudo

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

Casuística

Para o cálculo do número de repetições foram utilizados os resultados de uma análise de variância com os dados do projeto piloto. O cálculo baseia-se no teste de Tukey, cuja equação é $T=q.s/\sqrt{r}$, da qual se isola algebricamente o valor $\sqrt{r}=q.s/T$, de onde se tira o valor de r (numero de repetições) $r=q^2.s^2/T^2$. Esta expressão foi ainda multiplicada pelo valor de F com 1% de significância e com o número de graus de liberdade do novo experimento. O resultado do teste pode ser observado na Tabela I.

Resultado do Teste de Repetições

Número de colunas na tabela do piloto	2
Número de linhas na tabela do piloto	2
Número de blocos na tabela do piloto	2
Número de repetições do piloto	4
Valor do quadrado médio do resíduo	0.0180
Diferença entre médias Testadas	0.318197
Significância para o novo F	1%
Valor de F para esta significância	3.03726
Valor de Q para $n_1=8$ e $n_2=36$	3.170
Número de Repetições Calculado	5.27323
Número mínimo de Repetições	5

Este projeto foi delineado com 3 fatores de variação compostos por 8 amostras com 13 repetições cada (Figura 1).

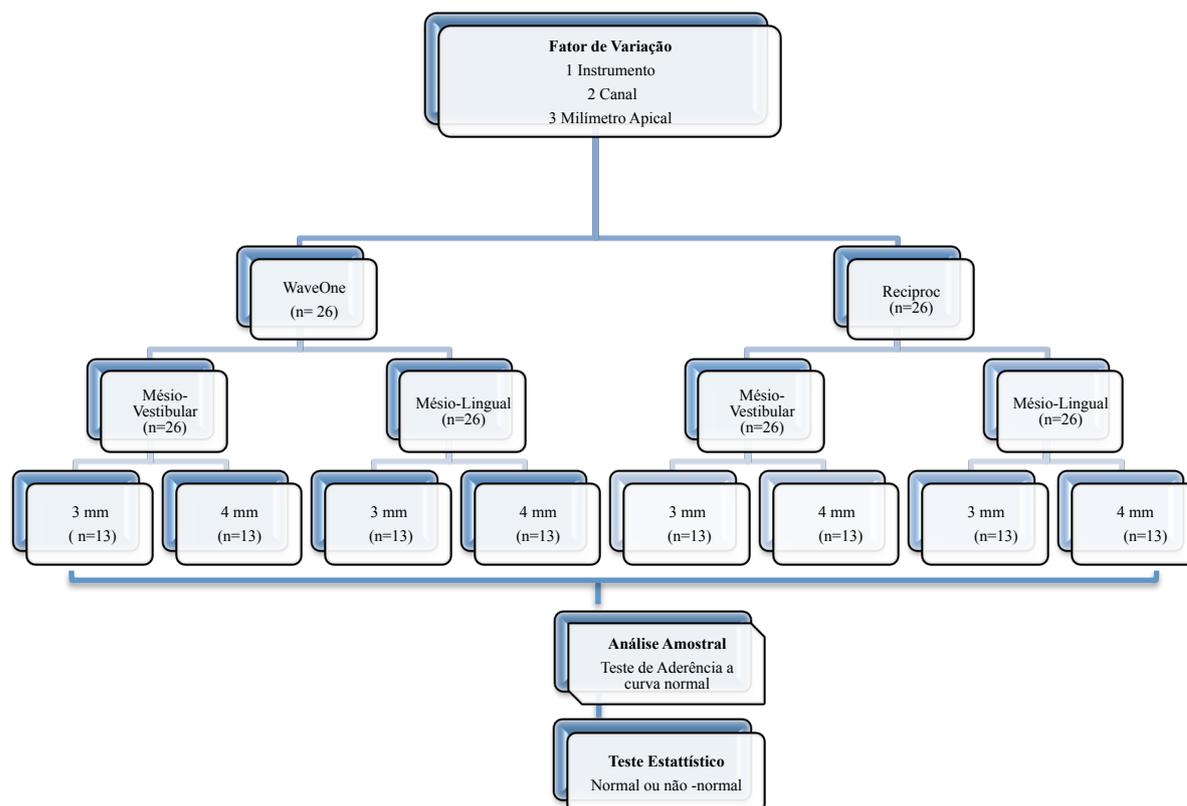


Figura 1: Organograma do delineamento experimental.

O projeto foi submetido à apreciação ética por meio da Plataforma Brasil e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa em 27/09/2012 com número de protocolo CAAE: 05784412.4.0000.5020 (Anexo A).

Seleção e Preparo dos dentes

Foram realizados os métodos abaixo descritos com a finalidade de selecionar 26 molares inferiores humanos extraídos. Estes elementos foram doados pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas.

Primeiramente foi observado nos molares inferiores se as raízes estavam completamente formadas, possuíam o ápice fechado e apresentavam pelo menos 16 milímetros (mm) de comprimento. Após essa seleção preliminar, os dentes eram numerados com caneta para retroprojetor para facilitar a tabulação dos dados e a seguir eram agrupados em uma lâmina de cera utilidade contendo 10 dentes (Figura 2).

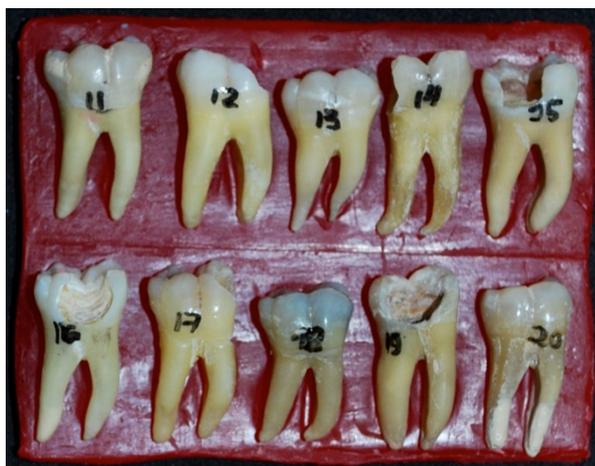


Figura 2 - Dentes selecionados agrupados em uma lâmina de cera utilidade.

Para calcular o ângulo e o raio de curvatura das raízes mesiais de acordo com Método de Schneider (1971) e Pruett; Clement; Carnes (1997) primeiramente foi realizada uma radiografia orto-radial dos elementos dentais com películas oclusais (Filme Oclusal IO-41 Kodak), com exposição de 0,5 segundos e distância foco-filme de 10 cm para visualização e medição do grau e raio de curvatura das raízes mesiais (Figura 3). Cada película oclusal permitiu a adaptação de um total 10 dentes para realizar uma radiografia. Essa radiografia foi digitalizada e importada para o programa AutoCad[®] 2012, para obtenção dos valores de ângulo e raio de curvatura.

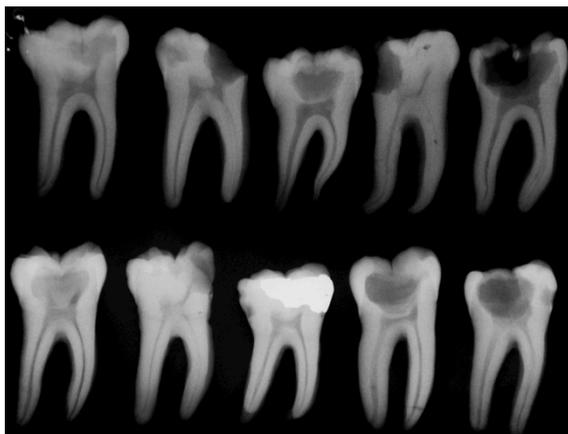


Figura 3 - Imagem radiográfica no sentido ortoradial.

Para o Método de Schneider (1971), sobre o filme radiográfico, foi traçada uma linha na direção do eixo principal do canal e outra que ligava o forame apical à interseção com a primeira, onde a curvatura começava a ocorrer. O ângulo formado pela interseção entre estas linhas era o ângulo de curvatura da raiz. Foram selecionados os dentes que possuíam os canais radiculares com ângulo de curvatura entre 20 e 40 graus, classificados por Schneider (1971) como moderada a severa respectivamente. Os dentes com angulação fora desses padrões foram excluídos da pesquisa.

Utilizando-se a mesma radiografia, foi determinado o raio de curvatura de acordo com Pruett; Clement; Carnes, (1997), a partir da embocadura do canal, foi traçada uma linha no sentido ao longo eixo. Em seguida, foi traçada uma segunda linha, a partir da saída do forame, seguindo o longo eixo do sistema de canais no terço apical. Em razão da curvatura, havia dois pontos nas retas traçadas onde o canal começava a desviar e sobre estes dois pontos formados foi tangenciado um círculo cujo raio (r), mensurado em milímetro, foi definido como o raio de curvatura (Figura 4). Quanto menor fosse o raio, mais acentuada seria a curvatura do canal radicular. Foram incluídos na amostra os molares com raízes mesiais que possuíam raio de curvatura ≤ 10 mm.

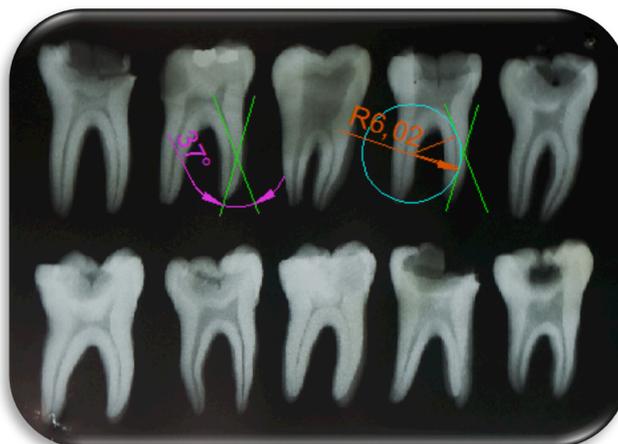


Figura 4 - Radiografia digitalizada com os cálculos do ângulo e raio de curvatura das raízes.

Para padronização da amostra, todos os dentes deveriam ter o comprimento de 16 mm medidos por meio de um paquímetro digital (Mitutoyo, São Paulo, Brasil), os dentes que possuíam mais de 16 mm tiveram sua porção coronal cortada com auxílio de um disco diamantado (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) montado em peça de mão até se chegar ao comprimento requerido (Figura 5).

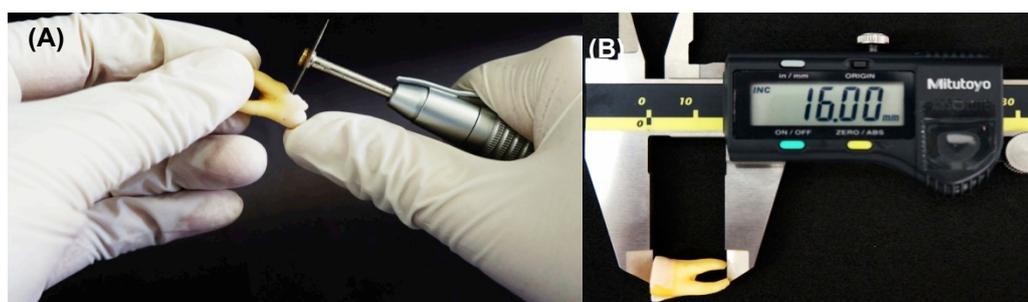


Figura 5 – (A) Padronização do comprimento do dente. (B) Dente no comprimento definido pela metodologia.

Também foram medidos os 4° mm apicais da raiz mesial, e essa medida foi transferida para a raiz distal, para que fosse realizada a remoção desta porção apical, e assim auxiliasse na mensuração dos 4° mm apicais dos canais mesiais durante a tomografia computadorizada (Figura 6). Foi realizada a abertura coronária com broca diamantada esférica nº 1015 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) acoplada em motor de alta rotação (Kavo®) e

posterior desgaste compensatório da parede mesial com broca Endo Z (Dentsply Maillefer, *Ballaigues*, Switzerland), sob refrigeração.

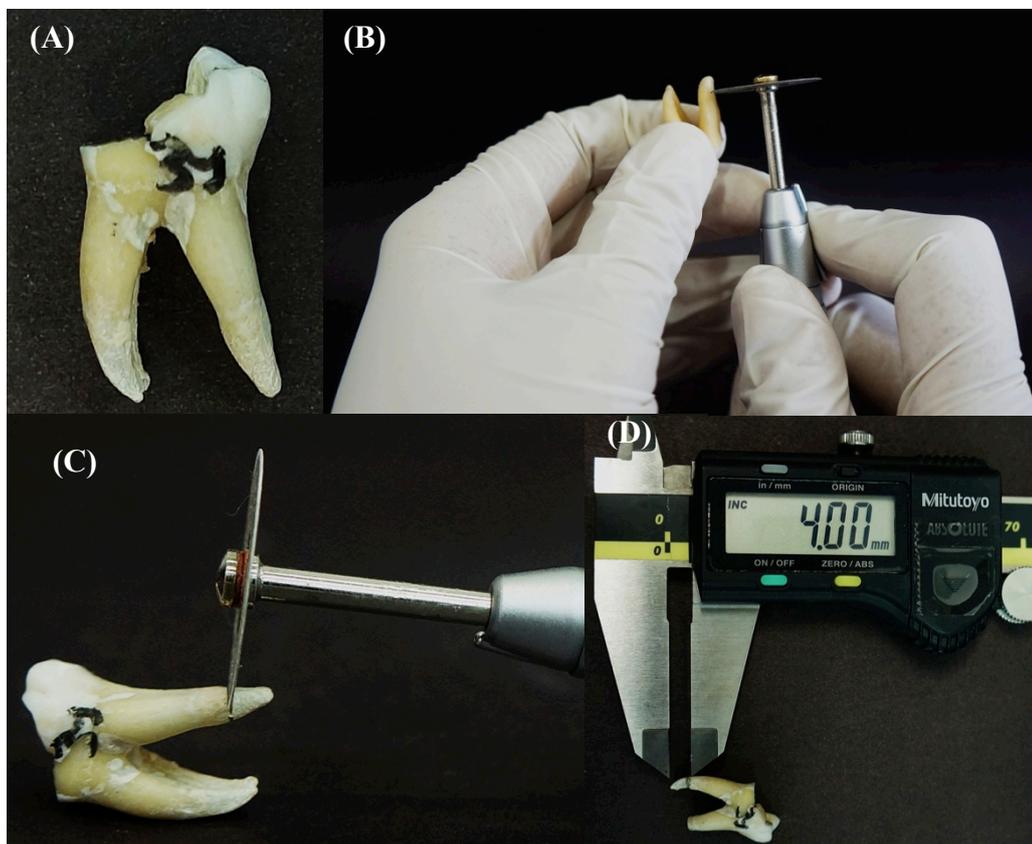


Figura 6 - (A) Espécime selecionado para corte dos 4 mm apicais. (B) e (C) Corte com auxílio de disco diamantado montado em peça de mão. (D) Espécime padronizado.

Para determinar o comprimento de trabalho (CT) uma lima tipo K #10 (Dentsply Maillefer, *Ballaigues*, Suíça) foi inserida no interior dos canais mesiais em direção apical até que a ponta da mesma fosse visualizada no forame. A seguir, recuou-se 0,5 mm do comprimento obtido, determinando assim, o CT. Também foi verificado, nos canais mesiais, a presença de forames independentes por meio da inserção de limas tipo K #10 (Dentsply Maillefer, *Ballaigues*, Suíça) e a confirmação se deu pelo método visual. Quando os dentes possuíam canais mesiais que terminavam em apenas um forame, eram eliminados da pesquisa.

Visando a padronização do diâmetro anatômico, foram inseridas as limas tipo K #10 e #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), de modo que a ponta da lima #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) penetrasse passivamente no interior do sistemas de canais radiculares e se ajustasse ao forame apical no CT (Figura 7).

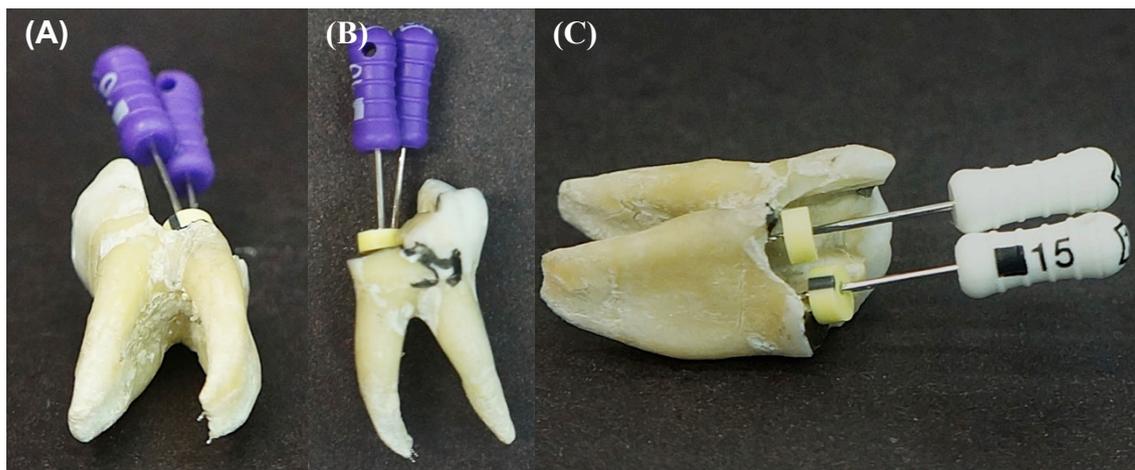


Figura 7 - (A) e (B) Limas #10 inseridas nos canais mesiais para confirmar a presença de dois forames independentes e determinar o CT; (C) Limas #15 inseridas nos canais mesiais no CT.

Os valores dos raios e ângulos de curvaturas, como também do comprimento de trabalho de cada dente selecionado estão no Apêndice A.

Para auxiliar a leitura e medição do 3° mm apical na imagem tomográfica, um fio metálico foi fixado na porção vestibular da raiz mesial com auxílio de resina Duraley® (Figura 8).

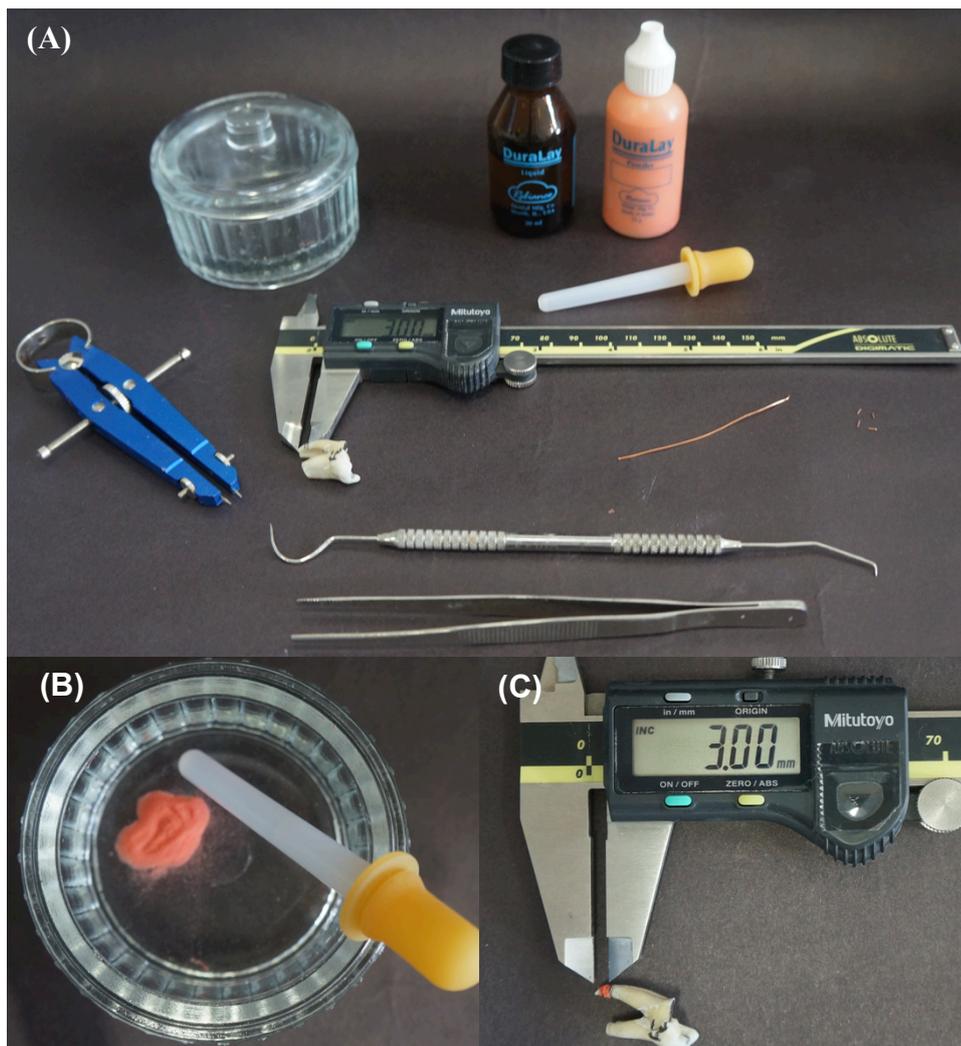


Figura 8 - Preparo dos espécimes. (A) Materiais utilizados para padronizar o 3 mm apical da raiz mesial; (B) Resina Duralay para fixar o fio metálico; (C) Dente com fio metálico fixado.

Posteriormente, para evitar que a resina acrílica penetrasse pelo forame apical e se polimerizasse em seu interior, os ápices dos dentes foram cobertos com cera utilidade (Figura 9).



Figura 9 - Preparo dos espécimes. (A) Dentes padronizados com a marcação no o 3° mm apical da raiz mesial. (B) Espécimes com raízes envolvidas por cera utilidade para posterior inserção em resina acrílica.

Confeção dos corpos de prova

Visando manter a padronização da posição dos espécimes durante a instrumentação e as leituras iniciais e finais do exame tomográfico, foram confeccionados, a partir de uma forma de silicone, os corpos de prova em resina acrílica. Cada dente foi posicionado com auxílio de um bastão de godiva (Nova DFL, Rio de Janeiro, Brasil) na ponta do Delineador de Prótese (BIOART B2, São Carlos, Brasil) para que o elemento fosse inserido paralelo ao molde. Então foi preparada uma porção da resina acrílica incolor autopolimerizável (VipiFlash, São Paulo, Brasil) e o dente foi inserido na forma (Figura 10). Após a polimerização, para ser possível a realização do sorteio aleatório, os blocos de resina foram renumerados de 1 a 26, como também foi realizada a numeração dos instrumentos endodônticos, sendo de 1 a 13 para os instrumentos WaveOne® e 14 a 26 para os instrumentos Reciproc®. A distribuição aleatória foi realizada com auxílio do sistema de sorteio do programa Excel 2010 (Anexo B e Apêndice B). Os corpos de prova e instrumentos endodônticos foram distribuídos em 2 grupos contendo 13 dentes e 13 limas cada (Figura 11).

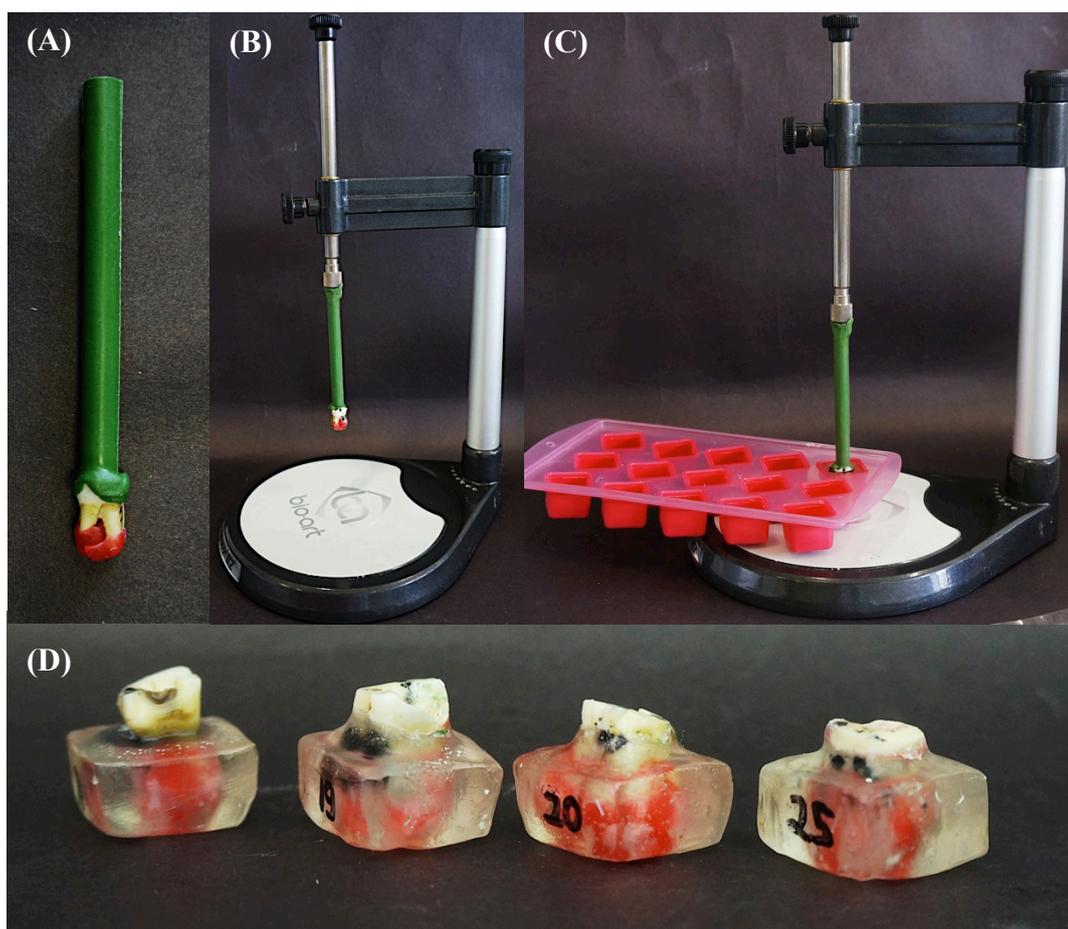


Figura 10 - (A) Dente fixado no bastão de godiva; (B) Conjunto dente/godiva fixado no delineador; (C) Espécime fixado no delineador de prótese até a completa polimerização da resina acrílica; (D) Corpos de prova confeccionados.



Figura 11 – Distribuição aleatória realizada entre instrumentos endodônticos e corpos de prova.

Instrumentação do Sistema de Canais Radiculares

Antes da instrumentação, foi realizado o exame tomográfico para posterior análise do desvio apical, que será descrita a seguir.

Todos os instrumentos foram utilizados em rotação permanente com contra ângulo de redução 6:1 (Sirona, Bensheim, Alemanha) com um torque limitado por um motor elétrico (Motor VDW Silver Reciproc) e para realizar o preparo biomecânico com maior estabilidade, os corpos de prova foram fixados em uma morsa, de modo a padronizar a instrumentação (Figura 12).

Cada lima foi utilizada para instrumentar apenas um dente, conforme as recomendações dos fabricantes. E após a introdução e remoção de cada instrumento, os canais radiculares foram irrigados com auxílio de uma seringa plástica e ponta *NaviTip* de 29 ga (Ultradent, South Jordan, EUA) com 2 ml de solução de NaOCL a 2,5% (Rio Química, São José do Rio Preto, Brasil).



Figura 12 - Instrumentação dos corpos de prova. (A) Mesa montada para realizar a instrumentação. (B) Corpo de prova fixado na morsa para realizar o preparo biomecânico.

O Grupo 1 foi instrumentado com o sistema WaveOne[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) de acordo com as recomendações do fabricante. Inicialmente foi realizado o cateterismo com as limas tipo K #10 e #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) no CT, seguido pela instrumentação com o instrumento *Primary* 25.08 da WaveOne[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) no CT, conforme o programa WaveOne ALL pré-definido para o sistema (Figura 13). O instrumento WaveOne[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) era introduzido no canal com pequenos movimentos de entrada e saída sem que o instrumento fosse removido completamente do canal e a amplitude dos movimentos não deveria exceder 3 a 4 mm. Uma pequena pressão foi aplicada. Após cada inserção, a lima era removida para limpeza e também era realizada a irrigação do sistema de canais radiculares. Para checar a patência no CT uma lima #10 foi utilizada, essa cinemática foi realizada com no mínimo três movimentos de introdução até chegar ao CT.

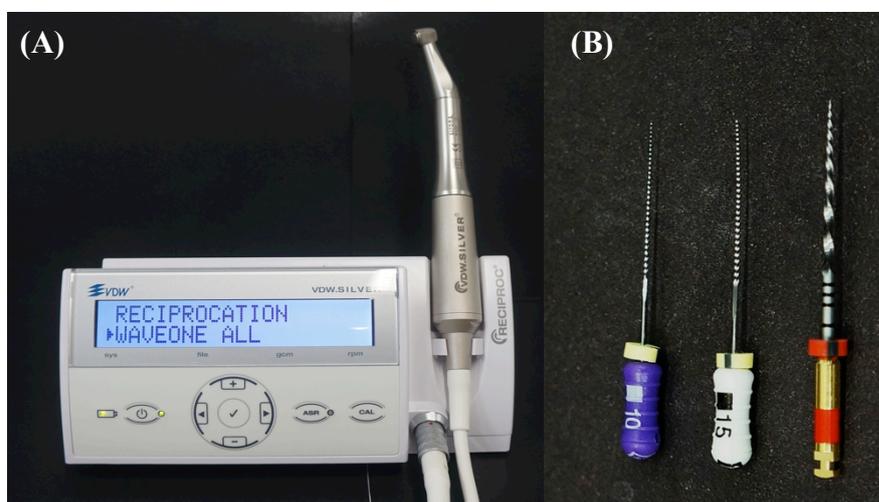


Figura 13 - Instrumentação dos corpos de prova. (A) Motor Elétrico VDW Silver Reciproc na programação WaveOne ALL. (B) Sequência de instrumentos utilizados.

O Grupo 2 foi instrumentado com o sistema Reciproc[®] (VDW, Munich, Alemanha) de acordo com as recomendações do fabricante. Inicialmente foi realizado o cateterismo com as limas tipo K #10 e #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) no CT, seguido pela instrumentação com a lima R25 Reciproc[®] (VDW, Munich, Alemanha) no CT, na opção

Reciproc *All* no motor elétrico (Figura 14). O instrumento Reciproc[®] (VDW, *Munich*, Alemanha) foi introduzido no canal com pequenos movimentos de entrada e saída sem que a lima fosse removida completamente do canal e a amplitude dos movimentos não deveria exceder 3 a 4 mm. Uma pequena pressão deveria ser aplicada. Após cada inserção, o instrumento era removido para limpeza e também era realizada a irrigação dos canais. Para checar a patência no CT uma lima #10 foi usada, essa cinemática foi realizada com no mínimo três movimentos de introdução até chegar ao CT.

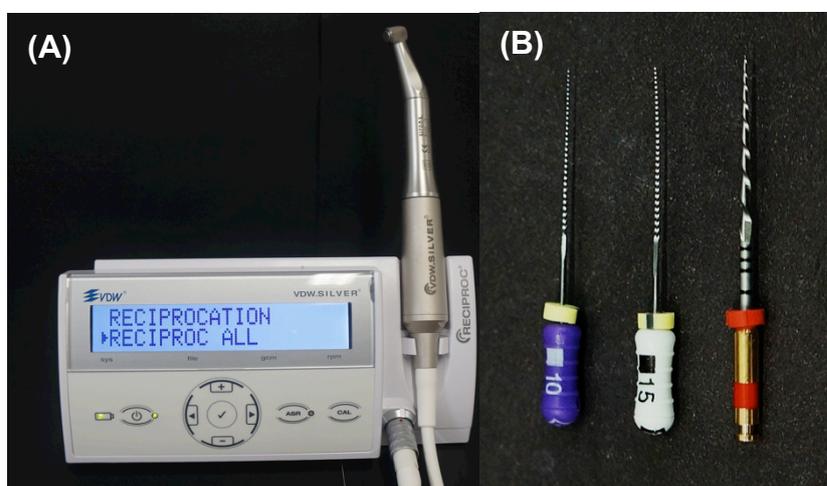


Figura 14 - Instrumentação dos corpos de prova. (A) Motor Elétrico VDW Silver Reciproc na programação Reciproc ALL. (B) Sequência de instrumentos utilizados.

Análise do desvio por meio do Tomografia Cone Beam

A fim de avaliar o desvio apical, primeiramente foi realizado o exame tomográfico inicial dos corpos de prova para se obter imagens iniciais dos canais mesiais antes da instrumentação. Para isso, foi confeccionado uma plataforma de isopor com oito cavidades medindo 2 x 2 x 2 cm para padronizar a posição dos corpos de prova antes e após a instrumentação (Figura 15). Esse conjunto plataforma de isopor/ corpo de prova foi adaptado à mesa do tomógrafo computadorizado i-CAT Cone Beam 3D (Dental Imaging System, Salt Lake City, EUA), com as seguintes especificações: fonte de raios x com tensão da válvula de

120 kVp, corrente da válvula 3-7 mA; ponto focal de 0,5 mm. Para aquisição das imagens antes e após a instrumentação foi preconizado o protocolo Mand 6 cm, 40 Sec, 0.2 Voxel MaxRes (Figura 16). As imagens iniciais e finais foram armazenadas em HD externo para posterior análise do desvio apical.



Figura 15 - Plataforma de isopor contendo oito cavidades para posicionar o corpo de prova na mesma posição antes e após a instrumentação.

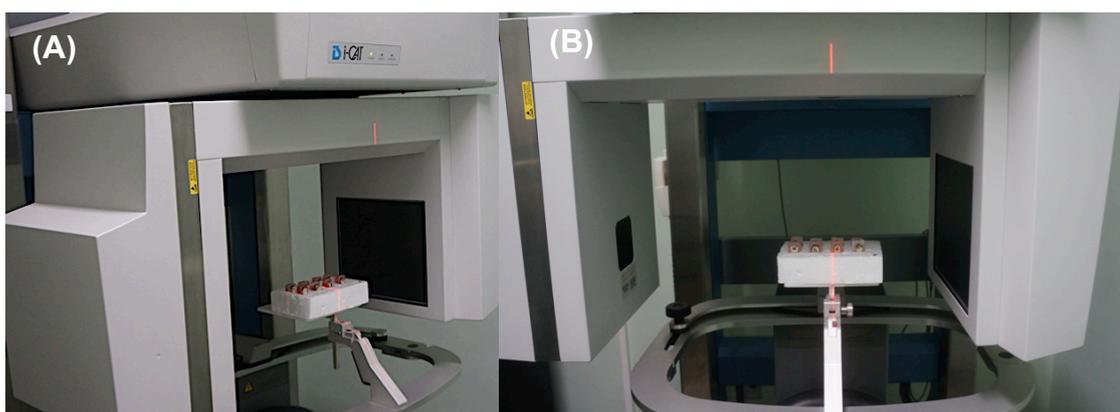


Figura 16 - (A) Vistas lateral e (B) Frontal do Tomógrafo i-CAT Vision com a plataforma de isopor posicionada para obtenção das imagens.

Para ambos, foram selecionados o terceiro e quarto milímetro do terço apical, totalizando quatro cortes axiais de 1 mm para cada canal.

Com auxílio do programa OsiriX, que permite a visualização e manipulação dos arquivos no formato *DICOM*, foram selecionadas as imagens obtidas por meio do Tomógrafo i-CAT Cone Beam com a finalidade de calcular o desvio apical. Para padronização das imagens ficou definido o seguinte protocolo: foi escolhida na barra de ferramentas do programa a visualização em *3D View*, em seguida a opção *3D MPR*; após foi selecionado o contraste predefinido e a intensidade *Default WL&WW*; para atribuir coloração as imagens foi utilizada a ferramenta *CLUT* na opção *Perfusion*, como também foi definido a opacidade em *Smooth Table* (Figura 18).

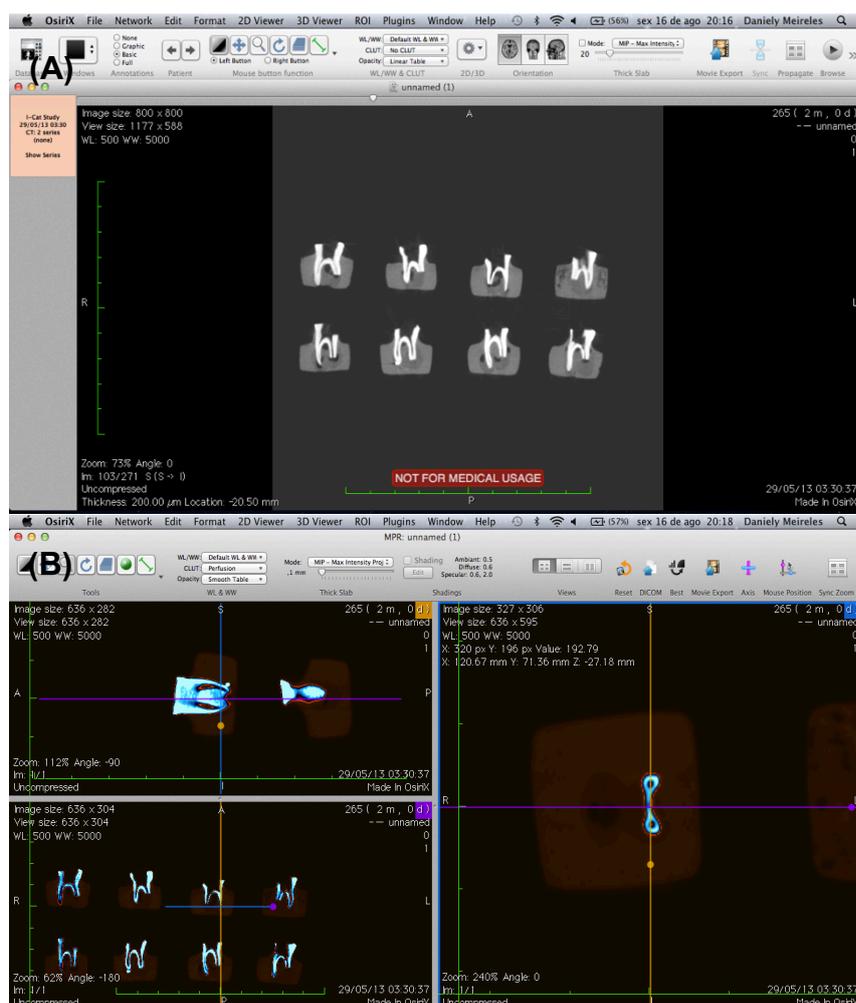


Figura 18 - Imagem do Programa OsiriX. (A) Visualização das oito amostras. (B) Imagem trabalhada para realizar as medições.

A extensão do diâmetro anatômico e do cirúrgico das paredes do canal foi mensurada por um único examinador, em que X1 é a medida da parede externa mesial a partir da luz do canal não instrumentado; X2, é a medida da parede externa mesial a partir da luz do canal instrumentado; Y1, é a medida da parede externa distal a partir da luz do canal não instrumentado; e Y2, é a medida da parede externa distal a partir da luz do canal instrumentado (Figura 19). Em relação as mensurações mesiais e distais dos topogramas ficou definido que a medição seria realizada sempre da porção mais externa da raiz (cor laranja) até a porção externa do canal radicular (cor azul marinho) levando sempre em consideração a porção mais central do canal radicular tanto no sentido mésio-distal como no sentido vestibulo-lingual. E para aferir a área, foi considerado sempre a porção mais externa do canal radicular (cor azul marinho) (Figura 20).

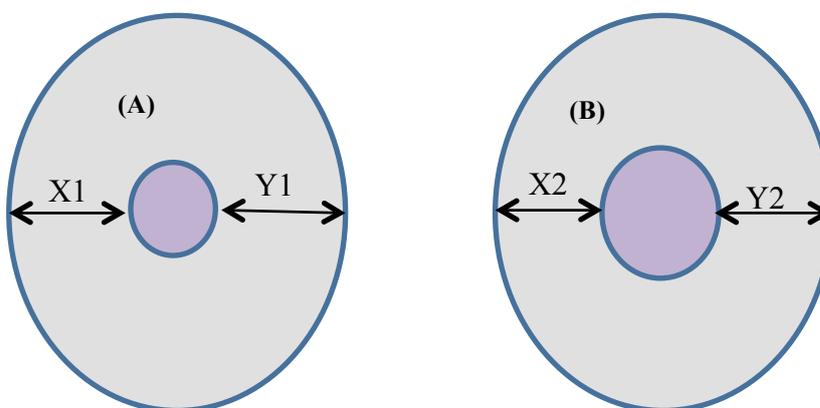


Figura 19 - Desenho esquemático de como foi realizada a mensuração do desvio apical, para ser aplicada a fórmula. (A) Antes da instrumentação; (B) após a instrumentação.

Por meio da fórmula $D = (X1 - X2) - (Y1 - Y2)$ de Gambill, Alder, Rio (1996) foi calculado o desvio apical (DA), se DA fosse igual à zero, haveria ausência de desvio; se apresentasse valor negativo representaria desvio no sentido distal; e, caso contrário, se DA apresentasse valor positivo, haveria desvio no sentido mesial.

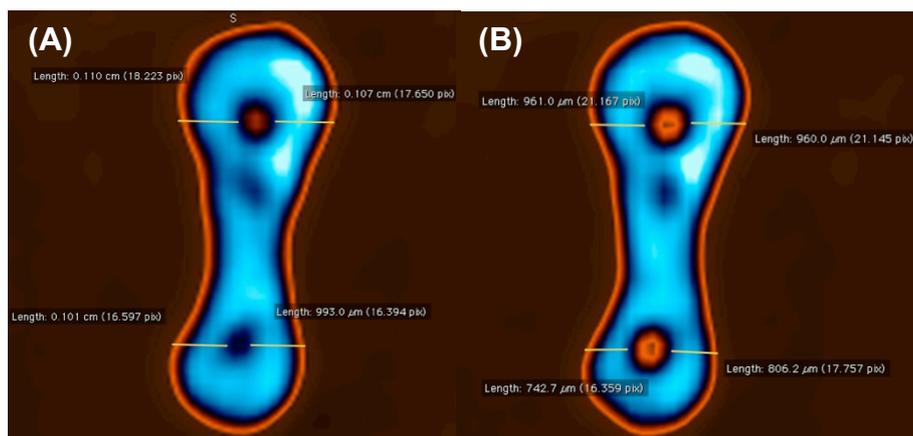


Figura 20 - Imagem visualizada no programa Osirix. (A) Medição realizada antes da instrumentação; (B) Após a instrumentação.

Índice de Centralização

O índice de centralização evidencia a capacidade de um instrumento em conservar-se no eixo central durante o preparo do sistema de canais radiculares. Este índice foi calculado para o 3° e 4° milímetros apicais, utilizando os valores obtidos durante a mensuração do desvio, por meio da fórmula abaixo descrita por Gambill; Alder; Rio (1996):

$$\frac{X1-X2}{Y1-Y2} \text{ OU } \frac{Y1-Y2}{X1-X2}$$

A escolha da fórmula dependia do valor obtido do numerador, que sempre deveria ser o menor dos resultados obtidos pelas diferenças. Para isso foi realizado o cálculo das diferenças entre todos os valores resultantes de X1-X2 e Y1-Y2, e assim foi possível definir adequadamente qual seria o numerador ideal a ser aplicado na fórmula (Apêndice C). Conforme o resultado obtido, valores próximos a 1 (um), indicou ótima capacidade de centralização. Quanto mais próximo a 0 (zero), pior seria a habilidade do instrumento em se manter no eixo central do canal.

Para cada grupo experimental foram obtidos 26 índices de centralização, totalizando 104 índices (Apêndice D).

Aumento Percentual da Área

O cálculo da área dos canais mesiais dos dois topogramas selecionados, obtidos pelos exames tomográficos iniciais e finais, representando o 3º e 4º milímetros apicais, foi realizado por meio do programa AutoCad® 2012 (Autodesk Inc., *San Rafael*, USA). Após a inserção da imagem obtida e padronização de escala da imagem em tamanho real, foi possível medir a área do canal radicular utilizando a ferramenta *MEDIRGEOM*, que permitiu a realização do contorno da região que se queria mensurar (Figura 21). Em seguida, o aumento percentual da área foi calculado a partir da diferença entre a área do canal instrumentado (tomografia final) e a área do canal não instrumentado (tomografia inicial).

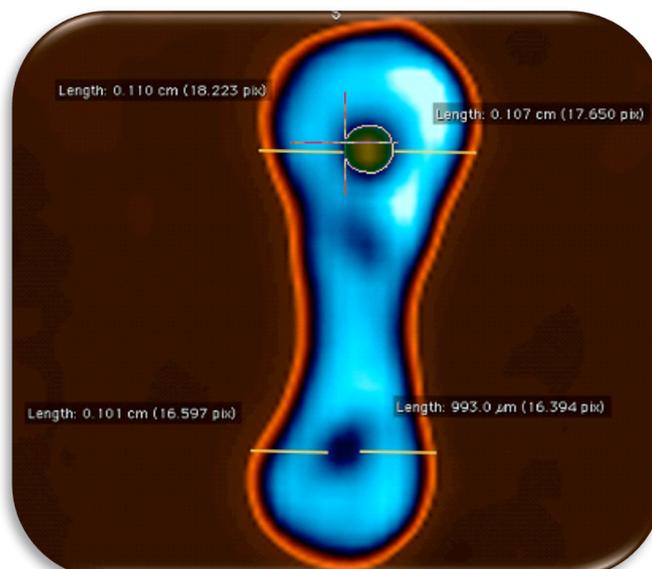


Figura 21 - Medição da área realizada no programa AutoCad® 2012.

Grupo Controle Negativo

O grupo controle negativo foi considerado as medidas do diâmetro das paredes dos canais mesiais e a área de dois dentes, obtidos pela metodologia anteriormente descrita, mensuradas após duas tomografias realizadas, para mimetizar as duas tomografias (antes da instrumentação e após a instrumentação) realizadas dos grupos 1 e 2. No Apêndice E, encontra-se os dados do ângulo e raio de curvatura das raízes, bem como o comprimento de trabalho dos dois dentes.

RESULTADOS

Os resultados em milímetros (mm) do desvio apical foram apresentados no Gráfico 1 e na Tabela 1. Os dados demonstram que, em média, o Grupo 1 (G1 WaveOne[®]) apresentou no 3º mm e 4º mm do canal méso-vestibular desvios de (CMV), respectivamente $0,026 \pm 0,07$ e $0,001 \pm 0,07$. Em relação ao canal méso-lingual (CML) para o 3º mm e 4º mm foram respectivamente, $0,010 \pm 0,10$ e $0,008 \pm 0,08$. O Grupo 2 (G2 Reciproc[®]) apresentou no 3º mm e 4º mm do canal méso-vestibular (CMV), respectivamente $0,055 \pm 0,13$ e $0,016 \pm 0,12$. Quanto ao canal méso-lingual (CML) para o 3º mm e 4º mm foram respectivamente, $0,023 \pm 0,09$ e $0,016 \pm 0,10$. Os dados originais das mensurações realizadas antes e após a instrumentação estão disponíveis no Apêndice F e G.

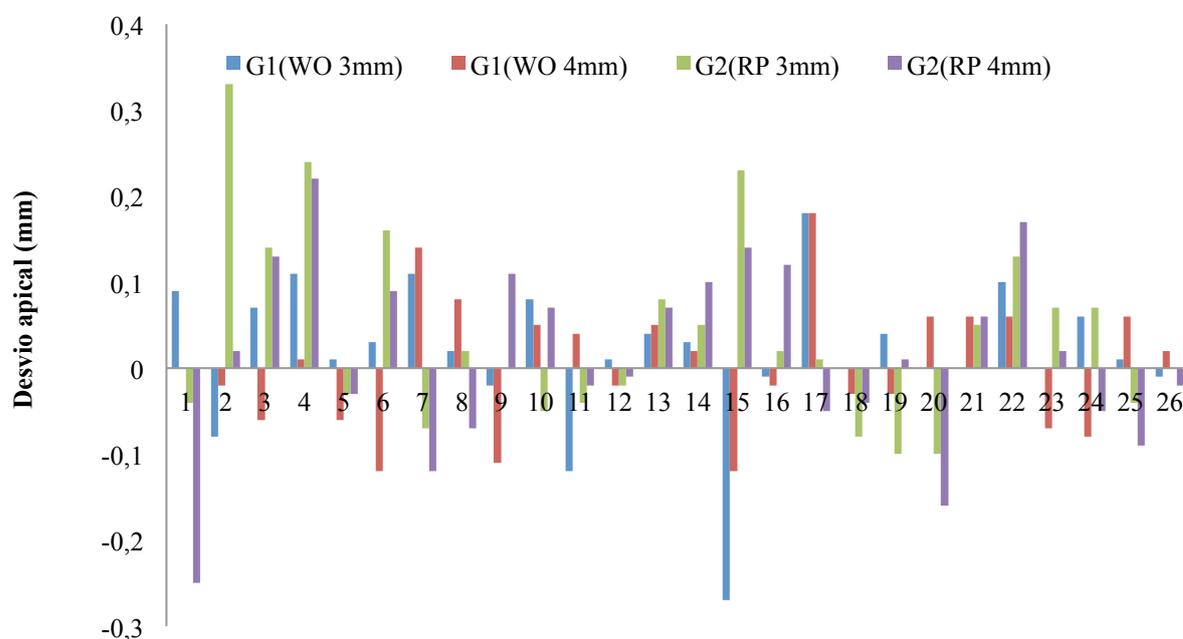


Gráfico 1- Desvio apical evidenciado por grupo experimental e por milímetro do canal. Dados de 1 ao 13 referentes ao canal méso-vestibular e 14 ao 26 ao canal méso-lingual.

Instrumento	G1: WaveOne [®] (WO)				G2: Reciproc [®] (RP)			
	Mésio-vestibular (n=26)		Mésio-lingual (n=26)		Mésio-vestibular (n=26)		Mésio-lingual (n=26)	
Canal	3° mm	4° mm	3° mm	4° mm	3° mm	4° mm	3° mm	4° mm
Terço apical	0,09	0	0,03	0,02	-0,04	-0,25	0,05	0,1
	-0,08	-0,02	-0,27	-0,12	0,33	0,02	0,23	0,14
	0,07	-0,06	-0,01	-0,02	0,14	0,13	0,02	0,12
	0,11	0,01	0,18	0,18	0,24	0,22	0,01	-0,05
	0,01	-0,06	0	-0,03	-0,03	-0,03	-0,08	-0,04
	0,03	-0,12	0,04	-0,03	0,16	0,09	-0,10	0,01
	0,11	0,14	0	0,06	-0,07	-0,12	-0,10	-0,16
	0,02	0,08	0	0,06	0,02	-0,07	0,05	0,06
	-0,02	-0,11	0,1	0,06	0	0,11	0,13	0,17
	0,08	0,05	0	-0,07	-0,05	0,07	0,07	0,02
	-0,12	0,04	0,06	-0,08	-0,04	-0,02	0,07	-0,05
	0,01	-0,02	0,01	0,06	-0,02	-0,01	-0,04	-0,09
	0,04	0,05	-0,01	0,02	0,08	0,07	0	-0,02
Média	0,026	0,001	0,010	0,008	0,055	0,016	0,023	0,016
	±0,07	±0,07	±0,10	±0,08	±0,13	±0,12	±0,09	±0,10

Tabela 1 - Desvio apical (em milímetros) de acordo com o instrumento utilizado em cada canal e por terço apical.

Direção do desvio apical

Considerando as 104 mensurações obtidas, 97 apresentaram desvio, sendo que, em geral, houve maior tendência de transporte no sentido mesial (n=57) que para o distal (n=40), em proporção de 1,425: 1. As proporções entre o desvio no sentido mesial e distal para cada canal radicular obtidas no 3° e 4° mm do terço apical foram aproximadas, sendo que a menor proporção foi observada no grupo 2 (Tabela 2). Para uma melhor visualização da direção do desvio apical em relação aos fatores de variação foram realizadas as médias de cada desvio distal (DD) e do desvio mesial (DM) em ambos CMV e CML (Gráfico 2).

Canais	Mésio-vestibular		Mésio-lingual		Total	
Grupos	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal
1 (WO 3mm)	10	3	6	3	16	6
1 (WO 4mm)	6	6	7	6	13	12
2 (RP 3mm)	6	6	8	4	14	10
2 (RP 4mm)	7	6	7	6	14	12
Total	29	21	28	19	57	40
Proporção	1,38:1		1,47:1		1,425:1	

Tabela 2 - Direção do desvio, em cada canal, por grupo experimental.

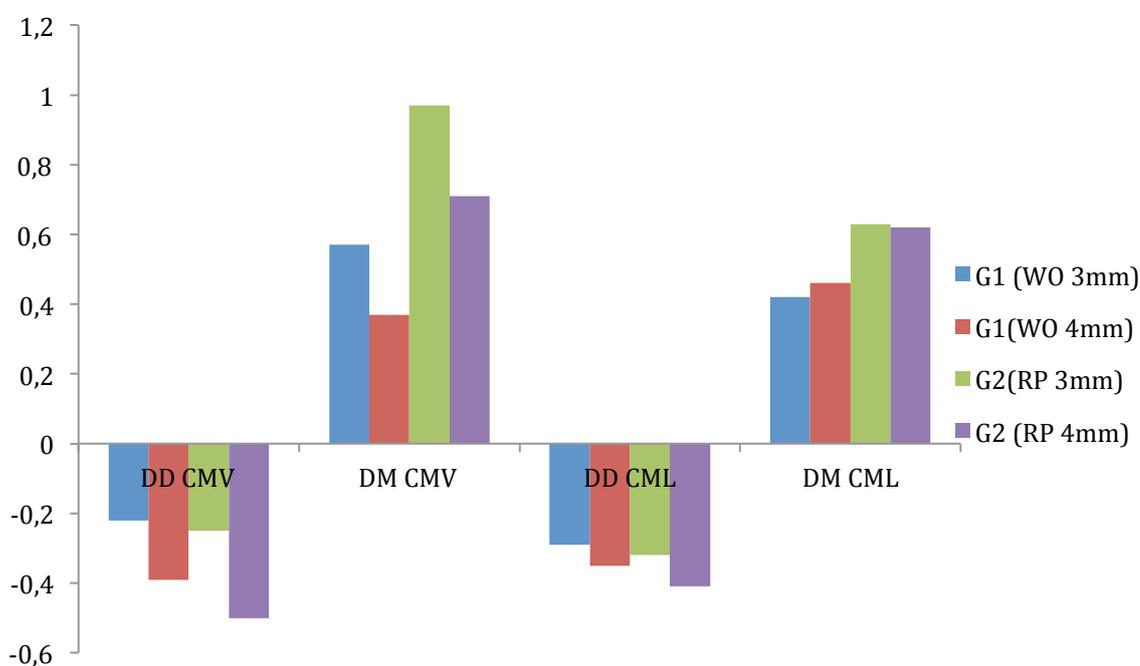


Gráfico 2 - Direção do desvio apical evidenciado por cada grupo experimental e por canal radicular.

A análise estatística foi realizada com auxílio do *software* GMC 8.1 (CAMPOS, 2002). Os dados originais em milímetro do desvio apical (Tabela 1) foram submetidos ao teste estatístico de aderência à curva normal que apontou para uma distribuição amostral normal com a probabilidade de H_0 de 36.3600 % (Tabela 3). Sendo assim, foi optado pela realização do teste estatístico paramétrico de Análise de Variância (Tabela 4).

Teste de aderência à curva normal: Valores originais							
A. Frequências por intervalos de classe:							
Intervalos de classe:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental:	1.92	0.96	24.04	44.23	22.12	5.77	0.96
B. Cálculo do Qui quadrado:				Interpretação			
Graus de liberdade:	4						
Valor do Qui quadrado:	4.33			A distribuição amostral testada é normal .			
Probabilidade de Ho:	36.3600 %						

Tabela 3. Resultado do teste estatístico.

Análise de variância: Valores originais					
Fonte de Variação	Soma de Quadr.	G.L	Quadr. Médios	(F)	Prob. (H0)
Entre colunas	0.0089	1	0.0089	0.94	33.6674 %
Entre linhas	0.0028	1	0.0028	0.30	40.6169 %
Entre blocos	0.0068	1	0.0068	0.72	40.3427 %
Interação CxL	0.0050	1	0.0050	0.53	47.6184 %
Interação BxC	0.0007	1	0.0007	0.07	21.0386 %
Interação BxL	0.0008	1	0.0008	0.08	22.4984 %
Interação BxCxL	0.0001	1	0.0001	0.01	8.3427 %
Resíduo	0.9067	96	0.0094		
Variação total	0.9316	103			

Tabela 4- Resultados do Teste de ANOVA.

Os resultados do Teste de ANOVA demonstraram a probabilidade de Ho para colunas, linhas, blocos e interação, os respectivos valores: 33.6674 %, 40.6169 % e 40.3427% e 8.3427 % (Tabela 4). Sendo assim o teste complementar de Tukey foi realizado para 5% de significância, obtendo os valores críticos de 1.15991 (Apêndice H).

Então, foi realizada a comparação entre os três fatores de variação da pesquisa (instrumento utilizado, milímetro apical e canal radicular) para verificar se havia diferença estatisticamente significativa entre os grupos analisados (Tabela 5). Quando comparamos os instrumentos WaveOne[®] (WO3MV) e Reciproc[®] (RP3MV), ambos no 3º mm apical do canal méso-vestibular, obtivemos diferença entre as médias de -0,028, esse valor foi comparado ao

valor crítico de Turkey 1.15991 para 5%, o que demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre esses grupos experimentais. Também foi obtido resultado estatístico similar, sem diferença estatisticamente significativa, para as demais comparações realizadas: instrumentos WaveOne[®] (WO3ML) e Reciproc[®] (RP3ML), ambos no 3° mm apical do canal méso-lingual; instrumentos WaveOne[®] (WO4MV) e Reciproc[®] (RP4MV), ambos no 4° mm apical do canal méso-vestibular; instrumentos WaveOne[®] (WO4ML) e Reciproc[®] (RP4ML), ambos no 4° mm apical do canal méso-lingual. Também foi realizada a comparação quando se utilizou o mesmo tipo de instrumento, no mesmo milímetro apical, com variação apenas do canal radicular, e também não houve diferença estatisticamente significantes entre os grupos.

Comparações	Diferenças entre médias	Significância
WO3MV x RP3MV	-0,028	ns
WO3ML x RP3ML	-0,014	ns
WO4MV x RP4MV	-0,018	ns
WO4ML x RP4ML	-0,008	ns
WO3MV x WO3ML	0,017	ns
WO4MV x WO4ML	-0,010	ns
RP3MV x RP3ML	0,032	ns
RP4MV x RP4ML	0,00	ns

Valor Crítico de Tukey para 5% = 1.15991

WO= WaveOne[®]; RP = Reciproc[®]; 3 e 4 = 3° e 4° mm apicais; MV = méso-vestibular; ML= Méso-lingual; ns= não significativa.

Tabela 5 – Comparações realizadas por instrumento, milímetro do canal e canal radicular para verificar significância estatística.

Índice de Centralização

Em média, nenhum dos grupos apresentou perfeita centralização (valor = 1,0). O Índice de centralização do Grupo 1 (WaveOne[®]) no 3° mm apical foi de $0,55 \pm 0,29$ e

0,61±0,33 para o canal méso-vestibular e méso-lingual, respectivamente; no 4º mm foi de 0,59±0,33 e 0,57±0,23 para o canal méso-vestibular e méso-lingual, respectivamente; no Grupo 2 (Reciproc[®]) no 3º mm apical foi de 0,49±0,38 e 0,63±0,26 para o canal méso-vestibular e méso-lingual, respectivamente; e no 4º mm foi de 0,51±0,27 e 0,64±0,26 para o canal méso-vestibular e méso-lingual (Tabela 6). Os dados originais do índice de centralização estão no Apêndice D.

Grupos	n	Canais		
		Mésio-vestibular	Mésio-lingual	Total
1 (WO3mm)	26	0,55 ± 0,29	0,61±0,33	0,58±0,31
1 (WO4mm)	26	0,59±0,33	0,57±0,23	0,58±0,28
2 (RP3mm)	26	0,49±0,38	0,63±0,26	0,56±0,32
2 (RP4mm)	26	0,51±0,27	0,64±0,26	0,58±0,27
Total	104	0,54±0,32	0,61±0,27	0,58±0,295

Tabela 6 - Média do Índice de centralização, em cada canal por grupo experimental e milímetro apical.

Os dados originais (Apêndice D) foram submetidos a testes preliminares visando verificar a característica da distribuição amostral. O teste de aderência à curva normal evidenciou uma probabilidade de igualdade de H_0 com valor de 0,4000%, caracterizando dessa forma que a distribuição amostral era não normal (Tabela 7).

Teste de aderência à curva normal: Valores originais							
A. Frequências por intervalos de classe:							
Intervalos de classe:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental:	0.00	11.54	17.31	35.58	33.65	1.92	0.00
B. Cálculo do Qui quadrado:				Interpretação			
Graus de liberdade:	4						
Valor do Qui quadrado:	15,34		A distribuição amostral testada não é normal.				
Probabilidade de H_0 :	0,4000 %						

Tabela 7 - Resultado do teste estatístico.

A constatação da distribuição não-normal dos dados autorizou o uso do teste de Kruskal-Wallis (Tabela 8). O Teste de Kruskal Wallis não evidenciou diferença estatística significativa entre os dados referentes ao índice de centralização, ($\alpha > 0,05$). Foi realizada a comparação entre médias dos postos das amostras, duas a duas, e todos os resultados evidenciaram que não havia diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Apêndice I).

Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado:	6.3560
Valor do X^2 para 7 graus de liberdade:	6.36
Probabilidade de H_0 para esse valor:	49.89 %
Não-significante ($\alpha > 0,05$)	

Tabela 8 - Resultados do teste de Kruskal-Wallis.

Aumento Percentual da Área Pós-instrumentação

O aumento geral do percentual da área foi, em média, de $18,92 \pm 11,82\%$. O grupo 1 no 3° mm apical apresentou aumento médio de $18,65 \pm 13\%$, no 4° mm apical, de $21,8 \pm 13,75\%$, o grupo 2 no 3° mm apical, de $16,05 \pm 10,75$, e no 4° mm apical de $19,2 \pm 9,8$. (Tabela 9 e Gráfico 3). Os dados originais da porcentagem podem ser observados no Apêndice J.

Grupos	n	Canais		
		Mésio-vestibular	Mésio-lingual	Total
1 (WO3mm)	26	$19,6 \pm 10,7$	$17,7 \pm 15,3$	$18,65 \pm 13$
1 (WO4mm)	26	$21,1 \pm 11,3$	$22,5 \pm 16,2$	$21,8 \pm 13,75$
2 (RP3mm)	26	$13,1 \pm 8,5$	19 ± 12	$16,05 \pm 10,75$
2 (RP4mm)	26	$14,1 \pm 8,3$	$24,3 \pm 11,3$	$19,2 \pm 9,8$
Total	104	$16,98 \pm 9,7$	$20,87 \pm 13,7$	$18,92 \pm 11,82$

Tabela 9 - Aumento médio da área, em porcentagem, em cada canal por grupo experimental.

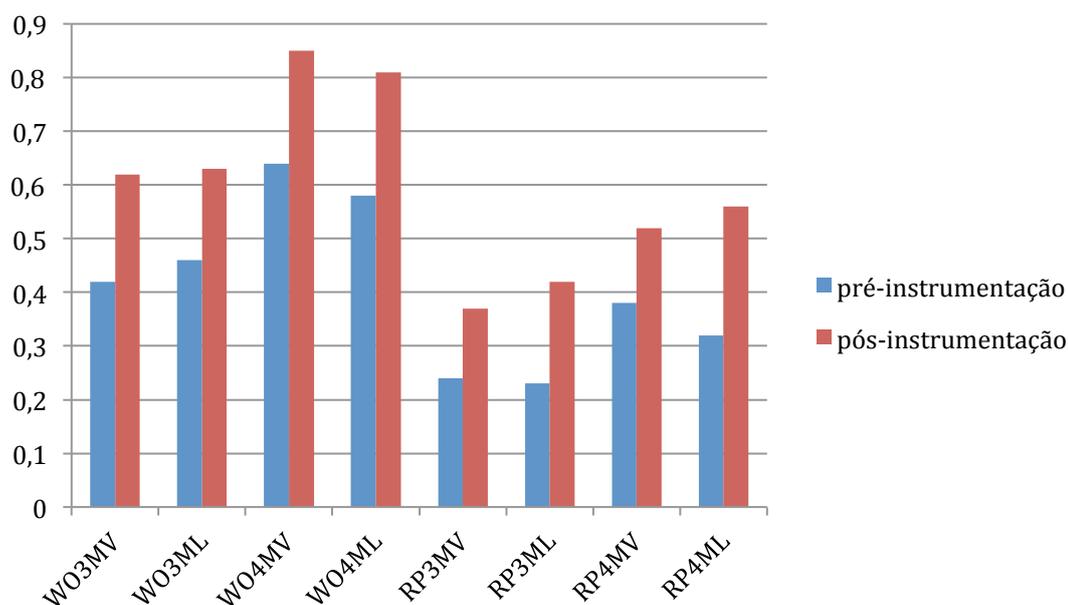


Gráfico 3 - Área média, em mm², antes e após a instrumentação por grupo experimental.

Os dados referentes ao aumento percentual da área do canal foram submetidos ao teste de aderência à curva normal que evidenciou uma distribuição amostral do tipo normal ou paramétrica (Tabela 10). Isso possibilitou o uso do teste paramétrico da análise de variância.

Teste de aderência à curva normal: Valores originais							
A. Frequências por intervalos de classe:							
Intervalos de classe:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental:	0.00	1.92	32.69	34.62	24.04	4.81	1.92
B. Cálculo do Qui quadrado:				Interpretação			
Graus de liberdade:	4			A distribuição amostral testada é normal .			
Valor do Qui quadrado:	4.58						
Probabilidade de Ho:	20.0500 %						

Tabela 10 - Resultado do teste estatístico aumento percentual da área.

Os resultados do Teste de ANOVA demonstraram a probabilidade de Ho para colunas, linhas, blocos e interação, os respectivos valores: 9.5799 %, 27.1426 % e 17.8521 %

(Tabela 11). Sendo assim o teste complementar de Tukey foi realizado para 5% de significância, obtendo os valores críticos de 143.14023 (Apêndice K).

Análise de variância: Valores originais					
Fonte de Variação	Soma de Quadr.	G.L	Quadr. Médios	(F)	Prob. (H0)
Entre colunas	397.4008	1	397.4008	2.76	9.5799 %
Entre linhas	175.4946	1	175.4946	1.22	27.1426 %
Entre blocos	260.1821	1	260.1821	1.81	17.8521 %
Interação CxL	449.8684	1	449.8684	3.13	7.6444 %
Interação BxC	93.6833	1	93.6833	0.65	42.7188 %
Interação BxL	0.0102	1	0.0102	0.00	1.1551 %
Interação BxCxL	2.6076	1	2.6076	0.02	11.1666 %
Resíduo	13828.3584	96	143.8371		
Variação total	15187.6055	103			

Tabela 11 - Resultados do Teste de ANOVA.

A seguir, foi comparado os três fatores de variação da pesquisa (instrumento utilizado, milímetro apical e canal radicular) para verificar se havia diferença estatisticamente significativa entre os grupos analisados (Tabela 12). Quando comparamos os instrumentos WaveOne (WO3MV) e Reciproc (RP3MV), ambos no 3° mm apical do canal mésio-vestibular, obtivemos diferença entre as médias de 6,5, esse valor foi comparado ao valor crítico de Turkey 143.14023 para 5%, o que demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre esses grupos experimentais. Também foi obtido resultado estatístico semelhante, sem diferença estatisticamente significativa, para as demais comparações realizadas entre os grupos.

	Diferenças entre médias	Significância
WO3MV x RP3MV	6,5	ns
WO3ML x RP3ML	-4,8	ns
WO4MV x RP4MV	7	ns
WO4ML x RP4ML	-1,8	ns
WO3MV x WO3ML	1,9	ns
WO4MV x WO4ML	-1,4	ns
RP3MV x RP3ML	-5,9	ns
RP4MV x RP4ML	-10,2	ns

Valor Crítico de Tukey para 5% = 143.14023

WO= WaveOne; RP = Reciproc; 3 e 4 = 3° e 4° mm apicais; MV = méso-vestibular; ML= Méso-lingual; ns= não significante.

Tabela 12 - Comparações realizadas por instrumento, milímetro do canal e canal radicular para verificar significância estatística.

Grupo Controle Negativo

É possível observar que as médias das medidas da primeira e segunda tomografias foram similares em ambos os canais méso-vestibulares e méso-linguais, como também nos 3° e 4° milímetros apicais (Tabelas 13 e 14).

Terço	3mm				4mm			
	Mésio-Vestibular		Mésio-lingual		Mésio-Vestibular		Mésio-lingual	
1° tomografia								
	Parede mesial	Parede distal	Parede mesial	Parede distal	Parede mesial	Parede distal	Parede mesial	Parede distal
Média	1,0±	1,15±	1,07±	1,08±	1,05±	1,10±	1,21±	1,19±
e DP	0,49	0,47	0,21	0,50	0,20	0,38	0,20	0,52
2° tomografia								
Média	1,1±	1,13±	1,06±	1,06±	1,04±	1,08±	1,21±	1,21±
e DP	0,35	0,44	0,20	0,48	0,19	0,37	0,21	0,54

Tabela 13 – Média e Desvio Padrão das medidas do grupo controle (em milímetros) da primeira e segunda tomografia realizadas.

Terço	3mm		4mm	
Canal	Mésio-Vestibular	Mésio-lingual	Mésio-Vestibular	Mésio-lingual
1º tomografia				
Média e DP	0,29±0,30	0,45±0,20	0,53±0,23	0,42±0,37
2º tomografia				
Média e DP	0,29±0,30	0,44±0,21	0,53±0,22	0,42±0,37

Tabela 14 – Média e Desvio Padrão das medidas da área do grupo controle (em milímetros²) da primeira e segunda tomografia realizadas.

DISCUSSÃO

Da Metodologia

Em relação à metodologia proposta, tem-se observado trabalhos que utilizam os canais artificiais para avaliação do desvio apical (MADUREIRA, *et al.*, 2010; BERUTTI, *et al.*, 2012). Todavia, sabe-se que a utilização de canais simulados proporciona uma uniformização da amostra, uma vez que as variações anatômicas, como dureza dentinária e os diferentes graus de curvatura, são eliminados. No entanto, optou-se pelos dentes humanos, em função da maior proximidade com a realidade clínica, pois refletem melhor as peculiaridades anatômicas (GERGI, *et al.*, 2010; SETZER; KWON; KARABUCAK, 2010).

Foram selecionados primeiros e segundos molares inferiores em concordância com trabalhos atuais, como o de Moore *et al.*, 2009; Iqbal *et al.*, 2010; Paqué; Zehnder; De-Deus, 2011; Marzouk; Ghoneim, 2013, devido a complexidade anatômica inerente a raiz mesial. Uma pesquisa recente demonstrou que cerca de 74% dos molares inferiores apresentam dois canais mesiais (SILVA, *et al.*, 2013), isso se deve principalmente ao achatamento no sentido méso-distal. Além disso, esses canais podem ser completamente distintos terminando em dois forames separados ou ainda se fusionarem em alguma porção da raiz terminando em um forame único. Além dessa variabilidade, também existem os diferentes graus de curvatura dessas raízes (KARTAL; CIMILLI, 1997). Na presente pesquisa, utilizamos os dois canais mesiais para realizar o preparo biomecânico, com isso foi necessário selecionar dentes que possuíam esses canais com forames independentes (FREIRE, *et al.*, 2011; PAQUÉ; ZEHNDER; DE-DEUS, 2011; MARZOUK; GHONEIM, 2013).

Com intuito de determinar o diâmetro anatômico, uma lima tipo k #15 deveria ser inserida no canal radicular no comprimento de trabalho, e se essa encontrasse uma certa resistência e se ajustasse as paredes dentinárias, seria considerado como instrumento inicial.

Essa mesma metodologia também foi aplicada nas pesquisas de Pasternak-Júnior; Sousa-Neto; Silva, 2009; Gergi *et al*, 2012; You *et al*, 2011 e Kim *et al*, 2012. Isto se faz necessário para definir o instrumento inicial e final durante o preparo biomecânico e para garantir que haja a adequada ampliação do canal radicular, pois os instrumentos utilizados possuem tamanho da ponta semelhante ao instrumento 15 para o diâmetro anatômico e o tamanho #25 para o diâmetro cirúrgico, o que possibilitará a ampliação da área apical em pelo menos 100 μ m.

Durante a seleção dos dentes, foi utilizado o Método de Schneider para mensurar o ângulo de curvatura que deveria estar entre os valores de 20° a 40°, considerado curvatura moderada a severa, respectivamente, a média do ângulo de curvatura das raízes foi de 33°, a mesma padronização foi utilizada por Oliveira *et al*, 2009; Cruz Filho *et al*, 2009; Paqué; Zehnder; De-Deus, 2011 e Hartmann *et al*, 2011. Em 1997, Kartal; Cimilli avaliaram os graus de curvatura e configurações das raízes mesiais de molares inferiores, e obtiveram grau de curvatura médio para 697 dentes analisados de 25,2 graus. O raio de curvatura foi mensurado pelo método de Pruett, Clement, Carnes (1997) conforme outros trabalhos realizados (PASTERNAK-JÚNIOR; SOUSA-NETO; SILVA, 2009; OLIVEIRA, *et al.*, 2009). Foram selecionados para pesquisa apenas os dentes que possuíam um raio de curvatura de até 10 mm, uma vez que quanto menor fosse o raio, maior seria a curvatura da raiz. Como sabemos, o raio de curvatura da raiz pode aumentar o estresse dos instrumentos endodônticos, podendo levar a fraturas, como também influenciar no aparecimento do desvio apical (PRUETT, CLEMENT, CARNES, 1997).

Os canais radiculares possuem variados graus de curvatura, e isso pode favorecer o aparecimento de iatrogenias, uma vez que durante o preparo biomecânico ocorre maior desgaste das paredes do sistemas de canais radiculares, geralmente em três áreas. A primeira das áreas está no terço apical, onde a extremidade do instrumento é pressionada contra a

parede externa, a segunda se localiza nas proximidades do terço médio, onde o instrumento tende a desgastar a parede interna e a terceira se localiza na embocadura voltada para a parede externa do dente. Além do grau de curvatura, fatores como a localização da abertura foraminal, a dureza da dentina, a flexibilidade e diâmetro do instrumento endodôntico, assim como o tipo de movimento empregado, podem influenciar diretamente no resultado final do preparo químico-mecânico (LOPES, SIQUEIRA, 2010).

No presente estudo, as raízes distais foram seccionadas apenas no 4° mm apical, para que servisse de referência durante a seleção dos topogramas. Outras pesquisas optaram por realizar a secção completa desta raiz com objetivo de aproximar os espécimes da unidade de raio-x do tomógrafo e assim obter uma maior precisão das imagens (LOIZIDES, *et al.*, 2007; PASTERNAK-JÚNIOR; SOUSA-NETO; SILVA, 2009; EL BATOUTY, ELMALLAH, 2011; MARZOUK, GHONEIM, 2013).

Previamente à inclusão dos dentes em blocos de acrílico, foram fixadas no 3° mm da parede vestibular das raízes mésio-vestibulares dos dentes, um pedaço de fio metálico para tentar facilitar a leitura durante visualização da imagem tomográfica, observamos que Hartmann (2006) também realizou essa padronização, entretanto utilizou as extremidades finais de cones de guta-percha número 15 fixados com cianocrilato. Visando uniformizar o posicionamento durante a instrumentação e também as tomadas tomográficas iniciais e finais, os dentes neste projeto foram incluídos em blocos de resina acrílica (GERGI 2010; HARTMANN, *et al.*, 2011; EL BATOUTY, ELMALLAH, 2011).

Com intuito de realizar as tomografias iniciais e finais na mesma posição, foi optado pela confecção de uma plataforma de isopor com oito orifícios, para que fosse possível agrupar os corpos de prova e obter as imagens de 8 dentes por vez. Essa metodologia adotada foi similar a utilizada por Hartmann (2006) e Gergi *et al* (2012).

O desvio apical pode ser avaliado por diversos métodos, os mais utilizados são os radiográficos, a moldagem de silicone dos canais radiculares, a análise da secção histológica, a microscopia eletrônica de varredura, a tomografia computadorizada e a micro tomografia computadorizada (PETERS; SCHÖNENBERGER; LAIB, 2001; HARTMANN, *et al.*, 2007; PAQUÉ; ZEHNDER; DE-DEUS, 2011).

Para esta pesquisa, optamos pela utilização do método da tomografia computadorizada Cone Beam que tornou-se um método de avaliação favorável em pesquisa na área de Endodontia por ser não invasivo, reprodutível, que possibilita a aquisição das imagens de vários espécimes ao mesmo tempo, como também permite a avaliação antes e após a instrumentação, sem necessitar de destruição do corpo de prova (GAMBILL, ALDER, RIO, 1996; GERGI, *et al.*, 2012). Para definir o protocolo ideal a ser utilizado durante a aquisição das imagens foi observado nos artigos pesquisados, aqueles que utilizaram o mesmo tipo de aparelho de tomografia Cone Beam (PASTERNAK-JÚNIOR; SOUSA-NETO; SILVA, 2009, OLIVEIRA, *et al.*, 2009). Corroborando com isso, Miles e Mcclammy (2011) afirmam que quanto menor o tamanho do voxel, mais alta será a resolução espacial. E que para imagens endodônticas, o tamanho mínimo absoluto do voxel deveria ser 0,2 mm. Com isso, o protocolo escolhido foi Mand 6 cm, 40 Sec, 0.2 Voxel.

O tema geral sobre desvio apical foi escolhido em virtude do lançamento de novos sistemas de instrumentação endodôntica, pois torna-se necessário investigar se tais instrumentos irão modificar o canal radicular principalmente na região apical, pois quanto maior à amplitude e a frequência do movimento, bem como do diâmetro e da rigidez do instrumento, maior será o deslocamento da parede externa do canal radicular em relação a sua posição original, o que resultará em dificuldade de limpeza adequada em algumas áreas que não terão atuação dos instrumentos, favorecendo a presença de remanescentes de tecido

necrosado, propiciando o insucesso do tratamento endodôntico (CRUZ FILHO, *et al.*, 2009; AGUIAR, *et al.*, 2009).

Dos Resultados

Os valores médios do desvio apical tanto para o Grupo WaveOne[®] quanto para o Grupo que utilizou o sistema Reciproc[®], em ambos os milímetros apicais, apresentaram resultados de desvio apical menores que 0,06 mm. Em 2013, Marzouk; Ghoneim compararam o desvio apical produzido pelo sistema WaveOne[®] e Twisted File[®], e obtiveram valores menores que 0,14 mm, enquanto Saber; El Sadat (2013) avaliaram a influência da diminuição do ângulo de reciprocidade na fadiga cíclica, desvio apical e capacidade de centralização e obtiveram valores de desvio menores que 0,26 mm. Outras pesquisas que também avaliaram o desvio apical utilizando a mesma metodologia, entretanto com técnicas de instrumentação rotatória com os sistemas RaCe[®], ProTaper Universal[®], Hero 642 Apical[®], FlexMaster[®], com técnicas de instrumentação oscilatória K-Flexofiles[®], NiTiflex files[®], além de técnicas de instrumentação manual e alcançaram valores médios de desvio menores que 0,07 mm (PASTERNAK-JÚNIOR; SOUSA-NETO; SILVA, 2009), 0,10 mm (OZER; TURKEY, 2011), 0,14 mm (OLIVEIRA, *et al.*, 2009) e 0,37 mm (HARTMANN, 2007). Todavia, um estudo de Peters; Schönenberger; Laib (2001) revela que desvios apicais menores que 40µm, em canais estreitos, não devem ser considerados. Também é discutível se o desvio do canal com extensão de 10 µm é clinicamente relevante.

Esse resultado pode ser justificado devido os instrumentos reciprocantes WaveOne[®] e Reciproc[®] serem fabricados a partir de uma liga de NiTi que possui características peculiares como as propriedades de efeito memória de forma e superelasticidade, além disso, esses novos instrumentos agregaram a liga de NiTi uma tratamento térmico-mecânico

especial chamado *M-Wire* que aumenta a flexibilidade e a resistência a fadiga cíclica do instrumento (YARED, 2011; BURKLEIN, *et al.*, 2012; PEREIRA, *et al.*, 2012).

Já é conhecido que as ligas de Nitinol podem existir em uma de duas diferentes estruturas de cristal dependendo da temperatura. Em temperaturas mais baixas, o Nitinol está em fase martensítica, que proporciona maior flexibilidade e maleabilidade, entretanto, pode ser facilmente deformada por meio da aplicação de tensão. Em temperaturas mais elevadas, acima de uma temperatura crítica da liga, a liga de Nitinol permanece em fase austenítica, que tem como característica ser uma fase forte e dura da liga, com propriedades semelhantes às do titânio. As ligas de Nitinol podem sofrer uma mudança de fase como resultado da aplicação de uma tensão (BERENDT, 2007).

Em 2007, Berendt patenteou os métodos necessários para alcançar uma melhor resistência à fadiga cíclica dos instrumentos fabricados a partir das ligas de Nitinol. Os métodos envolvem o rearranjo térmico e mecânico, bem como a estabilização induzida a frio da fase martensítica em instrumentos de Nitinol, de tal modo que as partes de Nitinol permaneçam termodinamicamente em estado martensítico, mesmo quando o dispositivo está a uma temperatura acima da crítica de funcionamento, o que impede uma alteração de fase.

Zhang; Cheung; Zheng (2010) afirmaram que a tensão máxima sobre o material é influenciada diretamente pela configuração da secção transversal do instrumento. Com isso, os fabricantes do sistema WaveOne[®] projetaram os instrumentos com um designer diferenciado com uma secção transversal triangular convexa modificada na extremidade da ponta, com objetivo de acompanhar a curvatura do canal com maior precisão. Já na extremidade coronal a secção transversal é triangular similar ao sistema ProTaper[®] (WEBBER, *et al.*, 2011; BURKELEIN, *et al.*, 2012). Essa variação da secção transversal mais os passos da hélice ao longo do instrumento possibilitam aumento da flexibilidade e uma melhor segurança do instrumento (WEBBER, *et al.*, 2011). Além disso, há também uma

conicidade decrescente (0.8, 0.65, 0.6, 0,55) a partir da ponta para a base da haste de corte. Quanto ao perfil da aresta lateral de corte, é do tipo guia radial, servindo de apoio para as lâminas, contudo possui pequeno espaço para transportar resíduos do canal durante a instrumentação. Possui como características importantes as três áreas de corte e um instrumento denominado *Small* que foi idealizado para ser empregado em canais atrésicos uma vez que possui conicidade 21.06 até os primeiros 3 milímetros apicais (BURKELEIN, *et al.*, 2012).

O sistema Recipro[®] possui como característica uma secção transversal em forma de S em toda a extensão do corpo do instrumento, similar ao sistema Mtwo, todavia a forma de S foi invertida, para permitir que os cortes das hélices sejam em sentido anti-horário (LOPES, *et al.*, 2013). A área da secção transversal é menor, e isso possibilita aumento da flexibilidade do instrumento (KIM, *et al.*, 2012; BURKELEIN, *et al.*, 2012, YARED, 2011). A conicidade também é diferenciada, pois é crescente nos primeiros 3 mm a partir da ponta, seguido por uma conicidade decrescente, até a base da haste de corte (BURKELEIN, *et al.*, 2012). Possui como diferencial em relação ao sistema WaveOne[®], o instrumento R50 que possui conicidade 50.05 nos primeiros três milímetros apicais e pode ser utilizado em canais radiculares com maior diâmetro. A ponta em forma de “S” proporciona um perfil de filete para a aresta lateral com lâmina de corte ativa que possibilita o corte em duas regiões ao mesmo tempo, e possui grande área de escape para remoção de detritos do canal (YARED, 2011; BURKELEIN, *et al.*, 2012).

Estudos de Zhang; Cheung; Zheng (2010) observaram o comportamento de dez instrumentos endodônticos com secções transversais diferentes sobre as forças de tensão e flexão, e chegaram a conclusão que a secção transversal do tipo triângulo convexo, e forma de S (extensa) apresentaram a maior resistência a falha por torção com uma distribuição mais uniforme do estresse sobre o instrumento.

Ainda com objetivo de aumentar a resistência a fadiga cíclica dos instrumentos, uma nova cinemática foi introduzida, denominada movimento recíprocante. Os instrumentos foram fabricados para permitir uma ação de corte reversa, pois a angulação das lâminas é para esquerda, com isso os instrumentos cortam no sentido anti-horário do movimento (PLOTINO, *et al.*, 2012; WEBBER, *et al.*, 2011).

Os idealizadores afirmam que o movimento recíprocante reduz a fadiga por torção, uma vez que o movimento é invertido periodicamente. O ângulo de rotação anti-horário foi concebido para ser menor do que o limite elástico do instrumento (PLOTINO, *et al.*, 2012; KIM, *et al.*, 2012). Para o sistema Recipro[®] a angulação é de 150° no sentido anti-horário, em seguida, 30° de rotação no sentido horário, e para o sistema WaveOne[®] a angulação é de 170° no sentido anti-horário, em seguida, 50° de rotação no sentido horário (KIM, *et al.*, 2012).

Lopes *et al* (2013) avaliaram a influência do movimento recíprocante e da flexibilidade do instrumento em testes estáticos e dinâmicos de fadiga, e pode observar que durante o movimento rotatório contínuo, as tensões de tração estão convergidas em apenas uma área do instrumento, enquanto que durante o movimento recíprocante, a cada ciclo, as tensões de tração são distribuídas em três pontos em torno do corpo de trabalho do instrumento. Além disso, o movimento recíprocante proporcionou menores deformidades após a instrumentação, mesmo quando foi utilizado na região apical de canais curvos (YOU, *et al.*, 2011). Com isso, podemos afirmar que além da secção transversal, o tipo de cinemática empregada e também a anatomia interna dos dentes poderá influenciar diretamente na resistência dos instrumentos endodônticos.

Neste trabalho, após a instrumentação também foi verificada a direção do desvio apical, que mostrou uma variação com maior tendência para desvio no sentido mesial do canal radicular, em ambos os grupos e terços. O grupo WaveOne[®] apresentou 29 desvios para

mesial e 18 desvios para distal, considerando os canais méso-vestibular e méso-lingual, e o 3º e 4º milímetros apicais. O grupo do sistema Reciproc® apresentou 28 desvios para mesial e 22 desvios para distal (Tabela 2 nos resultados). Os trabalhos de Oliveira *et al* (2009); Pasternak-Júnior; Sousa-Neto; Silva (2009) e Freire *et al* (2011) também obtiveram resultados similares com maior tendência de desvio para mesial. Entretanto, estudos mais clássicos evidenciaram que não há um padrão constante quanto à direção do desvio apical (PETERS; SCHÖNENBERGER; LAIB 2001). Assim como, You *et al* (2011) afirmam que o desvio apical muda de direção de acordo com o milímetro apical avaliado.

Freire *et al* (2011) elucidam a ocorrência do desvio apical principalmente na porção externa da curvatura, justificando como motivo a pressão exercida nessa região pelos instrumentos endodônticos em canais com curvaturas acentuadas. Peters; Schöenberger; Laib (2001) afirmaram que pode ocorrer o desvio apical passivo em relação a curvatura da região apical, independente da técnica de instrumentação utilizada. E You *et al* (2011) afirmam que o transporte apical ao 3º mm ocorre para o aspecto exterior da curvatura do canal radicular. O que pode justificar a maior tendência do desvio para a mesial na região apical avaliada.

O índice de centralização indica a capacidade do instrumento em permanecer centralizado dentro do canal radicular durante a instrumentação. No presente estudo, a média do índice de centralização para o grupo WaveOne® foi de 0,58 e para o grupo Reciproc® foi de 0,57, entretanto sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Porém, nenhum dos grupos apresentou perfeita centralização. Em 2009, Pasternak-Júnior; Sousa-Neto; Silva avaliaram o desvio apical e a capacidade de centralização do Sistema RaCe® e no terço apical alcançaram valores do índice de centralização de 0,45. Gergi *et al* (2010) avaliaram os sistemas Twisted File®, PathFile-Protaper® e Técnica manual quanto ao desvio apical e ao índice de centralização e obtiveram no terço apical estatisticamente maiores

valores para o sistema Twisted File[®] e menores valores para técnica manual. Mais recente, em 2013, Saber; El Sadat investigaram os efeitos da variação do movimento de reciprocidade ao utilizar instrumentos WaveOne[®], e acharam valores diferenciados para cada alteração utilizada. A 1 mm do terço apical teve média de 0,76, porém sem diferença estatística significativa.

Apesar de não haver diferença estatisticamente significativa quanto a porcentagem de aumento da área após a instrumentação, podemos observar que o grupo do sistema WaveOne[®] apresentou maior desgaste em valores absolutos que o instrumento Reciproc[®]. Essa ocorrência pode ser justificada devido o instrumento WaveOne[®] apresentar maior secção transversal da área medindo 323,000 μm^2 , enquanto o sistema Reciproc[®] possui área de 275,000 μm^2 (KIM, *et al.*, 2012). Em 2013, Marzouk; Ghoneim avaliaram a porcentagem de aumento de área após a instrumentação dos sistemas Twisted File[®] e WaveOne[®], tiveram resultados de 30,5 % e 38,6%, porém sem diferença estatisticamente significativa. Contudo, foi possível observar que um único instrumento WaveOne[®] conseguiu remover uma quantidade de dentina semelhante ao sistema Twisted File[®], o que indica uma eficiência de corte superior do instrumento WaveOne[®].

Os instrumentos WaveOne[®] e Reciproc[®] tem se mostrado muito promissores e a cinemática reciprocante é a nova tendência durante a instrumentação dos canais radiculares, devido as vantagens já comprovadas como diminuição da fadiga cíclica dos instrumentos, menores risco de alterações severas da anatomia interna dos canais radiculares, maior capacidade de corte dos instrumentos e um preparo químico-mecânico mais rápido.

Apesar das limitações do estudo, com os resultados observados na pesquisa podemos afirmar que ambos os sistemas avaliados proporcionaram desvios apicais mínimos, permaneceram centralizados no interior do canal radicular, e apresentaram aceitável desgaste de dentina. No entanto, mais estudos sobre capacidade de limpeza destes instrumentos, sobre

a ação de soluções irrigadoras associadas a nova cinemática e ao tempo de instrumentação estão indicados para acompanhar o desenvolvimento desses novos instrumentos e da nova cinemática empregada no tratamento endodôntico atual.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que:

- O desvio apical foi, em média, 0,019 mm, sem diferença estatística entre os grupos.
- Houve maior tendência de transporte no sentido mesial.
- O índice de centralização foi, em média, $0,58 \pm 0,295$, sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos.
- O aumento percentual da área foi, em média, 18,92%, sem diferença estatística entre os grupos.
- Conclui-se que ambos os sistemas proporcionaram mínima alteração da morfologia dos canais mesiais de molares inferiores.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Carlos Menezes, *et al.* Assessment of canal walls after biomechanical preparation of root canals instrumented with protaper universaltm rotary system. *J Appl Oral Sci.*, v.17, n. 6, p. 590-5,2009.

ALVES, Vanessa de Oliveira, *et al.* Comparison among manual instruments and pathfile and mtwo rotary instruments to create a glide path in the root canal preparation of curved canals. *J Endod*, v.38, n.1, Jan, p.117-120. 2012.

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

BERUTTI, Elio, *et al.* Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod*, v.38, n.1, Jan, p.101-104. 2012.

BURKLEIN, Sebastian, *et al.* Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: reciproc and waveone versus mtwo and protaper. *Int Endod J*, v.45, n.5, May, p.449-461. 2012.

BURKLEIN, Sebastian; SCHAFER, Edgar. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*, v.38, n.6, Jun, p.850-852. 2012.

CAMPOS, Geraldo Maia. GMC Versão 8.1 Ribeirão Preto: Laboratório de Pesquisa em endodontia, 2002. disponível em www.forp.usp.br/restauradora/gmc.

CRUZ FILHO, Antônio Miranda da, *et al.* Análise ex vivo do desvio apical em canais radiculares curvos por meio de tomografia computadorizada cone beam 3d. *Rev Sul-Bras Odontol*, v.6, n.4, p.353- 359, Dec 2009.

MILES, Dale e MCCLAMMY, Thomas. Imagens por Cone Beam em procedimentos endodônticos. In: HARGREAVES, Kenneth M. e COHEN, Stephen. Caminhos da Polpa. 10ª Edição. Editora Elsevier, São Paulo, 2011. Capítulo 29 (online), p. 955 - 965.

EL BATOUTY, Kariem M; ELMALLAH, Waleed E. Comparison of canal transportation and changes in canal curvature of two nickel-titanium rotary instruments. J Endod, v.37, n.9, Sep, p.1290-1292. 2011.

FREIRE, Laila Gonzales, *et al.* Microscopic computerized tomographic evaluation of root canal transportation prepared with twisted or ground nickel-titanium rotary instruments. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, v.112, n.6, Dec, p.e143-148. 2011.

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

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

GERGI, Richard, *et al.* Comparison of canal transportation and centering ability of 3 files comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, pathfile-protaper system, and stainless steel hand k-files by using computed tomography. J Endod, v.36, n.5, May, p.904-907. 2010.

_____. Taper preparation variability compared to current taper standards using computed tomography. Int J Dent, v.2012, p.265695. 2012.

HARTMANN, Mateus Silveira Martins. Análise comparativa in vitro, do preparo do canal radicular realizado por diferentes técnicas, através de tomografia computadorizada. 2006. 159f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil, Canoas, Rio Grande do Sul.

HARTMANN, Mateus Silveira Martins, *et al.* Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. . J Endod, v.33, n.8, Aug, p.962-965. 2007.

_____. Ct evaluation of apical canal transportation associated with stainless steel hand files, oscillatory technique and protaper rotary system. Braz Dent J, v.22, n.4, p.288-293. 2011.

IQBAL, Mian K, *et al.* An in vitro comparison of profile gt and gtx. Nickel-titanium rotary instruments in apical transportation and length control in mandibular molar. J Endod, v.36, n.2, Feb, p.302-304. 2010.

KARTAL, Nevin; CIMILLI, Hale Kapkin. The degrees and configurations of mesial canal curvatures of mandibular first molars. J Endod, v.23, n.6, Jun, p.358-362. 1997.

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

KUNERT, Gustavo Golgo, *et al.* Analysis of apical root transportation associated with protaper universal f3 and f4 instruments by using digital subtraction radiography. J Endod, v.36, n.6, Jun, p.1052-1055. 2010.

LOPES, Helio Pereira, *et al.* Fatigue Life of Reciproc and Mtwo instruments subjected to static and dynamic tests. J Endod, v.39, n.5, May, p.693-696. 2013.

LOPES, Hélio Pereira; SIQUEIRA Jr, José Freitas. Endodontia: biologia e técnica. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

LOIZIDES, Alexios L., *et al.* A comparative study of the effects of two, nickel–titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. J Endod, v.33, n.12, Dec, p.1455-1459. 2007.

MADUREIRA, Rui Gonçalves, *et al.* Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 109, February, p. e136-e144. 2010.

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

MARZOUK, Abeer M; GHONEIM, Angie G. Computed tomographic evaluation of canal shape instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium systems. *J Endod*, v.39, n.7, Jul, p.906-909. 2013.

MOORE, J.; FITZ-WALTER, P. e PARASHOS, P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *Int Endod J*, v.42, n.12, Dec, p.1057-1064. 2009.

OLIVEIRA, César Augusto Pereira, *et al.* Cone beam -computed tomography analysis of the apical third of curved roots after mechanical preparation with different automated systems. *Braz Dent J*, v.20, n.5, p.376-381. 2009.

OZER, Senem Yigit; TURKEY, Diyarbakir. Comparison of root canal transportation induced by three rotary systems with noncutting tips using computed Tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.111, n.2, Feb, p.244-250. 2011.v. 111 n. 2 February 2011.

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

PASTERNAK-JÚNIOR, B; SOUSA-NETO, M.D.; SILVA, R.G. Canal transportation and centring ability of RaCe rotary instruments. *Int Endod J*, v.42, n.6, Jun, p.499-506. 2009.

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

PETERS, O. A.; SCHONENBERGER, K. e LAIB, A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*, v.34, n.3, Apr, p.221-230. 2001.

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

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

SABER, Shehab El Din Mohamed; EL SADAT, Shaimaa Mohamed Abu. Effect of altering the reciprocation range on the fatigue life and the shaping ability of WaveOne nickel-titanium instruments. *J Endod*, v.39, n.5, May, p.685-688. 2013.

SANTOS, Mariana Diniz Bisi dos; MARCELIANO, Marília Fagury; SILVA E SOUZA, Patrícia Rodrigues de Almeida. Evaluation of apical deviation in root canals instrumented with k3 and protaper systems. *J Appl Oral Sci*, v.14, n. 6, p.460-464, 2006.

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

SETZER, Frank C; KWON, Tae-Kyung; KARABUCAK, Bekir. Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. *JOE*, v. 36, n. 7, July 2010.

SILVA, Emmanuel João Nogueira Leal, *et al.* Evaluation of root canal configuration of mandibular molars in a Brazilian population by using cone beam computed tomography: an in vivo study. *J Endod*, v.39, n.7, Jul, p.849-852. 2013.

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

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

_____. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: a new concept. 2011. Available at: http://www.vdw-reciproc.de/images/stories/pdf/GY_Artikel_en_WEB.pdf. Acessado em 02 de Dezembro de 2012.

YOU, Sung-Yeop, *et al.* Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. *J Endod*, v.37, n.9, Sep, p.1296-1300. 2011.

ZHANG, En-Wei; CHEUNG, Gary S. e ZHENG, Yu-Feng. Influence of cross-sectional design and dimension on mechanical behavior of nickel-titanium instruments under torsion and bending: a numerical analysis. *J Endod*, v.36, n.8, Aug, p.1394-1398. 2010.

APÊNDICE

Apêndice A - Medidas dos dentes selecionados para pesquisa.

Nº	Nº original	Ângulo	Raio	Comprimento de Trabalho (CT-0,5)
1	7	33°	4	MV 16,5 ML 16,5
2	8	28°	8	MV 16,5 ML 16,5
3	14	31°	6	MV 16,5 ML 15,5
4	16	34°	7	MV 16,5 ML 16,5
5	18	40°	5	MV 16,5 ML 16,5
6	21	36°	7	MV 16,5 ML 15,5
7	22	33°	6	MV 16,5 ML 15,5
8	29	40°	6	MV 16,5 ML 15,5
9	34	35°	7	MV 16,5 ML 15,0
10	39	31°	8	MV 16,5 ML 15,0
11	208	32°	10	MV 15,5 ML 15,5
12	46	22°	10	MV 16,5 ML 16,5
13	47	33°	8	MV 16,5 ML 16,5
14	53	33°	8	MV 16,5 ML 16,5
15	55	30°	8	MV 16,5 ML 16,0
16	56	29°	6	MV 16,0 ML 15,5
17	58	37°	9	MV 17,0 ML 16,5
18	66	28°	9	MV 16,5 ML 16,5
19	68	31°	6	MV 16,5 ML 15,5
20	72	31°	8	MV 17,5 ML 16,0
21	75	37°	7	MV 17,0 ML 16,5
22	81	31°	10	MV 16,5 ML 15,5
23	85	34°	5	MV 17,5 ML 17,0
24	86	36°	6	MV 16,0 ML 16,5
25	87	39°	5	MV 17,5 ML 15,5
26	213	35°	9	MV 15,0 ML 14,5

Apêndice B – Distribuição aleatória dos dentes e instrumentos para cada grupo.

Grupo 1 - WaveOne [®]		Grupo 2 - Reciproc [®]	
Corpo de prova 1	Instrumento 8	Corpo de prova 2	Instrumento 22
Corpo de prova 3	Instrumento 5	Corpo de prova 6	Instrumento 19
Corpo de prova 4	Instrumento 10	Corpo de prova 7	Instrumento 24
Corpo de prova 5	Instrumento 2	Corpo de prova 10	Instrumento 16
Corpo de prova 8	Instrumento 9	Corpo de prova 12	Instrumento 14
Corpo de prova 9	Instrumento 12	Corpo de prova 13	Instrumento 18
Corpo de prova 11	Instrumento 13	Corpo de prova 14	Instrumento 15
Corpo de prova 15	Instrumento 4	Corpo de prova 16	Instrumento 23
Corpo de prova 19	Instrumento 13	Corpo de prova 17	Instrumento 25
Corpo de prova 20	Instrumento 11	Corpo de prova 18	Instrumento 17
Corpo de prova 21	Instrumento 6	Corpo de prova 23	Instrumento 21
Corpo de prova 22	Instrumento 7	Corpo de prova 24	Instrumento 20
Corpo de prova 26	Instrumento 1	Corpo de prova 25	Instrumento 26

Apêndice C - Escolha do numerador para ser aplicado na fórmula do Índice de centralização.

Canal	Mésio-vestibular (n=26)		Mésio-lingual (n=26)		Mésio-vestibular (n=26)		Mésio-lingual (n=26)	
	3mm				4mm			
Terço apical								
Paredes do canal	X1-X2	Y1 – Y2	X1-X2	Y1 – Y2	X1-X2	Y1 – Y2	X1-X2	Y1 – Y2
Instrumento WaveOne® (WO)	0,12	0,03	0,03	0,01	0,11	0,11	0,05	0,03
	0,18	0,26	0,13	0,41	0,15	0,17	0,24	0,36
	0,22	0,14	0,06	0,08	0,03	0,09	0,03	0,05
	0,31	0,20	0,32	0,14	0,31	0,30	0,39	0,20
	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,09	0,00	0,03
	0,04	0,01	0,06	0,01	0,00	0,12	0,01	0,04
	0,12	0,00	0,02	0,02	0,24	0,10	0,09	0,03
	0,24	0,22	0,08	0,08	0,19	0,11	0,26	0,21
	0,07	0,09	0,10	0,00	0,01	0,12	0,17	0,11
	0,25	0,16	0,18	0,18	0,15	0,10	0,14	0,20
	0,08	0,20	0,23	0,17	0,17	0,13	0,32	0,39
	0,18	0,16	0,19	0,18	0,20	0,22	0,23	0,16
	0,05	0,01	0,01	0,02	0,22	0,17	0,09	0,07
	0,21	0,25	0,16	0,11	0,07	0,31	0,22	0,12
Instrumento Reciproc® (RP)	0,33	0,00	0,28	0,05	0,22	0,19	0,29	0,15
	0,15	0,01	0,05	0,03	0,22	0,09	0,12	0,00
	0,31	0,07	0,19	0,19	0,32	0,10	0,17	0,22
	0,11	0,14	0,19	0,27	0,07	0,10	0,12	0,16
	0,30	0,14	0,20	0,30	0,28	0,18	0,27	0,26
	0,21	0,29	0,18	0,28	0,07	0,19	0,12	0,27
	0,13	0,10	0,11	0,06	0,06	0,13	0,15	0,09
	0,08	0,08	0,35	0,22	0,17	0,06	0,31	0,14
	0,12	0,17	0,21	0,14	0,19	0,12	0,22	0,20
	0,00	0,04	0,08	0,01	0,00	0,02	0,11	0,16
	0,07	0,09	0,18	0,22	0,16	0,17	0,26	0,35
	0,08	0,00	0,23	0,24	0,17	0,10	0,29	0,31

Apêndice D - Índice de centralização de acordo com instrumento utilizado em cada canal e por terço apical.

Canal	G1 : WaveOne [®] (WO)				G2: Reciproc [®] (RP)			
	Mésio-vestibular (n=26)		Mésio-lingual (n=26)		Mésio-vestibular (n=26)		Mésio-lingual (n=26)	
Terço apical	3° mm	4° mm	3° mm	4° mm	3° mm	4° mm	3° mm	4° mm
	0,24	0,99	0,25	0,65	0,83	0,21	0,66	0,55
	0,69	0,86	0,32	0,66	0	0,89	0,18	0,53
	0,66	0,32	0,82	0,56	0,06	0,43	0,67	0
	0,65	0,97	0,45	0,53	0,22	0,32	0,97	0,76
	0,73	0,34	0,9	0,02	0,79	0,68	0,7	0,75
	0,32	0	0,21	0,29	0,47	0,67	0,66	0,96
	0	0,43	0,85	0,35	0,75	0,38	0,65	0,43
	0,92	0,56	0,96	0,79	0,82	0,44	0,56	0,58
	0,76	0,06	0	0,63	0,96	0,37	0,63	0,46
	0,66	0,68	0,97	0,68	0,69	0,64	0,66	0,9
	0,42	0,78	0,74	0,8	0	0	0,07	0,67
	0,9	0,91	0,93	0,73	0,75	0,95	0,82	0,75
	0,2	0,76	0,5	0,78	0	0,6	0,98	0,94
Média	0,55±0,29	0,59±0,33	0,61±0,33	0,57±0,23	0,49±0,38	0,63±0,26	0,51±0,27	0,64±0,26

Apêndice E – Grupo Controle

Nº	Nº original	Ângulo	Raio	Comprimento de Trabalho (CT-0,5)
27	201	25	10	MV 16 mm ML 16,5 mm
28	211	33	8	MV 15,5 mm ML 15 mm

Apêndice F – Mensurações realizadas antes da instrumentação

	Mesial do MV		Distal do MV		Mesial do ML		Distal do ML	
	3mm	4mm	3mm	4mm	3mm	4mm	3mm	4mm
1	0,62	0,75	0,45	0,53	0,60	0,73	0,56	0,74
2	0,84	0,91	0,91	0,87	0,81	0,93	0,92	1,08
3	1,06	0,95	1,29	1,06	0,97	0,98	1,22	1,12
4	0,89	0,87	0,78	0,68	0,96	0,99	0,59	0,56
5	1,19	1,33	1,07	1,36	0,94	1,12	0,83	1,11
6	1,15	1,06	1,16	0,98	1,15	1,18	0,82	0,73
7	0,75	0,84	0,78	1,01	0,71	0,76	0,68	0,77
8	0,70	0,67	0,69	0,75	0,78	0,74	0,59	0,60
9	0,55	0,72	0,56	0,67	0,66	0,82	0,70	0,79
10	0,85	0,93	0,71	0,69	0,81	0,75	0,56	0,70
11	0,90	1,07	0,70	0,83	0,86	0,99	0,67	0,77
12	1,07	0,98	1,10	1,03	0,99	0,92	1,01	1,03
13	1,01	1,00	1,16	1,15	0,84	0,88	0,94	0,87
14	1,06	1,00	1,08	0,89	1,06	0,95	1,11	1,04
15	0,80	0,79	1,16	0,98	0,72	0,77	0,94	1,02
16	0,85	0,81	1,06	1,06	0,94	1,02	1,00	1,13
17	0,93	1,08	0,93	0,95	0,92	0,95	0,91	0,96
18	0,64	0,67	0,63	0,70	0,63	0,63	0,66	0,75
19	0,74	0,88	1,12	1,09	0,59	0,85	0,69	0,86
20	0,97	0,91	1,14	1,06	0,91	0,94	0,98	1,03
21	0,92	0,95	1,17	1,27	0,92	1,08	0,99	1,19
22	0,97	1,05	0,86	0,89	1,13	1,20	0,80	0,92
23	0,61	0,70	0,77	0,86	0,62	0,82	0,74	0,87
24	1,02	1,00	1,07	0,99	0,74	0,85	0,96	0,97
25	1,08	1,13	1,05	1,04	1,11	1,21	1,01	1,00
26	1,12	1,21	1,16	1,31	1,20	1,13	1,17	1,11

Apêndice G – Mensurações realizadas após a instrumentação

	Mesial do MV		Distal do MV		Mesial do ML		Distal do ML	
	3mm	4mm	3mm	4mm	3mm	4mm	3mm	4mm
1	0,50	0,64	0,42	0,42	0,56	0,68	0,56	0,71
2	0,63	0,85	0,66	0,56	0,65	0,71	0,81	0,96
3	0,88	0,80	1,03	0,89	0,84	0,74	0,81	0,76
4	0,68	0,84	0,64	0,59	0,90	0,97	0,51	0,50
5	0,88	1,02	0,87	1,06	0,61	0,73	0,69	0,91
6	0,82	0,84	1,16	0,78	0,87	0,89	0,77	0,58
7	0,60	0,62	0,78	0,92	0,66	0,65	0,65	0,77
8	0,65	0,64	0,66	0,66	0,73	0,74	0,54	0,57
9	0,50	0,71	0,55	0,54	0,61	0,81	0,69	0,75
10	0,54	0,61	0,64	0,59	0,62	0,58	0,37	0,48
11	0,79	0,83	0,69	0,73	0,85	0,90	0,66	0,74
12	0,96	0,91	0,96	0,93	0,81	0,80	0,74	0,87
13	0,71	0,72	1,02	0,97	0,64	0,61	0,64	0,61
14	0,85	0,93	0,79	0,70	0,88	0,84	0,83	0,77
15	0,56	0,60	0,94	0,87	0,64	0,50	0,86	0,81
16	0,73	0,75	0,96	0,93	0,82	0,87	0,93	1,04
17	0,85	0,91	0,85	0,89	0,57	0,64	0,69	0,82
18	0,52	0,48	0,46	0,58	0,42	0,40	0,52	0,55
19	0,67	0,87	1,03	0,97	0,49	0,68	0,69	0,76
20	0,72	0,76	0,98	0,96	0,73	0,80	0,80	0,83
21	0,84	0,78	0,97	1,14	0,69	0,76	0,82	0,80
22	0,80	0,85	0,70	0,68	0,94	0,97	0,62	0,75
23	0,60	0,70	0,73	0,84	0,55	0,71	0,74	0,71
24	0,95	0,84	0,98	0,82	0,56	0,59	0,74	0,62
25	1,00	0,96	1,05	0,94	0,88	0,92	0,77	0,69
26	1,07	0,99	1,15	1,14	1,19	1,04	1,15	1,04

Apêndice H - Resultados do teste de Tukey para o Desvio Apical

Resíduo na análise de variância:	.906700
Nível de probabilidade indicado:	5
Número de dados da amostra:	104
Número de médias comparadas:	8
Número de dados para cada média:	13
Graus de liberdade do resíduo:	96
Valor de q tabelado, (ao nível de 5%), para 8 médias e 96 graus de liberdade:	4.392
Valor crítico de Tukey calculado:	1.15991

Apêndice I - Comparação entre médias dos postos das amostras (Índice de centralização).

Amostras comparadas (comparações duas a duas)	Diferenças entre médias	Valores críticos (\bar{O})			Significância
		0,05	0,01	0.001	
wo3mv X wo4mv	7.4615	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3mv X wo3ml	8.8846	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3mv X wo4ml	1.3462	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3mv X rp3mv	0.5769	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3mv X rp4mv	6.0769	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3mv X rp3ml	7.8846	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3mv X rp4ml	8.9231	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4mv X wo3ml	1.4231	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4mv X wo4ml	6.1154	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4mv X rp3mv	8.0385	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4mv X rp4mv	13.5385	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4mv X rp3ml	0.4231	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4mv X rp4ml	1.4615	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3ml X wo4ml	7.5385	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3ml X rp3mv	9.4615	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3ml X rp4mv	14.9615	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3ml X rp3ml	1.0000	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo3ml X rp4ml	0.0385	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4ml X rp3mv	1.9231	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4ml X rp4mv	7.4231	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4ml X rp3ml	6.5385	24.0374	31.8508	41.2046	ns
wo4ml X rp4ml	7.5769	24.0374	31.8508	41.2046	ns
rp3mv X rp4mv	5.5000	24.0374	31.8508	41.2046	ns
rp3mv X rp3ml	8.4615	24.0374	31.8508	41.2046	ns
rp3mv X rp4ml	9.5000	24.0374	31.8508	41.2046	ns
rp4mv X rp3ml	13.9615	24.0374	31.8508	41.2046	ns
rp4mv X rp4ml	15.0000	24.0374	31.8508	41.2046	ns
rp3ml X rp4ml	1.0385	24.0374	31.8508	41.2046	ns

Apêndice J– Aumento Percentual de área após a instrumentação

Terço	3 mm		4 mm	
Canal	CMV	CML	CMV	CML
Instrumento WaveOne [®] (WO)	36,0%	24,6%	48,2%	18,3%
	22,0%	26,9%	32,8%	49,6%
	28,0%	35,5%	10,7%	22,8%
	18,2%	14,3%	29,6%	28,5%
	18,4%	18,7%	20,4%	16,2%
	7,0%	4,6%	20,3%	7,9%
	12,4%	0,2%	16,2%	2,6%
	19,1%	3,5%	17,4%	21,9%
	8,8%	7,3%	10,8%	19,7%
	31,4%	43,7%	14,3%	36,0%
	36,1%	40,7%	31,3%	53,6%
	12,7%	8,8%	13,0%	14,9%
	4,0%	1,5%	9,7%	0,3%
Média	19,6%±10,7%	17,7%±15,3%	21,1%±11,3%	22,5%±16,2%
Instrumento Reciproc [®] (RP)	25,9%	22,2%	26,0%	19,9%
	12,6%	7,7%	15,7%	21,0%
	8,4%	2,7%	14,1%	5,0%
	22,5%	25,8%	26,1%	36,4%
	7,2%	21,1%	3,0%	29,8%
	18,5%	19,9%	21,3%	33,5%
	28,1%	38,6%	20,0%	27,2%
	8,6%	9,3%	10,8%	6,9%
	13,6%	32,5%	2,1%	26,6%
	2,0%	27,9%	7,9%	27,3%
	5,1%	1,1%	14,3%	14,4%
	14,1%	29,3%	18,3%	45,1%
	3,8%	8,4%	3,1%	23,3%
Média	13,1% ±8,5%	19,0%±12,0%	14,1%±8,3%	24,3%±11,3%

Apêndice K - Resultados do teste de Tukey para a Porcentagem de Aumento da Área

Resíduo na análise de variância:	13808.3
Nível de probabilidade indicado:	5
Número de dados da amostra:	104
Número de médias comparadas:	8
Número de dados para cada média:	13
Graus de liberdade do resíduo:	96
Valor de q tabelado, (ao nível de 5%), para 8 médias e 96 graus de liberdade:	4.392
Valor crítico de Tukey calculado:	143.14023

ANEXO

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



PROJETO DE PESQUISA

Título: AVALIAÇÃO DO DESVIO APICAL DE DUAS TÉCNICAS DE INSTRUMENTAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES EM MOLARES INFERIORES.

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 05784412.4.0000.5020

Pesquisador: Danlely Amorim de Meloires

Instituição: Universidade Federal do Amazonas - UFAM

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 109.413

Data da Relatório: 12/09/2012

Apresentação do Projeto:

Este trabalho tem como objetivo avaliar a ocorrência de desvio apical de canais radiculares quando se utiliza duas técnicas rotatórias durante o preparo biomecânico. Serão selecionados 26 molares inferiores humanos com grau de curvatura da raiz mesial variando de 20° a 40° e raio de curvatura menor ou igual a 10mm, os quais serão incluídos em blocos de resina acrílica e divididos em dois grupos. Para realizar a instrumentação serão utilizados os canais mesiais dos dentes. O grupo 1: 13 dentes serão instrumentados pela Técnica Híbrida com Sistema Hero 642®, o grupo 2: 13 dentes serão instrumentados pela técnica do Sistema REVO-S®. O desvio apical será avaliado por meio da Tomografia Computadorizada, a qual possibilita a obtenção de imagens iniciais e finais, para comparação do desgaste, em milímetros, das paredes do canal. Com essas medidas, iremos calcular o desvio apical por meio de uma fórmula, que indicará ausência de desvio, desvio para parede mesial ou desvio para parede distal. Os dados serão submetidos a uma análise estatística preliminar pelo programa GMC 8.1, para evidenciar a distribuição amostral, após isso será aplicado o teste estatístico.

Objetivo da Pesquisa:**Hipótese:**

Os novos sistemas de instrumentação estão seguindo uma tendência de se utilizar menos limas endodônticas para diminuir o tempo de trabalho, porém esta situação pode causar desvios em alterações na morfologia dos canais radiculares, diminuindo assim o prognóstico do tratamento. Desta maneira permanece a dúvida se estes novos sistemas podem causar estes problemas, uma vez que estes testes não são feitos pela indústria.

Objetivo Primário:

Avaliar a ocorrência de desvio apical dos canais mesio-vestibulares e mesio-linguais de molares inferiores ao utilizar as novas técnicas mecanizadas de movimento rotatório no preparo do canal radicular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:**Riscos:**

Considerando que esta pesquisa será realizada em dentes humanos extraídos, que seriam descartados como lixo biológico, doados pelo banco de dentes da Faculdade de Odontologia da UFAM, não apresenta risco físico ou intelectual.

Benefícios:

Com os resultados da pesquisa será possível escolher a técnica que proporcione menor desvio apical do canal radicular, proporcionando um melhor prognóstico aos futuros tratamentos endodônticos realizados pelos especialistas em Endodontia.

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (02)3305-5130

Fax: (02)3305-5130

E-mail: cep@ufam.edu.br



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO
AMAZONAS - FUA (UFAM)



Riscos:

Considerando que esta pesquisa será realizada em dentes humanos extraídos, que seriam descartados como lixo biológico, doados pelo banco de dentes da Faculdade de Odontologia da UFAM, não apresenta risco físico ou intelectual.

Benefícios:

Com os resultados da pesquisa será possível escolher a técnica que proporcione menor desvio apical do canal radicular, proporcionando um melhor prognóstico aos futuros tratamentos endodônticos realizados pelos especialistas em Endodontia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Com auxílio do programa AutoCad 2011 serão mensuradas as medidas das paredes do canal, em que X1 será a medida da parede externa mesial a partir da luz do canal não instrumentado; X2, será a medida da parede externa mesial a partir da luz do canal instrumentado; Y1, será a medida da parede externa distal a partir da luz do canal não instrumentado; e Y2, a medida da parede externa distal a partir da luz do canal instrumentado. E pela fórmula $D = (X1 - X2) - (Y1 - Y2)$ será calculado o desvio apical (D). Se D for igual a zero, haverá ausência de desvio; se apresentar valor negativo, representará desvio no sentido distal; e, caso contrário, se D apresentar valor positivo, haverá desvio no sentido mesial. Os dados serão submetidos a uma análise estatística preliminar pelo programa GMC 8.1, para evidenciar a distribuição amostral, após isso será aplicado o teste estatístico mais adequado a distribuição amostral.

Critério de Inclusão:

Serão selecionados os dentes que possuem os canais radiculares com ângulo de curvatura entre 20 e 40 graus, classificados por Schneider (1971) como moderada a severa respectivamente. Serão incluídos na amostra os molares com raízes mesiais de raio de curvatura menor ou igual a 10 mm. Serão incluídos molares que apresentarem forames mesiais totalmente separados. Serão selecionados molares com diâmetro anatômico compatível com lima tipo k #15.

Critério de Exclusão:

Os dentes com angulação e raio de curvatura fora desses padrões. Os dentes que possuírem único forame na raiz mesial. Serão descartados os espécimes em que a lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballalgués, Suíça) não se adaptar no comprimento de trabalho real do dente. Dentes com comprimento menor que 16mm.

Adequados os critérios de inclusão e exclusão.
Orçamento adequado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de Rosto adequada;
TCLE - solicitou dispensa por usar dentes de banco de dentes;
Termo de Anuência - adequado
Declaração de doação pelo banco de dentes - adequado.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto encontra-se completo e atende as determinações da Resolução 196/96 e complementares.

Situação do Parecer:

Aprovado

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



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO
AMAZONAS - FUA (UFAM)



Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

MANAUS, 27 de Setembro de 2012

Assinado por:

Pedro Rodolfo Fernandes da Silva

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-5130

Fax: (92)3305-5130

E-mail: cep@ufam.edu.br

Anexo B - Sistema de Sorteio do programa Excel utilizado para realizar a distribuição aleatória.

Sistema de Sorteio em EXCEL		Versão: 2010.11
© 2006-10, Adilson G Andrade - adilsongandrade@gmail.com - http://www.goncalvesandrade.com.br/download/		
FAIXA DE SORTEIO		
Número Inicial :	<input type="text" value="1"/>	
Número Final :	<input type="text" value="26"/>	
RESULTADOS A APRESENTAR		
Quantidade Sorteios :	<input type="text" value="26"/>	
<input type="button" value="Reset"/>		
<input type="button" value="REALIZA SORTEIO"/>		
<input type="button" value="Imprimir Resultados"/>		
		REGISTRO DO SORTEIO
		22/07/13 22:33
		1º Sorteio - Número Sorteado: 8
		2º Sorteio - Número Sorteado: 22
		3º Sorteio - Número Sorteado: 5
		4º Sorteio - Número Sorteado: 10
		5º Sorteio - Número Sorteado: 2
		6º Sorteio - Número Sorteado: 19
		7º Sorteio - Número Sorteado: 24
		8º Sorteio - Número Sorteado: 9
		9º Sorteio - Número Sorteado: 12
		10º Sorteio - Número Sorteado: 16
		11º Sorteio - Número Sorteado: 13
		12º Sorteio - Número Sorteado: 14
		13º Sorteio - Número Sorteado: 18
		14º Sorteio - Número Sorteado: 15
		15º Sorteio - Número Sorteado: 4
		16º Sorteio - Número Sorteado: 23
		17º Sorteio - Número Sorteado: 25
		18º Sorteio - Número Sorteado: 17
		19º Sorteio - Número Sorteado: 3
		20º Sorteio - Número Sorteado: 11
		21º Sorteio - Número Sorteado: 6
		22º Sorteio - Número Sorteado: 7
		23º Sorteio - Número Sorteado: 21
		24º Sorteio - Número Sorteado: 20
		25º Sorteio - Número Sorteado: 26
		26º Sorteio - Número Sorteado: 1