



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

EXTRUSÃO DE *DEBRIS*, DESVIO APICAL, CAPACIDADE DE
CENTRALIZAÇÃO E ÁREA DE DESGASTE PROMOVIDOS POR
INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS E RECÍPROCANTES
INDICADOS PARA CANAIS AMPLOS

ELIELTON LIMA COSTA

MANAUS-AM

2016



UFAM

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

EXTRUSÃO DE *DEBRIS*, DESVIO APICAL, CAPACIDADE DE
CENTRALIZAÇÃO E ÁREA DE DESGASTE PROMOVIDOS POR
INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS E RECIPROCANTE
INDICADOS PARA CANAIS AMPLOS

ELIELTON LIMA COSTA

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.

ORIENTADOR: Prof. Dr. André Augusto Franco Marques

MANAUS-AM

2016

Ficha Catalográfica

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

C837e Costa, Elielton Lima
Extrusão de debris, desvio apical, capacidade de limpeza e área de desgaste promovidos por instrumentos rotatórios e reciprocantes indicados para canais amplos / Elielton Lima Costa. 2016
51 f.: il. color; 31 cm.

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

1. Extrusão de debris. 2. Desvio apical. 3. Capacidade de centralização. 4. Diâmetro anatômico. I. Marques, André Augusto Franco II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ELIELTON LIMA COSTA

**EXTRUSÃO DE *DEBRIS*, DESVIO APICAL, CAPACIDADE
DE CENTRALIZAÇÃO E ÁREA DE DESGASTE
PROMOVIDOS POR INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS E
RECÍPROCANTES INDICADOS PARA CANAIS AMPLOS**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas

Manaus, 09 de março de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Augusto Franco Marques, Presidente

Universidade do Estado do Amazonas

Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Júnior

Universidade Federal do Amazonas

Prof^a. Dr^a. Fabíola Mendonça da Silva Chuí

Universidade do Estado do Amazonas

REALIZAÇÃO:



UFAM

APOIO:



DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à Carla Luciana, minha esposa e ao Elielton Filho.

“Quem acha uma esposa encontra a felicidade: recebeu uma bênção de Deus, o SENHOR” (Pv 18:22, NTLH).

“Os filhos que o homem tem na sua mocidade são como flechas nas mãos de um arqueiro. Feliz o homem que tem muitas dessas flechas! Ele não será envergonhado quando enfrentar os seus inimigos no tribunal” (Sl 127:3-5, NTLH).

AGRADECIMENTOS

À **Deus** pela vida, respiração e tudo mais que Ele tem me dado desde a minha infância.

À minha esposa **Carla Luciana da Conceição Lima** e ao meu filho **Elielton Lima Costa Filho** por me proporcionarem uma renovada motivação de continuar sempre avançando nos desafios da vida.

Ao meu orientador **André Augusto Franco Marques** por suas orientações oportunas, por cada chamada de atenção, pela confiança no meu trabalho e esforço, demonstrando assim, preocupação com minha formação profissional e pessoal. Vejo em todas essas coisas a boa intenção de um bom amigo. Obrigado!

Ao professor **Emílio Carlos Sponchiado Júnior** pelas ajudas providenciais nos momentos de dificuldades.

À diretora da Faculdade de Odontologia Prof.^a Dr.^a **Nikeila Chacon de Oliveira Conde**, por disponibilizar de muito bom grado e sem reservas os laboratórios da instituição para a pesquisa.

À colega de Mestrado **Mariana Mena Barreto Bastos** pela ajuda sem medidas e fundamental para o desenvolvimento do projeto.

A **todos os funcionários** da Universidade Federal do Amazonas – UFAM/Faculdade de Odontologia - FAO que direta e indiretamente colaboraram para o bom andamento do projeto.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia** por fornecer professores capacitados e espaços devidos para o desenvolvimento deste trabalho de Pesquisa.

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

À todos, meu muito obrigado!

ELIELTON LIMA COSTA. Extrusão de *debris*, desvio apical, capacidade de centralização e área de desgaste promovidos por instrumentos rotatórios e reciprocantes indicados para canais amplos. 2016. 54 páginas. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o extravasamento apical de *debris*, desvio apical, capacidade de centralização e área de desgaste promovidos por sistemas de instrumentação rotatórios e recíproca indicados para canais amplos. Foram selecionados 45 pré-molares inferiores com único canal e raiz e diâmetro apical maior que 300 µm. Com intuito de padronização das amostras fixou-se os espécimes em base de resina acrílica e posicionou-os em plataforma de isopor. Os espécimes foram submetidos a tomografia computadorizada antes e após a instrumentação para determinação do diâmetro anatômico e cirúrgico a fim de favorecer as mensurações do estudo. Durante a instrumentação os dentes foram fixados em frascos de vidro para a pesagem dos *debris* apicais. Os dentes selecionados foram distribuídos em três grupos (n=15) e instrumentados de acordo com as indicações dos respectivos fabricantes dos sistemas. Grupo I (Protaper Universal - PTU): todos os instrumentos, S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5, foram inseridos no comprimento de trabalho real com avanço progressivo e movimentos de vai e vem no interior dos canais. Grupo II (Protaper Next - PTN): instrumentos X1, X2, X3, X4, X5 foram inseridos no comprimento de trabalho real com avanço progressivo e movimentos de vai e vem no interior dos canais. Grupo III (Reciproc – R50): Reciproc R50 foi inserido progressivamente no canal, inseria-se e removia-se o instrumentos e limpava-o com gaze. Esse procedimento foi repetido até o alcance do comprimento de trabalho, em três avanços. Utilizou-se 1 mL de água bidestilada como solução irrigante a cada troca de instrumento. Os frascos de vidro contendo *debris* foram armazenados em estufa a 70 °C por 5 dias até a secagem completa da água. Determinou-se a quantidade de *debris* pelo cálculo da diferença dos pesos iniciais e finais dos frascos. As imagens tomográficas foram manipuladas no programa OsiriX a fim de se determinar o desvio apical, capacidade de centralização e área de desgaste. Os dados foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e teste de Múltiplas Comparações de Dunn. Os resultados do extravasamento de *debris* mostraram que o grupo da PTN apresentou maior quantidade de extravasamento, com diferença estatisticamente significativa ($P < 0.01$) em relação aos outros grupos. Todas as técnicas apresentaram desvio apical nos 2°, 3° e 4° milímetros apicais, porém sem diferença estatística significativa ($P > 0.05$). Nenhuma técnica apresentou centralização perfeita (=1.0). O grupo da R50 apresentou maior área de desgaste, com diferença estatisticamente significativa ($P < 0.05$) em relação ao demais grupos. Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos, concluiu-se que o sistema PTN apresentou estatisticamente maior quantidade de extravasamento de *debris* quando comparado aos demais grupos. O grupo R50 apresentou maior área de desgaste que os grupos PTN e PTU com diferença estatística significativa. Todas as técnicas tiveram tendência a centralização e apresentaram desvio apical, porém sem diferenças estatísticas entre si.

Palavras-Chave: extrusão de *debris*, desvio apical, capacidade de centralização, diâmetro anatômico.

ELIELTON LIMA COSTA. Extrusion of *debris*, apical transportation, centering ability and wear area further by Rotary and reciprocating instruments used in large root canals. 2016. 54 p. Master's dissertation submitted to the Postgraduate Program in Dentistry, Federal University of Amazonas, Manaus-AM.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the extrusion of *debris*, apical transportation, centering ability and wear area further by Rotary and reciprocating instruments used in large root canals. Forty-five mandibular premolar with only single-rooted teeth and single canal and apical diameter largest that 300 μm . In order of the standardization the samples were fixed in acrylic resin and placed in styrofoam platform. Cone-beam computed tomography analysis was performed before and after instrumentation for apical third images acquisition for to appoint the anatomic and surgical diameter. The extruded debris during instrumentation was collected into pre-weighed Eppendorf tubes. The mandibular premolar teeth were randomly assigned to four groups. The root canals were prepared according to the manufacturers' instructions. Group 1 (Protaper Universal - PTU): All PTU instruments were used to the full length of the canals according to the manufacturer's instructions using a gentle in-and-out motion. The instrumentation sequence was S1, S2, F1, F2, F3, F4 and F5. Group 2 (Protaper Next - PTN): All PTN instruments were used to the full length of the canals according to the manufacturer's instructions using a gentle in-and-out motion. The instrumentation sequence was X1, X2, X3, X4 and X5. Group 3 (Reciproc R50 - R50): Reciproc file was used in a reciprocating, slow in-and-out pecking motion according to the manufacturer's instructions. The flutes of the instrument were cleaned after 3 in-and-out movements (pecks). In each sample, a total of 1-mL distilled water was used as the irrigant solution between files. Before weighing the dry debris, the tubes were stored in na incubator at 70 °C for 5 days to evaporate the distilled water. The quantitative evaluation of apically extruded debris was analyzed by weight difference before and after instrumentation. Apical transportation, centering ability and wear area were analyzed for images of the cone-beam computed tomography worked in the software OsiriX. The values were statistically analyzed (Kruskal-Wallis, the Dunn multiple comparisons test). The results showed that the group PTN produced significantly more debris compared with both groups ($P < 0.01$). All groups had apical transportation values in the 2°, 3° e 4° mm apical, with no significant difference among them ($P > 0.05$). No technique had perfect centering ability (=1.0). the group R50 showed largest wear area, with significant difference ($P < 0.05$) compared with both groups. In conclusion, under the condition of this study, the group PTN produced more debris compared with both groups. The R50 instrumentation showed largest wear area that both Group PTN and PTU, with significant difference. All technique showed no had perfect centering ability and showed apical transportation, no with significant difference between them.

Key-words: extrusion of debris, apical transportation, centering ability, anatomic diameter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dentes pré-molares inferiores selecionados.	17
Figura 2: Tomadas radiográficas utilizadas para verificar a presença de único canal.	18
Figura 3: (a) acesso coronário com broca 1014 HL; (b) redução da coroa do dente para padronização em 18 mm.	19
Figura 4: Base de resina acrílica para a fixação na plataforma de isopor.	20
Figura 5: Plataforma de isopor para padronização das aquisições tomografias.	20
Figura 6: Mensuração do diâmetro anatômico dos dentes por meio do programa OsiriX.	22
Figura 7: Instrumentação dos espécimes apoiados em frasco de vidro pré pesado.	24
Figura 8: Mensurações vestibular (V1), lingual (L1), mesial (M1) e distal (D 1) antes da instrumentação.	25
Figura 9: Mensuração realizada antes da instrumentação para a análise do desvio apical aplicando a fórmula $D = (V1 - V2) - (L1 - L2)$ e $(M1 - M2) - (D1 - D2)$	31
Figura 10: Imagem representativa da tomografia cone-beam dos canais antes da instrumentação visualizada no programa OsiriX MD software.	32
Figura 11: Média dos valores da extrusão apical de debris, desvio apical, capacidade de centralização e aumento da área do canal. (A) Gráfico representando (g) as médias de valores da extrusão apical de debris. (B) Representação gráfica do desvio apical e direção.	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. HIPÓTESES NULAS	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 Objetivo Geral.....	16
3.2 Objetivo Específico.....	16
4. MATERIAL E MÉTODO.....	16
4.1 Desenho do estudo	16
4.2 Casuística (amostragem).....	16
4.3 Seleção e preparo dos dentes	16
4.4 Padronização das amostras	18
4.5 Confeção dos corpos de prova	19
4.6 Aquisição tomográfica e manipulação das imagens	20
4.7 Padronização da instrumentação e coleta de <i>debris</i> apicais.....	21
4.8 Instrumentação dos espécimes	22
4.9 Análise quantitativa do extravasamento apical de <i>debris</i>	23
4.10 Análise do desvio apical e direção do desvio	24
4.11 Área de desgaste	25
4.12 Índice de centralização.....	26
4.13 Testes estatísticos empregados	26
4.13.1 Extrusão de <i>debris</i>	26
4.13.2 Área de desgaste.....	26
4.13.3 Desvio apical	27
4.13.4 Índice de centralização	27
ARTIGO	28
Resumo	28
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS	29
SELEÇÃO DOS ESPÉCIMES	29
PREPARO BIOMECÂNICO.....	30
EXTRUSÃO APICAL DE <i>DEBRIS</i>	30
DESVIO APICAL.....	30
CAPACIDADE DE CENTRALIZAÇÃO	32
ÁREA DE DESGASTE	32
ANÁLISE ESTATÍSTICA	33
RESULTADOS	33

Extrusão de <i>debris</i>	33
Área de desgaste.....	33
Desvio apical e direção do desvio	33
Capacidade de centralização	33
DISCUSSÃO	34
AGRADECIMENTOS.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

O preparo químico-mecânico é uma das etapas mais importantes do tratamento endodôntico e tem como objetivo a ampliação dos canais radiculares, removendo, assim, restos residuais da polpa, bactérias, seus subprodutos e dentina contaminada. Para alcançar a sanificação dos canais, empregam-se diferentes técnicas de instrumentação fundamentadas em diversas cinemáticas que podem promover o extravasamento desses fragmentos presentes no interior dos canais para além da região apical, mesmo com rigoroso controle do comprimento de trabalho real, causando complicações pós-operatórias como inflamação periapical e dor pós-operatória (SIQUEIRA Jr, 2003; SELTZER&NAIDORF, 1985).

As reações inflamatórias periapicais apresentam pelo menos três origens: causadas por injúrias mecânicas, químicas e biológica. Como situações práticas dessas reações pode-se relatar, respectivamente, a instrumentação além do comprimento de trabalho e o extravasamento de materiais obturadores através da região apical; soluções irrigantes e medicações intracanal depositados nos tecidos periapical; e as agressões causadas por microrganismos e seus subprodutos extravasados além da região apical. Este último é a principal causa de reações inflamatórias perirradiculares chamadas de *flare up* (PARIROKH et al., 2012; ALVES, 2010; SELTZER&NAIDORF, 1985).

As reações inflamatórias periapicais, de qualquer natureza, podem promover diversas consequências orgânicas nas regiões perirradiculares como reabsorções ósseas, edema, e dor. Com base nesse processo é corrente supor que a redução ou a ausência de material extravasado pelo ápice durante a sanificação dos sistema de canais radiculares necessita ser aspirada como uma das características fundamentais do preparo químico-mecânico, tanto no que diz respeito às peculiaridades da instrumentação, diâmetro apical, patência (LAMBRIANIDIS et al., 2001; TINAZ et al., 2005), comprimento de trabalho (BEESON et al., 1998), quanto às características próprias dos instrumentos utilizados na limpeza dos canais como cinemática e as diferentes secções transversais dos sistemas de instrumentação (BURKLEIN&SCHÄFER, 2012; DE-DEUS et al., 2010; ELMSALLATI et al., 2009).

É corrente que as técnicas endodônticas de instrumentação do sistema de canais radiculares promovem extravasamento apicais de *debris*, e também que há diferenças da quantidade de material extravasado dependendo do sistema de instrumentação empregado (CIÇEK et al, 2016; SILVA et al, 2015).

Por isso, tornar-se importante a pesquisa dessa característica nos sistemas de instrumentação endodôntica, indicados para canais amplos, mais frequentemente utilizados na clínica endodôntica, dos quais pode-se citar os instrumentos rotatórios (Protaper Universal e Protaper Next) e reciprocantes (Reciproc) que têm demonstrado, em diversas pesquisas o extravasamento apical de *debris*, porém avaliando na sua maioria instrumentos de menor calibre (CIÇEK, et al., 2016; KOÇAK et al., 2015; ÜSTÜN et al., 2015; BRÜKLEIN et al., 2014; CAPAR et al., 2014; KOÇAK et al., 2013; BRÜKLEIN&SCHÄFER, 2012; DE-DEUS et al., 2010; TASDEMIR et al., 2010).

Os sistemas rotatórios e reciprocante, Protaper Universal[®], Protaper Next (Dentsply Maillefer, *Ballaigues*, Suíça), e Reciproc[®] (VDW, Munique, Alemanha), respectivamente, são bastante conhecidos e utilizados na clínica endodôntica. O sistema Protaper Universal[®] (Dentsply Maillefer, *Ballaigues*, Suíça) é fabricado nas versões manual e rotatória e constituído por dois tipos de instrumentos: modeladores (*shaping*) e de acabamento (*finishing*). A série básica da Protaper Universal[®] consiste em oito instrumentos: dois instrumentos de modelagem S1 (18.02) e S2 (20.04), um de modelagem auxiliar Sx (19.04) e cinco instrumentos de acabamento F1 (20.07), F2 (25.08), F3 (30.09), F4 (40.06) e F5 (50.05). Os modeladores possibilitam uma maior flexibilidade na porção apical por apresentarem conicidade que aumenta no sentido da região final da parte ativa do instrumento. Isso intensifica as forças sobre essas limas, enquanto as torna bastante rígidas durante a sua utilização (VIEIRA et al., 2008; SCHÄFER e VLASSIS, 2004; BERGMANS et al., 2003). A extremidade do instrumento de modelagem é truncada ou arredondada e sua ponta é um cone circular. O ângulo de inclinação das hélices varia entre 30 e 35°. Possui seção reta transversal triangular convexa com três arestas de corte na forma de filete. O canal helicoidal aumenta da ponta do instrumento (D1) para o final da parte ativa (D16).

Os instrumentos de acabamento são utilizados para preparar os milímetros apicais do canal radicular e para expandir progressivamente esta região (SCHÄFER e VLASSIS, 2004; AGUIAR e CÂMARA, 2008). Os 3 mm apicais apresentam conicidade constante e depois decrescem no sentido de D16, possibilitando alargar o segmento apical e, ao mesmo tempo, aumentar a flexibilidade do instrumento no terço coronário. Esses instrumentos não possuem guia radial. O desenho das arestas de corte são filetes. A seção reta longitudinal de trabalho revela núcleo cilíndrico e canais helicoidais.

O sistema da Protaper Next é fabricado com liga *M-Wire* que promove aumento da flexibilidade e melhora da resistência à fadiga cíclica (AL-HADLAQ, ALJARBOU, ALTHUMAIRY, 2010; ALAPATI et al., 2009). Sua seção transversal é retangular e apresenta

movimento rotatório assimétrico descentralizado capacitando o instrumento a ter menor contato com as paredes radiculares em um movimento serpenteforme enquanto avança no canal. O comprimento das áreas sem contato com as paredes do canal aumenta a partir da ponta do instrumento reduzindo o efeito parafusador. O sistema Protaper Next está disponíveis no tamanho X1 (17.04), X2 (25.06), X3 (30.07), X4 (40.06) e X5 (50.06). No entanto, essa conicidade é peculiar dos três milímetros iniciais, portanto ao longo do instrumento há variações na conicidade do mesmo (BÜRKLEIN, BENTER e SCHÄFER, 2014).

O sistema Reciproc[®] (VDW, Munique, Alemanha) recentemente lançado no mercado tem a capacidade de preparar completamente o sistema de canais radiculares utilizando-se de apenas um único instrumento. Esse instrumento é fabricado com liga de níquel-titânio (NiTi) especial denominada *M-Wire* que é criada por um tratamento térmico inovador (GUTMANN e GAO, 2012). Os benefícios desta nova liga são o aumento da flexibilidade e melhora da resistência à fadiga cíclica (AL-HADLAQ, ALJARBOU e ALTHUMAIRY, 2010; ALAPATI et al., 2009). Os instrumentos Reciproc estão disponíveis em diferentes tamanhos R25 25.08 (vermelha), R40 40.06 (preta), R50 50.05 (amarelo), sendo os dois primeiros indicados para canais estreitos e curvo, e este último indicados para canais amplos (YARED, 2011). Tem ponta inativa e secção transversal em “S”, sua cinemática é recíprocante avançando no canal em sentido anti-horário com 150° cortando a dentina e quando gira em sentido horário com amplitude de 30° alivia o atrito com a dentina diminuindo o risco de fratura do instrumento.

Tendo em vistas que os estudos desses sistemas no que diz respeito ao extravasamento apical de *debris* constituem-se na avaliação dos instrumentos Protaper[®], Protaper Next[®] e Reciproc[®] de calibres de ponta restrito (ÜSTÜN et al., 2015; DE-DEUS et al., 2014; KOÇAK et al., 2013;), e comparando-os com outros estudos que apontam que a variação no diâmetro de ponta dos instrumentos tem influência na quantidade de extravasamento apical de *debris* (AL-OMARI&DUMMER, 1995; HINRICHS et al., 1998) faz-se necessário o a realização da avaliação dos instrumentos Protaper Universal, Protaper Next e Recirpoc indicados para canais amplos no que se refere a extrusão apical de *debris*, desvio apical, índice de centralização e área de desgaste.

2. HIPÓTESES NULAS

Não há diferença estatística significativa na quantidade de extravasamento apical de *debris* dos sistemas de instrumentação Protaper Universal[®], Protaper Next e Reciproc[®].

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a quantidade de extravasamento apical de *debris*, promovido pelos sistemas de instrumentação endodôntica Protaper Universal, Protaper Next e Reciproc indicados para canais amplos.

3.2 Objetivos Específicos

Determinar se o desvio apical é influenciado pelas diferentes técnicas de instrumentação indicadas para canais amplos;

Calcular, por meio da tomografia computadorizada, a capacidade de centralização após a instrumentação com os sistemas Protaper Universal, Protaper Next e Reciproc;

Estabelecer a média dos diâmetros anatômicos e cirúrgicos dos primeiros terços dos canais radiculares após a aplicação das técnicas de instrumentação.

Analisar se houve diferença no aumento percentual na área de desgaste promovida pelas técnicas de instrumentação.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1 Desenho do estudo

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

4.2 Casuística (amostragem)

Utilizando-se do programa GMC 8.1 calculou-se o número mínimo de 15 repetições para cada variável, para se obter uma distribuição de erro razoável para uma análise estatística no intervalo de 5% de significância.

O projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa por meio da plataforma Brasil. (CAAE: 39415014.0000.5020)

4.3 Seleção e preparo dos dentes

Utilizou-se para essa pesquisa 45 pré-molares inferiores humanos doados pelo Biobanco da Universidade Federal do Amazonas. Foram selecionados seguindo os seguintes critérios: ser

primeiro ou segundo pré-molar inferior com comprimento mínimo de 18 mm, apresentar única raiz, único canal, ápices radiculares completamente formados e raízes retas (figura 1). Posteriormente realizou-se aquisições tomográficas a fim de se determinar as médias das áreas dos três milímetros iniciais dos canais. Os dentes com médias superiores a 300 μm foram incluídos na pesquisa.



Figura 1: Dentes pré-molares inferiores selecionados.

Os espécimes foram esterilizados e armazenados em recipiente contendo água destilada e mantidos a uma temperatura de 5°C até sua utilização. Primeiramente submetidos a duas tomadas radiográficas uma mesial e outra distal a fim de ser determinar a presença de único canal. Para isso, foram posicionados sobre uma lâmina de cera nº7 para fixá-los para as tomadas radiográficas. Utilizou-se películas periapicais Kodak Insight (Rochester, Nova Iorque, Estados Unidos) e o aparelho Spectro 70x (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) com exposição de 0,5 segundos a uma distância objeto-filme de 10 centímetros, medida com auxílio de uma régua, a partir do dente até o colimador do aparelho de raio-x (figura 2).

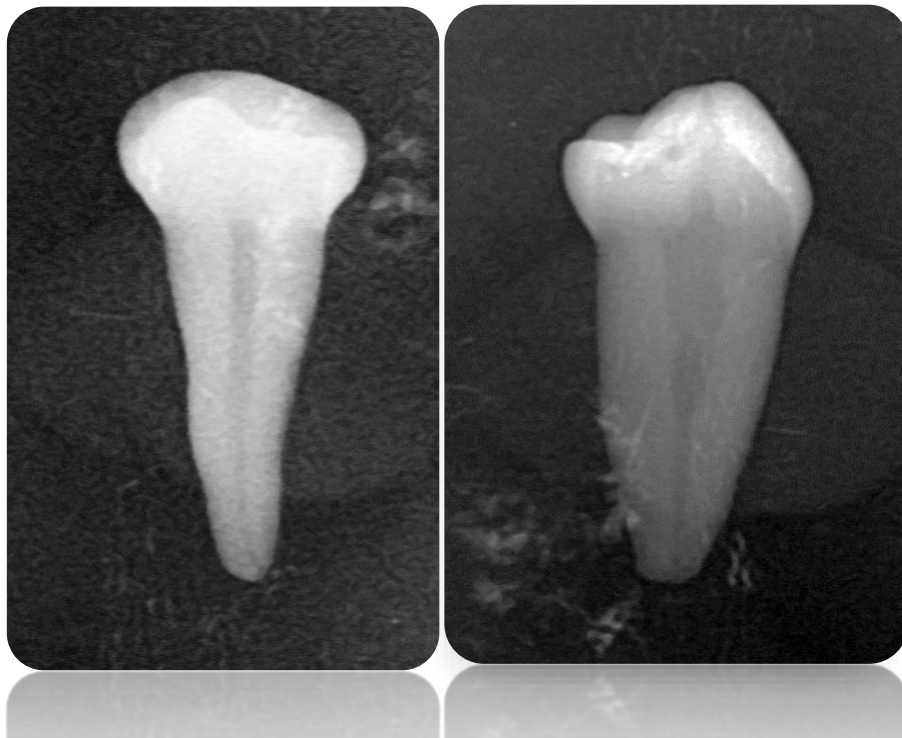


Figura 2: Tomadas radiográficas utilizadas para verificar a presença de único canal.

As imagens foram analisadas por um único avaliador para verificar características quanto à reabsorções, calcificações, e presença de único canal. Posteriormente removeu-se quaisquer tecidos moles e/ou cálculos dentais das superfícies externas das raízes com auxílio de dispositivo ultrassônico.

4.4 Padronização das amostras

Realizou-se abertura coronária com broca diamantada esférica n°1014HL (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) acionada em alta rotação (Kavo, Joinville, Santa Catarina, Brasil), e forma de conveniência com broca tronco-cônica (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), sob refrigeração abundante. A partir disso, todos os dentes com comprimento acima de 18 mm tiveram suas coroas desgastadas com auxílio de disco diamantado (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) acionados em peça reta, mensurados com paquímetro digital (Mitutoyo, Kawasaki, Kanagawa, Japão), padronizando-se o tamanho dos espécimes em 18 mm de comprimento (figura 3).



Figura 3: (a) acesso coronário com broca 1014 HL; (b) redução da coroa do dente para padronização em 18 mm.

4.5 Confeção dos corpos de prova

Para se padronizar a aquisição tomográfica, procedeu-se da seguinte forma: em um recipiente metálico retangular de 10x15x1.0 despejou-se gesso pedra e neste inseriu-se diversas laminas de cera utilidade cortadas com as medidas 2.0x2.0x1.0 cm. Após tempo de presa do gesso, removeu-se a cera utilidade, aplicou-se selante nos vácuos formados no gesso e estes forma preenchidos com resina acrílica. Os dentes com as coroas seccionadas e o acesso concluído foram inseridos na resina acrílica e esperou-se o tempo de presa. Utilizou-se dessas bases de resina aderida aos dentes (figura 4) para fazer marcações em uma plataforma de isopor de 15x10x25 cm para possibilitar o corte do mesmo. Com a confecção dos orifícios no isopor, pode-se acoplar as bases de resina contendo os dentes no isopor como mostrado na figura 5.

Para a padronização da instrumentação precisou-se de frascos de vidro com tampas de borracha. Com um instrumento rombo aquecido em lamparina realizou-se uma perfuração no centro da tampa de borracha. Por esse orifício, inseriu-se o dente com pressão, e em seguida aplicou-se duas camadas de esmalte na parte do dente abaixo da tampa e também aplicou-se duas camadas de cianocrilato nas interfaces tampa-dente pelas faces internas e externas. Esse conjunto unido ao frasco de vidro tornou-se a base para a instrumentação dos dentes (figura 7).



Figura 4: Base de resina acrílica para a fixação na plataforma de isopor.

Com ajuda de um estilete confeccionou-se espaços no isopor do tamanho de cada corpo de prova e estes foram encaixados no isopor. Tornando-se assim, a posição padrão nas tomadas radiográficas iniciais e finais (figura 5).

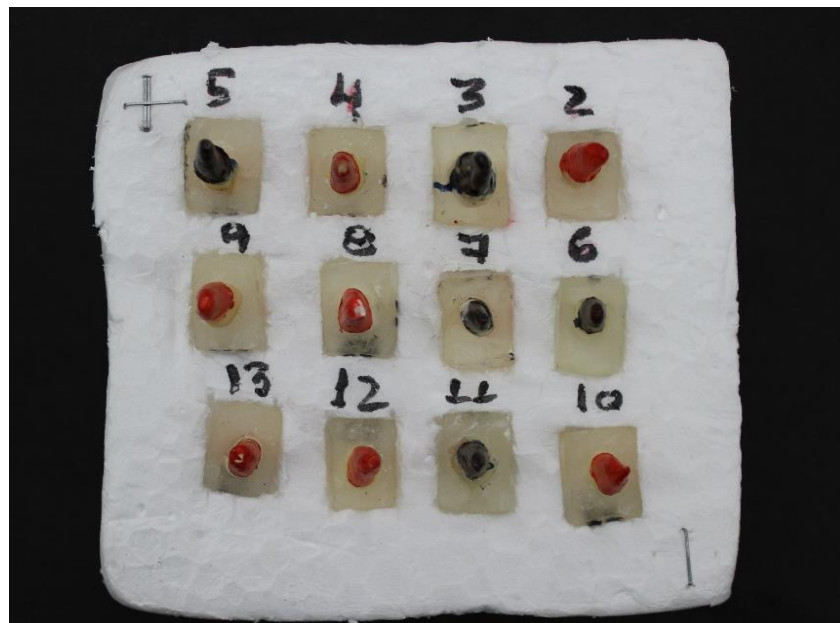


Figura 5: Plataforma de isopor para padronização das aquisições tomografias.

4.6 Aquisição tomográfica e manipulação das imagens

A fim de se determinar o diâmetro anatômicos e cirúrgicos dos 2mm, 3mm e 4mm apicais realizou-se tomografia utilizando o tomógrafo computadorizado iCAT *Cone Beam* 3D (Dental Imaging System, Salt Lake City, U, EUA), com as seguintes especificações: fonte de raio-x com tensão da válvula de 120 kVp, corrente da válvula 3-7mA e ponto focal de 0,5mm.

Para tanto, os dentes foram inseridos em plataforma de isopor (por apresentar baixa densidade não interfere na realização da tomografia). Após esse procedimento as imagens obtidas foram trabalhadas pelo programa OsiriX, que permite a visualização e manipulação dos arquivos no formato *DICOM* obtidas pelas tomografias, a fim de se obter o diâmetro anatômico apical dos três primeiros milímetros apicais de cada espécime. Para a padronização das imagens definiu-se o seguinte protocolo: foi selecionada a ferramenta de visualização *3D View* do programa OsiriX e em seguida a opção *3D MPR*; foi selecionado o contraste predefinido e a intensidade *Default WL&WW*; para atribuir a coloração às imagens utilizou-se a ferramenta *CLUT* na opção *perfusion*; e também foi definido a opacidade em *Smooth Table* (figura 6). Os valores dos diâmetros anatômicos e cirúrgicos dos 2º, 3º e 4º milímetros apicais dos espécimes estão apresentados nos apêndices 10, 11 e 12.

4.7 Padronização da instrumentação e coleta de *debris* apicais

Com o intuito de padronizar a posição de instrumentação dos dentes e consequentemente se coletar os *debris* apicais durante a instrumentação, realizou-se abertura central nas tampas de borracha de frascos de vidro utilizando um instrumento rombo aquecido em lamparina com o objetivo de inserir os dentes sob pressão através da tampa até a junção amelocementária para que o ápice dental fique submerso na água bidestilada presente no frasco de vidro. Posteriormente, a região radicular abaixo da tampa foi selada com duas camadas de esmalte para impermeabilização das raízes para que nenhum fragmento ou partícula de raiz se misture com a água do vidro.

Após secagem do esmalte uma lima K #15 (Dentsply Maillefer, *Ballaigues*, Suíça) foi inserida no canal até sua visualização no forame apical com o objetivo de remover esmalte que estivesse obliterando o forame. Esse comprimento menos 1 mm foi determinado como comprimento de trabalho real.

Ao lado do dente foi inserida, uma agulha de 27 *gauge* de espessura para controle da pressão interna e externa do frasco durante a instrumentação. As interfaces dente-tampa e agulha-tampa foram seladas nas faces externas e internas com cianocrilato.

Ao se preparar os frascos de vidros, estes foram numerados de 1 a 45 e pesados três vezes em balança de precisão para se obter por meio da média dos valores o peso inicial. Os pesos iniciais dos frascos foram anotados e tabulados em planilha do Excel. Em cada frasco de vidro numerado inseriu-se 10 mL de água bidestilada com auxílio de seringa plástica de 10 mL (Figura 7).

Os corpos de prova foram alocados aleatoriamente entre os três grupos com auxílio do programa de computador Excel que promove a randomização de amostras casuais simples.

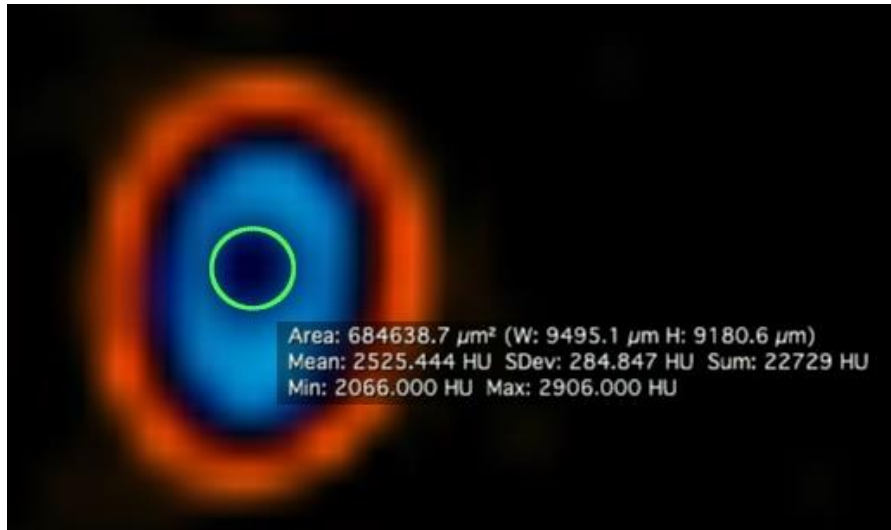


Figura 6: Mensuração do diâmetro anatômico dos dentes por meio do programa OsiriX.

4.8 Instrumentação dos espécimes

Após a aleatorização dos espécimes em três grupos (n=15) os corpos-de-prova foram instrumentados de acordo com as orientações dos fabricantes dos sistemas Protaper Universal® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o instrumento F5, sistema Protaper Next até o instrumento X5 e o sistema Reciproc R50 (VDW, Munique, Alemanha) como citado a seguir.

Grupo I (Protaper Universal®): todos os instrumentos, S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5, foram inseridos no comprimento de trabalho real com avanço progressivo com movimentos de vai e vem no interior dos canais intercalados com recuos, porém sem remover o mesmo dos canais. O sistema foi acionados em rotação e torque específicos para cada instrumento conferidos por motor elétrico (X-Smart Plus, Dentsply, Maillefer), com movimentos de entrada e saída do canal. Uma vez que alcançasse o comprimento almejado do canal e girado livremente no mesmo, foi passado para o instrumento seguinte. A cada troca de instrumento foi utilizado 1 mL de água bidestilada com auxílio de ponta de irrigação *NaviTip* (Ultradent, South Jordan, EUA) a 2 mm do comprimento de trabalho com movimento da seringa para dentro e para fora do dente.

Grupo II (Protaper Next): realizou-se a instrumentação seguindo a sequência de instrumentos Protaper Next X1, X2, X3, X4 e X5 no comprimento de trabalho. Cada instrumento foi acionado com rotação e torque específicos para cada um proporcionados por

motor elétrico (X-Smart Plus, Dentsply, Mailleifer) com movimentos de vai e vem no interior dos canais. Uma vez que alcançasse o comprimento almejado do canal e girado livremente no mesmo, foi passado para o instrumento seguinte. A cada troca de instrumento foi utilizado 1 mL de água bidestilada com auxílio de ponta de irrigação *NaviTip* (Ultradent, South Jordan, EUA) a 2 mm do comprimento de trabalho com penetração progressiva no canal intercalada de recuo, porém sem remover o mesmo do canal.

Grupo III (Reciproc R50): o instrumento R50 (VDW, Munique, Alemanha) foi introduzido no canal com três movimentos vai e vem no interior dos canais intercalados por recuos nos terços cervical, médio e apical. Antes de se prosseguir para o terço seguinte realizou-se a remoção do instrumento do interior dos canais e limpou-o com gazes. Essas ações foram realizadas até que o instrumento alcançasse o comprimento de trabalho. Acionou-se o instrumento por motor elétrico (X-Smart Plus, Dentsply, Mailleifer) que promove graus de rotação horária e anti-horária específicos para o referido sistema. A irrigação durante o avanço da R50 foi realizada com auxílio da ponta de irrigação *NaviTip* (Ultradent, South Jordan, EUA) a 2 mm do comprimento de trabalho durante o avanço no sistema de canais radiculares.

O operador foi protegido de visualizar o ápice dental por meio de uma folha de alumínio que cobriu o frasco de vidro antes de se iniciar a instrumentação do sistema de canais. A instrumentação dos canais radiculares, referente aos três grupos de estudo, foi realizada por apenas um operador especialista em endodontia, utilizando um kit de instrumentos novos para cada três espécime, exceto para o grupo da Reciproc que se utilizou um instrumento para cada dente.

Após a limpeza e modelagem dos dentes, os detritos aderidos à superfície da raiz foram recolhidos por lavagem da parte apical com 1 mL de água bidestilada e os frascos, contendo os *debris* advindos da instrumentação dos canais, foram armazenados em estufa a 70 °C por 5 dias para que a água presente nos recipientes evaporasse e os frascos secassem permanecendo apenas os *debris* dentro dos recipientes (figura 7).

4.9 Análise quantitativa do extravasamento apical de *debris*

Para realizar essa análise tomou-se os frascos contendo os *debris* e realizou-se novamente três pesagem consecutivas utilizando balança de precisão. A partir dos valores obtidos pela pesagem, calculou-se uma média do peso final. A quantidade de *debris* extravasados foi determinada pela fórmula $Da = Mf - Mi$, onde Mf é a média do peso dos frascos após a instrumentação e Mi é a média do peso dos frascos antes da instrumentação. Os valores

foram submetidos a teste de normalidade apresentando distribuição amostra não normal e em seguida procedeu-se a análise estatística pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e de Múltiplas Comparações de Dunn como apresentado nas tabelas 1 e 2.



Figura 7: Instrumentação dos espécimes apoiados em frasco de vidro pré pesado.

4.10 Análise do desvio apical e direção do desvio

A fim de se analisar o desvio apical dos espécimes, procedeu-se a utilização das imagens adquiridas pela tomografia e manipuladas no programa OsiriX como explicado anteriormente. O desvio apical foi calculado em duas direções: vestibulo-lingual e mesio-distal utilizando a fórmula $D = (V1 - V2) - (L1 - L2)$ – quando analisado desvio vestibulo-lingual e a fórmula $D = (M1 - M2) - (D1 - D2)$, proposta por Gambill, Alder, Rio (1996), onde o V1 é a medida da parede vestibular externa, medindo da luz do canal antes da instrumentação; V2, é a medida da parede vestibular externa do canal depois de instrumentado; L1, é a medida da parede lingual do canal não instrumentado; L2, a medida da parede lingual do canal instrumentado; M1, medida da parede mesial do canal não instrumentado; M2, medida da parede mesial do canal já

instrumentado; D1, é a medida da parede distal do canal não instrumentado; e D2 é a medida da parede distal do canal instrumentado, como apresentado na figura 8.

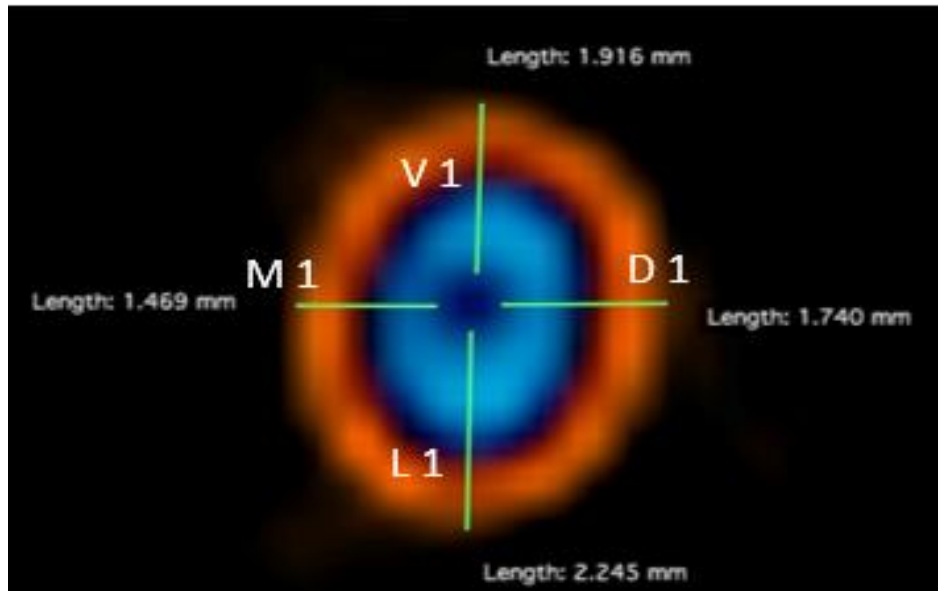


Figura 8: Mensurações vestibular (V1), lingual (L1), mesial (M1) e distal (D1) antes da instrumentação.

Para padronização das medições foram definidos que as medidas seriam feitas sempre da porção mais externa da raiz (cor laranja) até a porção mais interna da luz do canal radicular, de cor azul marinho, tomando como ponto de referência a porção mais central da luz do canal radicular.

Quando analisados no sentido vestibulo-lingual os valores positivos tendem a desviar para a vestibular; os valores negativos tendem a desviar para a lingual. Semelhantemente quando analisa-se o desvio no sentido mesio-distal, os valores positivos apontam um desvio para a mesial, enquanto que valores negativos apontam desvio para a distal. Quanto mais próximos os valores são de zero, menor o desvio.

4.11 Área de desgaste

A área de desgaste foi calculada utilizando as imagens adquiridas pela tomografia e manipuladas no programa OsiriX como explicado anteriormente na determinação do diâmetro anatômico dos dentes. Para calcular o valor da área dos canais selecionou-se uma ferramenta de desenho do programa OsiriX Imaging Software (Bernex, Switzerland), que tem como principal função de permitir o contorno da região que queremos mensurar. Após a transferência das imagens para o programa, procedeu-se a padronização da escala da imagem em aumento

de 1000% que se pudesse contornar mais fidedignamente a área de interesse. Assim, a área de desgaste foi calculada pela diferença da área do canal depois de instrumentado e antes da instrumentação.

4.12 Índice de centralização

Centralização é a capacidade que um instrumento tem de manter-se no eixo central do canal radicular durante a instrumentação. Calculou-se o índice de centralização nos 2mm, 3mm e 4mm dos canais e em duas direções: vestibulo-lingual e mesio-distal, tomando como base os valores obtidos na análise do desvio apical. Utilizou-se para tanto a fórmula descrita por Gambill, Alder e Rio (1996), onde $IC = V1-V2/L1-L2$ ou $L1-L2/V1-V2$, quando analisado centralização no sentido vestibulo-lingual. Quando analisa-se a centralização no sentido mesio-distal utiliza-se a fórmula $M1-M2/D1-D2$ ou $D1-D2/M1-M2$. O que determinou qual fórmula seria utilizada foram os valores obtidos no numerador determinado pelas diferenças. Diante disso, primeiramente calculou-se as diferenças entre os valores de V1-V2, L1-L2, M1-M2 e D1-D2, e assim definindo qual numerador seria utilizado na fórmula. Os valores resultantes próximo a 1 (um) indicaram melhor capacidade de centralização e quanto mais próximo a 0 (zero) menor foi a capacidade de centralização da técnica de instrumentação.

4.13 Testes estatísticos empregados

4.13.1 Extrusão de *debris*

Os valores obtidos das diferenças das médias de peso inicial e final da extrusão *apical de debris* foram submetidos a teste estatístico. Primeiramente realizou-se o teste de normalidade de Kolmogorov - Smirnov, como mostra o apêndice 1. O referido teste apontou distribuição amostral não-normal, portanto os valores foram submetidos ao teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis e de múltiplas comparações de Dunn, com objetivo de analisar diferenças estatísticas entre os grupos. Tendo o grupo PTN apresentado maiores valores de extravasamento de *debris* (apêndice 2).

4.13.2 Área de desgaste

Com base nos valores iniciais e finais das áreas nos 2° mm, 3° mm e 4° mm dos dentes, calculou-se a média do desgaste e os valores foram submetidos a teste de normalidade e posteriormente a análise estatística.

O teste de normalidade Kolmogorov - Smirnov evidenciou distribuição normal para os três milímetros estudados exceto o terceiro milímetro que apresentou distribuição não-normal (apêndice 3). Com isso, optou-se por empregar o teste estatístico ANOVA e múltiplas comparações de Tukey-Kramer para os valores do 2 mm e 4 mm (apêndice 4).

Tendo em vistas a distribuição amostral não normal apontada pelo teste de normalidade KS, aplicou-se o teste Kruskal-Wallis e múltiplas comparações de Dunn para os valores do 3 mm como apresentado no apêndice 5.

Obteve-se como maior porcentagem de desgaste o grupo da R50, com diferença estatisticamente significativa em relação aos outros grupos.

4.13.3 Desvio apical

O desvio apical foi verificado no 2° mm, 3° mm e 4° mm, por meio da análise das tomografias antes e após a instrumentação. Foram analisados os desvios em duas direções: vestibulo-lingual e mesio-distal. Os resultados obtidos pela diferença foram submetidos a teste de normalidade e obteve-se como resultado distribuição amostral não normal (apêndice 6).

Com isso, optou-se por se realizar o teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis e de Múltiplas Comparações de Dunn, com objetivo de verificar possíveis diferenças estatisticamente significantes entre os grupos nos 2° mm, 3° mm e 4° mm, como apresentado no apêndice 7.

4.13.4 Índice de centralização

Os valores obtidos pela razão da diferença nos dois sentidos (vestibulo-lingual e mesio-distal) referente aos 2°, 3° e 4° milímetros dos canais radiculares forma submetidos a teste de normalidade Kolmogorov - Smirnov como mostra o apêndice 8.

Diante da distribuição não normal apresentada no teste de normalidade, aplicou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e Múltiplas comparações de Dunn. Detalhes do teste estatístico estão apresentados no apêndice 4.

ARTIGO

O artigo será submetido ao periódico *Journal of Endodontic* (ISSN: 00992399). A classificação *Qualis* do periódico em 2015 foi de A1 e seu fator de impacto segundo os critérios de classificação da *Journal Citation Reports* (JCR) em 2015 foi de 3,375.

Resumo

Introdução: o objetivo desse estudo foi avaliar a extrusão de *debris*, desvio apical, capacidade de centralização e a área de desgaste promovidos por sistemas de instrumentação rotatórios e recíprocante de grande calibre. **Metodologia:** quarenta e cinco pré-molares inferiores foram divididos em três grupos (n=15): Protaper Universal (S1-F5), Protaper Next (X1-X5) e Reciproc (R50). Os canais foram instrumentados em recipientes de vidros pré-pesados, onde também coletou-se os *debris* apicais. Realizou-se tomografias computadorizadas *cone-beam* antes e após a instrumentação nos 2°, 3° e 4° milímetros apicais. O desvio apical e direção do desvio foram avaliados usando a fórmula $DA = (V1-V2) - (L1-L2)$ e $(M1-M2) - (D1-D2)$, a capacidade de centralização foi analisada pela fórmula $CC = (V1-V2/L1-L2)$ ou $L1-L2/V1-V2$ e também $M1-M2/D1-D2$ ou $D1-D2/M1-M2$, a área de desgaste foi calculada pelas diferenças das áreas antes e após a instrumentação. Os valores foram avaliados estatisticamente pelo teste Kruskal-Wallis e múltiplas comparações de Dunn. **Resultados:** todos os grupos apresentaram extrusão apical de *debris* com diferenças estatísticas entre os grupos da PTU e PTN, PTN e R50 ($P < .05$). O grupo da PTU teve maior tendência da direção do desvio para lingual e distal, a PTN teve direção de desvio para vestibular e distal, a R50 lingual e distal. Nenhuma técnica teve a capacidade de centralização perfeita. Todas as técnicas apresentaram aumento da área tendo diferença estatística entre a PTU e R50, e PTN e R50. **Conclusão:** todas as técnicas de instrumentação promoveram extrusão apical de *debris*, desvio apical, aumento de área e capacidade de centralização.

INTRODUÇÃO

Durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares são empregadas diferentes técnicas de instrumentação fundamentadas em diversas cinemáticas que podem promover o extravasamento de microrganismos, dentina contaminada, substância irrigante, tecido pulpar para além da região apical, causando complicações pós-operatórias como inflamação periapical e dor (PARIROKH et al., 2012; ALVES, 2010; SELTZER&NAIDORF, 1985).

Vários estudos apontam que as técnicas endodônticas de instrumentação promovem extravasamento apicais de *debris*, e também que há diferenças da quantidade de material extravasado dependendo do sistema de instrumentação empregado (CIÇEK et al, 2016; SILVA et al, 2015).

Com isso, supõe-se que durante a instrumentação dos canais radiculares o sistema que apresenta maior quantidade de extravasamento apical de *debris*, promoverá também maior intensidade de dor pós-operatória. Porém esses dados são controversos, pois estudos clínicos avaliando a dor pós-operatória em pacientes observam que os instrumentos que apresentam maior extravasamento de *debris*, de acordo com estudos *in vitro* (CIÇEK et al., 2016; OZSU et al., 2014), demonstram não haver diferença em relação a dor pós-operatória (SHAHI et al., 2016; RELVAS et al., 2015). Contudo, esses trabalhos, *in vitro* e clínicos, avaliam a extrusão apical de *debris* e dor pós-operatória, respectivamente, promovidos por instrumentos de calibre restrito.

Portanto, o objetivo desse estudo é comparar quantitativamente a extrusão apical de *debris*, desvio apical e direção do desvio, capacidade de centralização e área de desgaste promovida pela instrumentação de canais radiculares utilizando os sistemas endodônticos de sequência completa Protaper Universal, Protaper Next com sistema recíprocante Reciproc indicados para canais amplos.

MATERIAL E MÉTODOS

SELEÇÃO DOS ESPÉCIMES

Para essa pesquisa, 45 pré-molares inferiores, doados pelo biobanco da Universidade Federal do Amazonas, com a aprovação do Conselho de Ética em Pesquisa (Protocolo CAAE nº 39415014.9.0000.5020), foram selecionados. As características dos dentes selecionados eram, unirradiculares e unicanalulares, 18mm de comprimento, raízes completamente formadas, ápices fechados.

Os dentes tiveram suas coroas seccionadas para se padronizar o tamanho dos espécimes, em seguida, o acesso coronal foi completado com broca diamantada nº 1014 acoplada a alta rotação com constante irrigação. Em seguida, instrumento #15 K-file foi inserido em direção apical até a visualização da lima no ápice menos 1mm e determinou-se o comprimento de trabalho do dente.

PREPARO BIOMECÂNICO

Para a padronização da instrumentação dos espécimes e para a coleta do *debris* apicais os dentes foram inseridos através de tampas de borracha e estas acopladas em frascos de vidro contendo 10 mL de água destilada. Uma agulha foi inserida ao lado do dente na borracha para equilibra a pressão interna e externa do frasco.

Os espécimes foram instrumentados de acordo com as indicações dos respectivos fabricantes como segue:

1. Grupo 1: os instrumentos da Protaper Universal seguiram a sequência S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5 no comprimento de trabalho. Cada instrumento foi utilizado até que trabalhasse livremente no interior dos canais, e assim utilizado o próximo instrumento.
2. Grupo 2: Protaper Next foi utilizada na sequência X1, X2, X3, X4 e X5. Todas foram utilizadas no comprimento de trabalho. Passou-se para o instrumento seguinte quando o anterior trabalhasse livremente no interior dos canais;
3. Grupo 3: Reciproc R50 foi utilizado em todos os terços dos canais com pequenos movimentos de entrada e saída sem que o instrumento fosse removido do canal e a amplitude dos movimentos não excedesse 3 a 4 mm. Entre a instrumentação dos terços dos espécimes os instrumentos foram limpos com gazes estéreis. Esses passos forma repetidos até que se alcançasse o comprimento de trabalho.

EXTRUSÃO APICAL DE *DEBRIS*

Para avaliação do extravasamento de *debris* os frascos de vidro foram pesados antes da instrumentação por três vezes consecutivas e calculando-se uma média do peso, em seguida armazenados em estufa a 70°C por 5 dias até a secagem do líquido, e logo após realizou-se pesagem semelhante à primeira. A quantidade de *debris* extravasados foi calculada pela diferença de peso dos frascos pela fórmula $Da = Mf - Mi$, onde Mf é a média do peso dos frascos após a instrumentação e Mi é a média do peso dos francos antes da instrumentação.

DESVIO APICAL

Para avaliação do desvio apical e direção do desvio utilizou-se da metodologia empregada por Carvalho et al., analisando as imagens das tomografias computadorizadas *cone-*

beam antes e após a instrumentação. Para padronização das imagens inseriu-se os dentes em blocos de resina acrílica (2.0 x 2.0 x 1.0cm) e o formato desses blocos foram transferidos para uma plataforma de isopor com cavidades do mesmo tamanho (2.0 x 2.0 x 1.0cm). Essa plataforma foi adaptada na mesa do *cone-beam* com as seguintes especificações: voltagem 120 kvp, corrente 3-7mA e ponto de foco 0.5 mm. O protocolo 6 cm, 40 sec, 0.2 voxel MaxRes foi usado para aquisição das imagens.

Para a análise do desvio apical o segundo, terceiro e quarto milímetros foram selecionados totalizando 6 imagens axiais de 1 mm. O desvio apical foi calculado em duas direções: vestibulo-lingual e mesio-distal, com auxílio do programa OxiriX software (OsiriX Imaging Software, <http://www.osirix-viewer.com>). As imagens pré instrumentação e pós instrumentação foram analisadas por examinador cego calibrado de acordo com a seguinte fórmula: $D = (V1 - V2) - (L1 - L2)$ e $(M1 - M2) - (D1 - D2)$, onde V1 e V2 representam os valores das paredes vestibulares dos canais instrumentados e não instrumentados, respectivamente. L1 e L2 as paredes linguais antes e após a instrumentação. M1 e M2 as paredes mesiais, e D1 e D2 as paredes distais dos canais instrumentados e não instrumentados, respectivamente (fig. 1). Quando o resultado da equação for igual a 0 o desvio não ocorreu, quando negativo o desvio foi na direção lingual ou distal, quando apresentar valor positivo o desvio ocorreu na direção vestibular ou mesial.

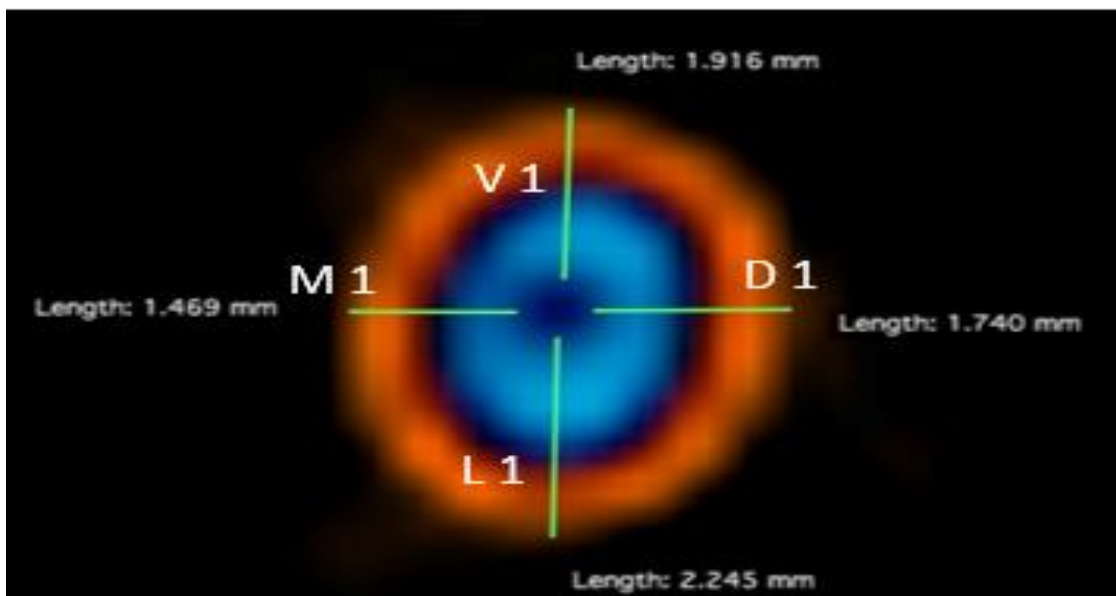


Figura 9: Mensuração realizada antes da instrumentação para a análise do desvio apical aplicando a fórmula $D = (V1 - V2) - (L1 - L2)$ e $(M1 - M2) - (D1 - D2)$.

CAPACIDADE DE CENTRALIZAÇÃO

A capacidade de centralização foi calculada em duas direções (vestíbulo-lingual e mesio-distal) no segundo, terceiro e quarto milímetro apical usando os valores obtidos durante a análise do desvio apical, seguindo a fórmula:

$$V1 - V2/L1 - L2 \text{ ou } L1 - L2/V1 - V2 \text{ e } M1 - M2/D1 - D2 \text{ ou } D1 - D2/M1 - M2$$

A fórmula a ser utilizada depende dos valores obtidos no numerador que devem sempre ser os menos valores obtidos pela diferença. Portanto, os valores da equação com resultados 1 indicam ótima capacidade de centralização, e os valores 0 indicam que o instrumento utilizado apresentam baixa capacidade de centralização.

ÁREA DE DESGASTE

Para o cálculo da área de desgaste promovida pelos sistemas de instrumentação utilizou-se das imagens do programa OsiriX Software demarcando-se as áreas dos canais antes e após a instrumentação utilizando a seguinte fórmula: $AD = Af - Ai$, onde Af é referente a área final, e Ai representa a área inicial.

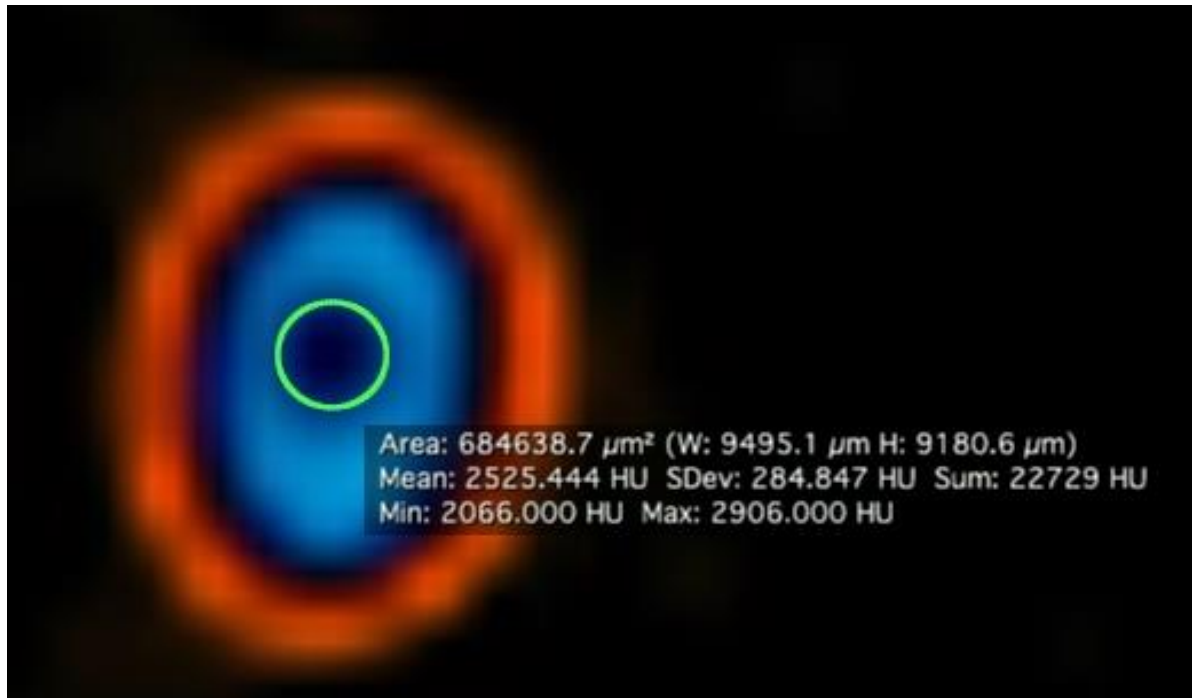


Figura 10: Imagem representativa da tomografia cone-beam dos canais antes da instrumentação visualizada no programa OsiriX MD software.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos nos cálculos da extrusão de *debris*, desvio apical, capacidade de centralização e área de desgaste foram submetidos a teste de normalidade pelo teste Kolmogorov-Smirnov, e os valores obtidos (Kruskal – Wallis, Múltiplas Comparações de Dunn, ou ANOVA, Múltiplas Comparações de Turkey-Kramer) foram analisados estatisticamente usando o programa Graphpad InStat para Windows 8 (GraphPad Software, La Jolla, CA).

RESULTADOS

Extrusão de *debris*

Todos os grupos da pesquisa apresentaram extravasamento apical de *debris*, demonstrando médias de extrusão de 0,00787g para o grupo da PTU, 0,01719g para PTN e 0,00668 para a R50 com diferença estatisticamente significativa entre os grupos da PTU e PTN ($P < .05$), e PTN e R50 ($P < .05$), com o grupo da PTN apresentando maiores valores de extravasamento de *debris*.

Área de desgaste

A área de desgaste foi avaliada em cada grupo nos 2°, 3° e 4° milímetros apicais. Os resultados mostraram que o grupo R50 apresentou maior área de desgaste com diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos ($P < .05$).

Desvio apical e direção do desvio

Os diferentes grupos tiveram valores semelhantes no desvio apical sem diferença significativa ($P > .05$) em todos os milímetros e direções avaliados.

Referente a direção do desvio, nenhuma técnica apresentou ausência de desvio. No sentido vestibulo-lingual a tendência da direção do desvio foi para lingual ($n = 58$), exceto no 2° milímetros que foi para vestibular ($n = 28$). Na análise no sentido mesio-distal, todas as técnicas tendem a desviar para a distal em todos os milímetros ($n = 90$).

Capacidade de centralização

Nenhuma das técnicas apresentou capacidade perfeita de centralização (= 1.0). Os valores não demonstraram diferença estatisticamente significativa em nenhuma das técnicas empregadas em todos os milímetros analisados ($P > .05$).

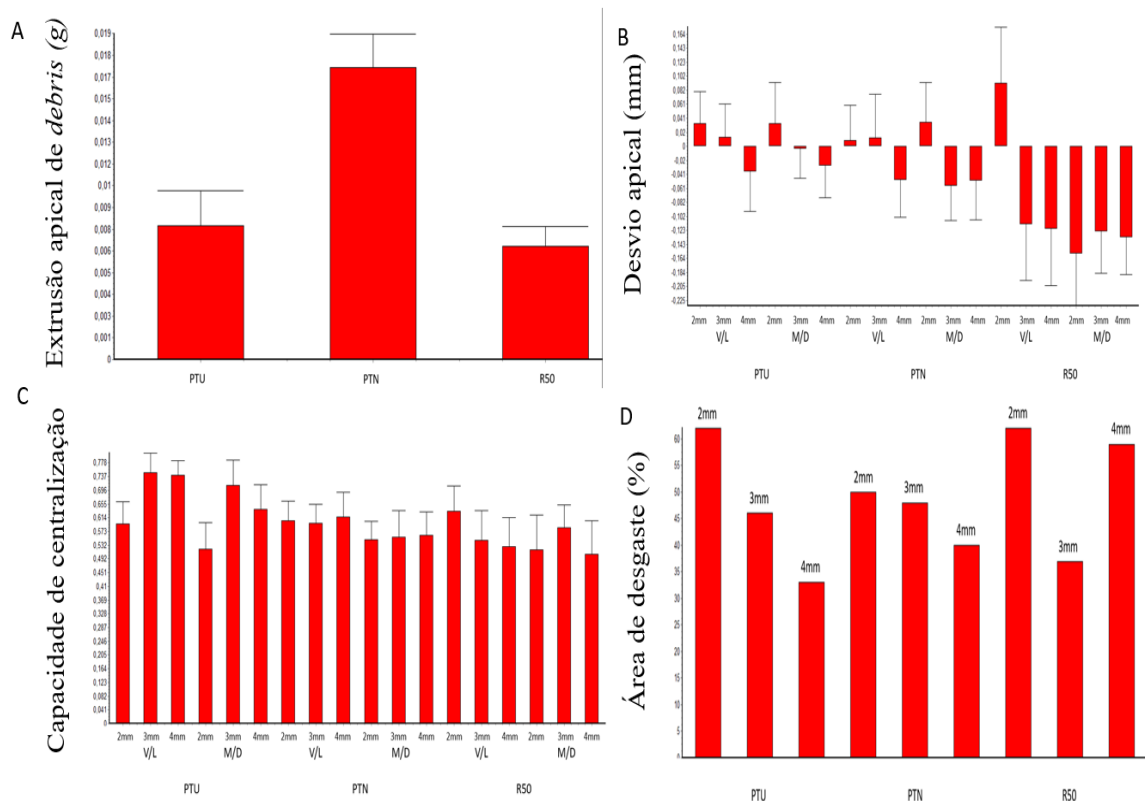


Figura 11: Média dos valores da extrusão apical de *debris*, desvio apical, capacidade de centralização e aumento da área do canal. (A) Gráfico representando as médias de valores da extrusão apical de *debris*. (B) Representação gráfica do desvio apical e direção do desvio. (C) Capacidade de centralização nos sentidos V/L e M/D no 2°, 3° e 4° milímetros apicais. (D) Área de desgaste em cada grupo.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a extrusão de *debris*, desvio apical, capacidade de centralização e área de desgaste promovidos por instrumentos rotatórios e recíproco indicados para canais amplos. Com base nos resultados, pode-se afirmar que a hipótese nula rejeitada pois as diferentes técnicas de instrumentação promoveram diferenças significativas na quantidade de extrusão de *debris* e área de desgaste, porém não apresentaram diferença em relação ao desvio apical e capacidade de centralização.

O preparo biomecânico é uma das etapas fundamentais para a limpeza, sanificação e modelagem do sistema de canais radiculares, promovido pelo aumento gradual do diâmetro radicular por meio de diferentes instrumentos (BÜRKLEIN *et al.*, 2013). Esse aumento é necessário devido a profundidade de penetração das bactérias nos túbulos dentinários em aproximadamente 200µm ou mais. Com isso, a determinação do diâmetro cirúrgico com, no mínimo 200 µm a mais que do diâmetro anatômico inicial é fundamental para a sanificação do sistema de canais radiculares (WEIGER, R *et al.*, 2002).

Nesta pesquisa foram utilizados dentes pré-molares inferiores com único canal, ápice fechado e diâmetro apical superior a 300 µm a fim de simular as condições clínicas comuns a utilização de instrumentos de grandes calibres, pois muitas pesquisas tem sido feitas no que se refere a extrusão de *debris*, desvio apical e capacidade de centralização, contudo, a maioria dos instrumentos estudados são de pequenos diâmetros (KOÇAK et al., 2013; CAPAR et al., 2014; KOÇAK et al., 2015), por isso, é necessário realizar trabalhos que investiguem instrumentos de diâmetros maiores.

A fim de se determinar, conhecer e padronizar a média dos diâmetros anatômicos dos milímetros apicais iniciais nestes dentes utilizou-se a tomografia computadorizada *Cone-beam*, de acordo com PAQUÉ et al. (2009), obtendo-se as médias de diâmetro anatômico de 340 µm, 440 µm e 540 µm para os 2°, 3°, 4° milímetros apicais respectivamente no grupo da PTU. No grupo da PTN obteve-se 360 µm, 440 µm e 520 µm correspondentes ao 2°, 3° e 4° milímetros apicais respectivamente e observou-se média dos diâmetros anatômicos de 340 µm, 440 µm e 470 µm equivalentes aos três milímetros apicais dos dentes inseridos no grupo R50. Com essas medidas pôde-se determinar que após o uso dos instrumentos avaliados, a média de diâmetro cirúrgico foi de 540 µm, 670 µm e 770 µm no grupo PTU, no grupo da PTN foi encontrado 560 µm, 680 µm e 760 µm para os milímetros apicais e o grupo da R50 apresentou 570 µm, 640 µm e 770 µm equivalentes aos 2°, 3° e 4° milímetros apicais respectivamente. Esses dados demonstram que o desgaste promovido pelos instrumentos avaliados se mostram suficientes para o alargamento exigido para a eficiente sanificação dos sistemas de canais radiculares, quando empregados nestes dentes (HECKER et al., 2010; WEIGER et al., 2002).

Analisando os resultados da extrusão apical de *debris*, o grupo da PTN apresentou diferença estatisticamente significativa em comparação aos outros grupos: PTN e PTU ($P < 0.01$), PTN e R50 ($P < 0.01$), discordando dos resultados de BORGES et al., (2016), TOPÇUOĞLU et al., (2015), porém estes realizaram suas pesquisas com instrumentos de menor diâmetro de calibre 25 a 40.

Os resultados encontrados na comparação dos grupos PTN e R50 podem ser provenientes da utilização de maior quantidade de instrumentos utilizados no preparo dos dentes do grupo PTN (OZSU et al., 2014) e também pode-se apontar a metodologia de instrumentação dos espécimes como fator que pode ter contribuído para esse resultado, pois durante o preparo dos dentes o instrumento Reciproc é introduzido no canal com pequenos movimentos de entrada e saída sem que se remova completamente do canal, alcançando-se o comprimento desejado o instrumento é removido e limpo com gazes removendo-se os *debris* presentes no R50 (BÜRKLEIN et al., 2014). Essa dinâmica é repetida nos terços cervical, médio

e apical, enquanto o preparo com a PTN cada instrumento é inserido no canal com movimentos de entrada e saída avançando progressivamente até se chegar no comprimento de trabalho, repetindo-se essa dinâmica com todos os instrumentos seguintes (OZSU et al., 2014).

Apesar da menor quantidade de instrumento utilizados no grupo da PTN e a secção transversal retangular com rotação excêntrica nos instrumentos desse grupo, houve maior quantidade de extravasamento de *debris* da PTN comparada ao grupo da PTU que podem ter ocorrido devido à técnica de preparo do sistema PTU que promove o alargamento cervical prévio proporcionados pelos instrumentos S1 e S2 diminuindo assim a saída de *debris* pela região apical (BÜRKLEIN&SCHÄFER, 2012).

Em relação ao desvio apical, nenhum grupo estudado apresentou diferenças significantes em quaisquer das direções analisadas, corroborando com os achados de diferentes estudos que analisaram essa característica (CAPAR *et al.*, 2014; DA SILVA LIMOEIRO *et al.*, 2016; BARBIERI *et al.*, 2015), contudo, de todos os grupos avaliados nenhum apresentou ausência de desvio.

Todas as técnicas apresentaram valores de desvio menores que 0.300 mm, o que de acordo com Fan *et al.*, (2000) não é importante, pois, o desvio apical somente é relevante quando for maior que 0.300 mm, comprometendo a obturação dos canais radiculares.

Na análise da direção do desvio, todos os grupos apresentaram maior direção de desvio para a lingual e distal, diferentemente dos trabalhos de JUNAID *et al.*, (2014) e KIM *et al.* (2013) que demonstraram a tendência do desvio em direção mesial em dentes molares que apresentavam curvatura. Os resultados desse estudo em relação ao desvio podem ser explicados tendo em vista a variação anatômica interna dos dentes pré-molares e a ausência de guia radial dos instrumentos analisados (WU *et al.*, 2000) e a limitação do método tomográfico tradicional, o que sugere a realização de outros trabalhos que avaliem a influência dessas características no desvio apical de pré-molares com micro tomografia.

Na análise da capacidade de centralização, nenhuma técnica teve a capacidade de manter o instrumento perfeitamente centralizado no interior dos canais radiculares durante o preparo. Embora os resultados não apresentem diferenças significantes, o grupo da PTU apresentou maiores valores próximos a 1 que significa melhor capacidade de centralização.

Analisando a área de desgaste observou-se que o grupo R50, apesar do instrumento possuir menor conicidade (50/.05) comparado ao grupo da PTN (50/.06), apresentou maior área de desgaste (52,5%), tendo diferença estatisticamente significante ($P < 0.05$) com os grupos da PTN (45,7%) e PTU (47,0%), corroborando com os achados de BUSQUIM *et al.*, (2015). A diferença entre a R50 e a PTN pode ser devido a secção transversal retangular com rotação

descentralizada da PTN que promove a ação de apenas duas arestas do instrumento no interior dos canais (KOÇAK *et al.*, 2015).

Já na diferença entre a R50 e a PTU sugere-se que ocorra pela própria cinemática recíproca do instrumento R50 que no sentido anti-horário promove o corte da dentina removendo lascas, e no sentido horário alivia a tensão do instrumento juntamente com o avanço no interior do canal (YARED, 2008).

Analisando resultados do estudo clínico de Relvas *et al.*, 2015, referentes a dor pós-operatória promovidos por sistemas de instrumentação com cinemáticas rotatórias e recíprocas, pode-se destacar que estes demonstraram baixas intensidades de dor (2,5-12%), sem diferença estatística entre si. Contudo, os estudos clínicos de dor pós-operatória avaliam instrumentos de menores calibres o que pode influenciar a sintomatologia dolorosa. Com isso, faz-se necessário estudos clínicos que utilizem instrumentos de calibres maiores a fim de se determinar se instrumentos calibrosos promovem sintomatologias dolorosas importantes.

Conclui-se que apesar das limitações desse estudo *in vitro*, é válido destacar que todos os sistemas de instrumentação empregados apresentaram extrusão de *debris*, sendo o sistema PTN apresentou estatisticamente maior extravasamento apical de *debris* quando comparado aos outros grupos. O sistema R50 apresentou significativamente maior área de desgaste que os outros grupos. Nenhum grupo apresentou diferença estatisticamente significativa em relação a capacidade de centralização e desvio apical.

AGRADECIMENTOS

Os autores negam haver quaisquer tipos de conflitos de interesse neste estudo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. M.; CÂMARA, A. C. Radiological evaluation of the morphological changes of root canals shaped with Protaper® for hand use and the Protaper® and RaCe rotary instruments. *Australian Endodontic Journal*, v. 34, n. 3, p.115-9, 2008.
- ALAPATI, S. B.; BRANTLEY, W. A.; IJIMA, M.; CLARK, W. A.; KOVARIK, L.; BUIE, C.; LIU, J.; BEN JOHNSON, W. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, v. 35, n. 11, p.1589-93, 2009.
- AL-HADLAQ, S. M.; ALJARBOU, F. A.; ALTHUMAIRY, R. I. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-wire nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, v. 36, n. 2, p.305-307, 2010.
- AL-OMARI, M. A. O.; DUMMER, P. M. H. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *Journal of Endodontics*, v. 21, n. 3, p.154-158, 1995.
- ALVES, V. O. Endodontic flare-ups: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 110, n. 5, p.68-72, 2010.
- BARBIERI, N.; LEONARDI, D. P.; BAECHTOLD, M. S.; CORRER, G. M.; GABARDO, M. C.; ZIELAK, J. C.; BARATTO-FILHO, F. Influence of cervical preflaring on apical transportation in curved root canals instrumented by reciprocating file systems. *BMC Oral Health*, v. 23, p.149-57, 2015.
- BERGMANS, L.; VAN CLEYNENBREUGEL, J.; BEULLENS, M.; WEVERS, M.; VAN MEERBEEK, B.; LAMBRECHTS, P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal*, v. 36, n. 4, p.288-295, 2003.
- BORGES, A. H.; PEREIRA, T. M.; PORTO, A. N.; ESTRELA, C. R. A.; PEDRO, F. L. M.; ARANHA, A. M. F.; GUEDES, O. A. The influence of cervical preflaring on the amount of apically extruded debris after root canal preparation using different instrumentation systems. *Journal of Endodontic*, v.42, n.3, p.465-9, 2016.

BÜRKLEIN, S.; BENTER, S.; SCHÄFER, E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *International Endodontic Journal*. v.47, n.5, p.405-409, 2014.

BÜRKLEIN, S.; SCHÄFER, E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full sequence rotary instrumentation systems. *Journal of Endodontics*, v. 38, n. 6, p.850–852, 2012.

BÜRKLEIN, S.; TSOTSIS, P.; SCHÄFER, E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus Rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, v. 39, n. 4, p.501-504, 2013.

BUSQUIM, S.; CUNHA, R. S.; FREIRE, L.; GAVINI, G.; MACHADO, M. E.; SANTOS, M. A micro-computed tomography evaluation of long-oval canal preparation using reciprocating or rotary systems. *International Endodontic Journal*, v. 48, n. 10, p.1001-1006, 2015.

CAPAR, I. D.; ARSLAN, H.; AKCAY, M.; ERTAS, H. An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *Journal of Endodontics*, v. 40, n. 10, p.1638-1641, 2014.

CIÇEK, E.; AKKOCAN, O.; FURUNCUOGLU, F. Comparison of apically extruded debris associated with several nickel-titanium systems after determining working length by apex locator. *J Conserv Dent*, v.19, n.1, p.68-71, 2016.

DA SILVA LIMOIRO, A. G.; DOS SANTOS, A. H.; DE MARTIN, A. S.; KATO A. S.; FONTANA, C. E.; GAVINI, G.; FREIRE, L. G.; DA SILVEIRA BUENO, C. E. Micro-computed Tomographic Evaluation of 2 Nickel-Titanium Instrument Systems in Shaping Root Canals. *Journal of Endodontics*, v.42, n.3, p.496-499, 2016.

DE-DEUS, G.; BRANDÃO, M. C.; BARINO, B.; DI GIORGI, K.; FIDEL, R. A.; LUNA, A. S. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file Protaper® F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.110, n.3, p.390–394, 2010.

ELMSALLATI, E. A.; WADACHI, R.; SUDA, H. Extrusion of *debris* after use of rotary nickel titanium files with different pitch: a pilot study. *Australian Endodontic Journal*, v. 35, n. 2, p. 65–69, 2009.

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

GAMBILL, J. M.; ALDER, M.; DEO RIO, C. E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computer tomography. *Journal of Endodontics*, v. 22, n. 7, p.369-375, 1996.

GUTMANN, J. L.; GAO, Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *International Endodontic Journal*, v. 45, n. 2, p.113-128, 2012.

HECKER, H.; BARTHA, T.; LÖST, C.; WEIGER, R. Determining the apical preparation size in premolars: part III. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 110, n. 1, p.118-124, 2010.

HINRICHS, R. E.; WALKER, W. A.; SCHINDLER, W. G. A comparison of amounts of apically extruded *debris* using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *Journal of Endodontics*, v. 24, n. 2, p.102-106, 1998.

HOPPE, C. B.; BÖTTCHER, D. E.; JUSTO, A. M.; SÓ, M. V.; GRECCA, F. S. Comparison of curved root canals preparation using reciprocating, continuous and an association of motions. *Scanning*, v. 9, p. 1-7, 2016.

JUNAID, A.; FREIRE, L. G.; DANSILVEIRA BUENO, C. E.; MELLO, I.; CUNHA, R. S. Influence of single-file endodontics on apical transportation in curved root canals: an *ex vivo* micro-computed tomographic study. *Journal of endodontics*, v.40, p.717-720, 2014.

KIM, H. C.; HWANG, Y. J.; JUNG, D. W.; YOU, S. Y.; KIM, H. C.; LEE, W. Micro-computed tomography and scanning electron microscopy comparisons of two nickel-titanium Rotary root canal instruments used with reciprocating motion. *Scanning*, v.35, n. 2, p.112-118, 2013.

KOÇAK, M. M.; ÇICEK, E.; KOÇAK, S.; SAGLAM, B. C.; FURUNCUOGLU, F. Comparison of ProTaper Next and HyFlex instruments on apical *debris* extrusion in curved canals. *International Endodontic Journal*, Epub ahead of print, 2015.

KOÇAK, M. M.; ÇIÇEK, E.; KOÇAK, S.; SAGLAM, B. C.; YILMAZ, N. Apical extrusion of debris using ProTaper universal and ProTaper next rotary systems. *International Endodontic Journal*, v. 48, n. 3, p.283-286, 2015.

KOÇAK, S.; KOÇAK, M. M.; SAGLAM, B. C.; TÜRKER, A. S.; SAGSEN, B.; ER, Ö. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *Journal of endodontics*, v. 39, n. 10, p.1278-80, 2013.

LAMBRIANIDIS, T.; TOSOUNIDOU, E.; TZOANOPOULOU, M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *Journal of Endodontics*, v.27, n.11, p.696–698, 2001.

OZSU, D.; KARATAS, E.; ARSLAN, H.; TOPÇUOGLU, M. C. Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems. *European Journal Dentistry*, v. 8, n. 4, p.504-508, 2014.

PAQUÉ, F.; GANAHL, D.; PETERS, O. A. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro computed tomography. *Journal of Endodontics*, v. 35, n. 7, p.1056-1059, 2009.

PARIROKH, M.; JALALI, S.; HAGHDOOST, A. A.; ABBOTT, PV. Comparison of the effect of various irrigants on apically extrude debris after root canal preparation. *Journal of Endodontics*, v. 38, n. 2, p.196-199, 2012.

RELVAS, J. B.; BASTOS, M. M.; MARQUES, A. A.; GARRIDO, A. D.; HERKRATH, F. J.; SPONCHIADO, E. C Jr. Assessment of postoperative pain after reciprocating or rotary NiTi instrumentation of root canals: a randomized, controlled clinical trial. *Clinical Oral Investigation*, 2015. Epub ahead of print.

SCHÄFER, E.; VLASSIS, M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: Protaper® versus RaCe. *International Endodontic Journal*, v. 37, n. 1, p.229-238, 2004.

SELTZER, S.; NAIDORF, I. J. Flare-ups in endodontics. Part I. Etiological factors. *Journal of Endodontics*, v. 30, n. 7, p. 476–481, 1985.

SHAHI, S.; ASGHARI, V.; RAHIMI, S.; LOTFI, M.; SAMIEI, M.; YAVARI, H.; SHAKOUIE, S.; NEZAFATI, S. Postoperative Pain after Endodontic Treatment of Asymptomatic Teeth Using Rotary Instruments: A Randomized Clinical Trial. *Iranian endodontic Journal*, v. 11, n. 1, p.38-43, 2016.

SILVA, E. J.; CARAPIÁ, M. F.; LOPES, R. M.; BELLADONNA, F. G.; SENNA, P. M.; SOUSA, E. M.; DE-DEUS, G. Comparison of apically extruded *debris* after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *International Endodontic Journal*, Epub ahead of print, 2015.

SIQUEIRA, J.F. Jr. Microbial causes of endodontic flareups. *International Endodontic Journal*, v. 36, n. 7, p. 453–463, 2003.

TINAZ, A.C.; ALACAM, T.; UZUN, O.; MADEN, M.; KAYAOGLU, G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *Journal of Endodontic*, v. 31, n. 7, p.533-535, 2005.

TOPÇUOĞLU, H. S.; ZAN, R.; AKPEK, F.; TOPÇUOĞLU, G.; ULUSAN, Ö.; AKTI, A.; DÜZGÜN, S.; AGIRNASLIGIL, M. Apically extruded *debris* during root canal preparation using Vortex Blue, K3XF, ProTaper Next, and Reciproc instruments. *International Endodontic Journal*, Epub ahead of print, 2015.

ÜSTÜN, Y.; CANAKÇI, B.; DINÇER, A.; ER, O.; DÜZQÜN, S. Evaluation of apically extruded *debris* associated with several Ni-Ti systems. *International endodontic Journal*, v. 48, n. 7, p. 701-704, 2015.

VIEIRA, E. P.; FRANÇA, E. C.; MARTINS, R. C.; BUONO, V. T. L.; BAHIA, M. G. A. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of Protaper® rotary nickel-titanium instruments. *International Endodontic Journal*, v. 41, n. 2, p.163-172, 2008.

WEIGER, R.; ELAYOUTI, A.; LÖST, C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval canals. *Journal of Endodontics*, v. 28, n. 8, p.580-583, 2002.

WU, M.K.; R´ORIS, A.; BARKIS, D.; WESSELINK, P. R. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, v. 89, n. 6, p.739-743, 2000.

YARED G. Canal preparation using only one Ni-Ti Rotary instrument: preliminar observation. *International Endodontic Journal*, v. 41, n. 4, p.339-344, 2008.

YARED, G. Canal Preparation with Only One Reciprocating Instrument Without Prior Hand Filing: A New Concept. Available from: http://www.vdw-reciproc.de/images/stories/pdf/GY_Artikel_en_WEB.pdf . Last accessed on Dec 09, 2011.

APÊNDICES

Grupo	Teste de KS	P Valor	Teste normal ?
Protaper Universal	0.3218	0.0002	Não
Protaper Next	0.1421	>0.10	Sim
Reciproc R50	0.1624	>0.10	Sim

Apêndice 1. Teste de normalidade Kolmogorov – Smirnov para extrusão de *debris*.

Comparação	Diferença	P valor
PTU x PTN	-15.400	**P<0.01
PTU x R50	1.400	ns P>0.05
PTN x R50	16.800	P<0.01

Apêndice 2. Teste de Múltiplas Comparações de Dunn para extrusão de *debris*.

	2mm			3mm			4mm		
	PTU	PTN	R50	PTU	PTN	R50	PTU	PTN	R50
Teste KS	0.1448	0.1205	0.1627	0.2242	0.09823	0.1689	0.2095	0.1450	0.1715
P Valor	>0.10	>0.10	>0.10	0.0410	>0.10	>0.10	0.0755	>0.10	>0.10
Teste Normal?	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Apêndice 3. Teste de normalidade da área de desgaste nos milímetros avaliados.

	Comparação	Diferença	Q	P valor
2mm	PTU x PTN	26870	2.364	ns P>0.05
	PTU x R50	-1539.4	0.1354	ns P>0.05
	PTN x R50	-28409	2.499	ns P>0.05
4mm	PTU x PTN	-26221	1.718	ns P>0.05
	PTU x R50	-96705	6.335	***P<0.001
	PTN x R50	-70484	4.618	**P<0.01

Apêndice 4. Teste de Múltiplas Comparações de Tukey – Kramer para área de desgaste.

Comparações	Diferença	P valor
PTU x PTN	0.9667	ns P>0.05
PTU x R50	13.133	*P<0.05
PTN x R50	12.167	*P<0.05

Apêndice 5. Múltiplas Comparações de Dunn para área de desgaste no 3° mm.

Grupo	Teste KS	P valor	Passou no teste?
VL 2mm – PTU	0.1039	>0.10	SIM
VL 3mm – PTU	0.2461	0,0150	NÃO
VL 4mm – PTU	0.1953	>0.10	SIM
MD 2mm – PTU	0.1075	>0.10	SIM
MD 3mm – PTU	0.1567	>0.10	SIM
MD 4mm – PTU	0.1159	>0.10	SIM
VL 2mm – PTN	0.1803	>0.10	SIM
VL 3mm – PTN	0.1164	>0.10	SIM
VL 4mm – PTN	0.1318	>0.10	SIM
MD 2mm – PTN	0.1127	>0.10	SIM
MD 3mm – PTN	0.1375	>0.10	SIM
MD 4mm – PTN	0.1612	>0.10	SIM
VL 2mm – R50	0.2251	0,0395	NÃO
VL 3mm – R50	0.1504	>0.10	SIM
VL 4mm – R50	0.2571	0,0086	NÃO
MD 2mm – R50	0.1435	>0.10	SIM
MD 3mm – R50	0.2320	0,0291	NÃO
MD 4mm – R50	0.1698	>0.10	SIM

Apêndice 6. Tabela mostrando o teste de normalidade Kolmogorov - Smirnov para desvio apical.

Comparação	Diferença	Significância	P valor
V/L – PTU 2mm x PTN 2mm	8.833	ns	p>0,05
V/L – PTU 2mm x R50 2mm	-0.6333	ns	p>0,05
V/L – PTN 2mm x R50 2mm	-9.467	ns	p>0,05
V/L – PTU 3mm x PTN 3mm	-0.2333	ns	p>0,05
V/L – PTU 3mm x R50 3mm	39.600	ns	p>0,05
V/L – PTN 3mm x R50 3mm	39.833	ns	p>0,05
V/L – PTU 4mm x PTN 4mm	-0.8667	ns	p>0,05
V/L – PTU 4mm x R50 4mm	32.833	ns	p>0,05
V/L – PTN 4mm x R50 4mm	33.700	ns	p>0,05
M/D – PTU 2mm x PTN 2mm	-2.400	ns	p>0,05
M/D – PTU 2mm x R50 2mm	61.200	ns	p>0,05
M/D – PTN 2mm x R50 2mm	63.600	ns	p>0,05
M/D – PTU 3mm x PTN 3mm	21.467	ns	p>0,05
M/D – PTU 3mm x R50 3mm	33.233	ns	p>0,05
M/D – PTN 3mm x R50 3mm	11.767	ns	p>0,05
M/D – PTU 4mm x PTN 4mm	2.500	ns	p>0,05
M/D – PTU 4mm x R50 4mm	31.567	ns	p>0,05
M/D – PTN 4mm x R50 4mm	29.067	ns	p>0,05

Apêndice 7. Tabela apresentando teste das Múltiplas Comparações de Dunn para desvio apical.

Grupo	Teste KS	P valor	Passou no teste?
VL 2mm – PTU	0.4532	<0,0001	Não
VL 3mm – PTU	0.5143	<0,0001	Não
VL 4mm – PTU	0.5143	<0,0001	Não
MD 2mm – PTU	0.3849	<0,0001	Não
MD 3mm – PTU	0.4855	<0,0001	Não
MD 4mm – PTU	0.4194	<0,0001	Não
VL 2mm – PTN	0.4532	<0,0001	Não
VL 3mm – PTN	0.4194	<0,0001	Não
VL 4mm – PTN	0.4194	<0,0001	Não
MD 2mm – PTN	0.4532	<0,0001	Não
MD 3mm – PTN	0.3849	<0,0001	Não
MD 4mm – PTN	0.3849	<0,0001	Não
VL 2mm – R50	0.4855	<0,0001	Não
VL 3mm – R50	0.3849	<0,0001	Não
VL 4mm – R50	0.3502	<0,0001	Não
MD 2mm – R50	0.3849	<0,0001	Não
MD 3mm – R50	0.4532	<0,0001	Não
MD 4mm – R50	0.3502	<0,0001	Não

Apêndice 8. Teste de normalidade Kolmogorov - Smirnov para índice de centralização.

Comparação	Diferença	Significância	P valor
V/L – PTU 2mm x PTN 2mm	0.000	ns	p>0,05
V/L – PTU 2mm x R50 2mm	-9.000	ns	p>0,05
V/L – PTN 2mm x R50 2mm	-9.000	ns	p>0,05
V/L – PTU 3mm x PTN 3mm	27.000	ns	p>0,05
V/L – PTU 3mm x R50 3mm	36.000	ns	p>0,05
V/L – PTN 3mm x R50 3mm	9.000	ns	p>0,05
V/L – PTU 4mm x PTN 4mm	27.000	ns	p>0,05
V/L – PTU 4mm x R50 4mm	45.000	ns	p>0,05
V/L – PTN 4mm x R50 4mm	18.000	ns	p>0,05
M/D – PTU 2mm x PTN 2mm	-18.000	ns	p>0,05
M/D – PTU 2mm x R50 2mm	0.000	ns	p>0,05
M/D – PTN 2mm x R50 2mm	18.000	ns	p>0,05
M/D – PTU 3mm x PTN 3mm	27.000	ns	p>0,05
M/D – PTU 3mm x R50 3mm	36.000	ns	p>0,05
M/D – PTN 3mm x R50 3mm	9.000	ns	p>0,05
M/D – PTU 4mm x PTN 4mm	0.000	ns	p>0,05
M/D – PTU 4mm x R50 4mm	18.000	ns	p>0,05
M/D – PTN 4mm x R50 4mm	9.000	ns	p>0,05

Apêndice 9. Teste de Múltiplas Comparações de Dunn para índice de centralização.

Protaper Universal								
2mm			3mm			4mm		
Área Inicial (µm)	Área Final (µm)	Aumento da área (%)	Área Inicial (µm)	Área Final (µm)	Aumento da área (%)	Área Inicial (µm)	Área Final (µm)	Aumento da área (%)
365	562	53,8	511	576	12,8	684	706	3,2
349	473	35,6	423	638	51,0	566	691	22,2
312	423	35,5	381	644	68,9	506	681	34,7
350	569	62,5	421	640	51,8	436	726	66,5
360	594	65,3	413	663	60,3	506	709	40,0
320	610	90,6	433	634	46,5	510	725	42,0
325	597	83,6	400	632	57,9	496	693	39,7
324	563	73,3	446	659	47,7	450	681	51,3
308	492	59,7	421	664	57,5	525	735	40,1
416	576	38,4	493	697	41,3	615	808	31,3
326	575	76,6	488	632	29,5	498	784	57,3
326	565	73,2	461	642	39,1	558	700	25,3
331	533	60,8	376	658	74,8	512	700	36,7
308	573	85,7	590	640	8,4	668	711	6,4
364	536	47,2	387	671	73,2	590	771	30,5

Apêndice 10. Diâmetros anatômicos e cirúrgicos dos espécimes e porcentagem do aumento da área nos 2°, 3° e 4° milímetros apicais do sistema PTU.

Protaper next

2mm		3mm			4mm			
Área inicial (µm)	Área Final (µm)	Aument o da área (%)	Área inicial (µm)	Área final (µm)	Aument o da área (%)	Área inicial (µm)	Área final (µm)	Aumento da área (%)
346	543	56,9	451	640	41,9	568	674	18,7
331	541	63,4	448	615	37,3	542	672	24,0
448	595	32,8	453	699	54,3	565	771	36,5
385	565	46,8	444	642	44,6	497	700	40,8
313	607	93,9	413	679	64,4	481	775	61,1
393	570	45,0	409	638	56,0	487	738	51,5
453	536	18,3	467	671	43,7	549	771	40,4
325	530	63,1	444	620	39,6	463	681	47,1
352	485	37,8	369	628	70,2	449	718	59,9
349	544	55,9	418	648	55,0	482	648	34,4
378	536	41,8	416	671	61,3	524	771	47,1
388	535	37,9	458	591	29,0	532	662	24,4
369	585	58,5	495	660	33,3	596	749	25,7
300	544	81,3	437	648	48,3	506	771	52,4
398	563	41,5	472	680	44,1	529	764	44,4

Apêndice 11. Diâmetros anatômicos e cirúrgicos dos espécimes e porcentagem do aumento da área nos 2°, 3° e 4° milímetros apicais do sistema PTN.

Reciproc R50

2mm					3mm		4mm		
Área inicial (µm)	Área final (µm)	Aumento da área (%)	Área inicial (µm)	Área final (µm)	Aumento da área (%)	Área inicial (µm)	Área final (µm)	Aumento da área (%)	
326	575	76,4	488	632	29,5	498	784	57,4	
365	569	55,9	490	648	32,2	577	771	33,6	
336	556	65,5	485	654	34,8	451	775	71,8	
356	568	59,6	475	645	35,8	448	738	64,7	
365	546	49,6	485	658	35,7	453	771	70,2	
348	531	52,6	478	640	33,9	444	681	53,4	
310	568	83,2	485	674	39,0	496	718	44,8	
332	568	71,1	481	645	34,1	450	711	58,0	
312	516	65,4	465	648	39,4	463	771	66,5	
325	526	61,8	458	658	43,7	449	726	61,7	
365	564	54,5	465	638	37,2	482	709	47,1	
325	536	64,9	458	671	46,5	458	725	58,3	
365	556	52,3	465	620	33,3	465	784	68,6	
352	548	55,7	458	628	37,1	458	771	68,3	
335	569	69,9	462	640	38,5	465	775	66,7	

Apêndice 12. Diâmetros anatômicos e cirúrgicos dos espécimes e porcentagem do aumento da área nos 2°, 3° e 4° milímetros apicais do sistema R50.