



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

**EDUARDO HIDEKI SUZUKI**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA AÇÃO DOS INSTRUMENTOS  
ROTATÓRIOS OU RECÍPROCANTES NO RETRATAMENTO  
ENDODÔNTICO**

MANAUS - AM  
2019

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

**ANÁLISE COMPARATIVA DA AÇÃO DOS INSTRUMENTOS  
ROTATÓRIOS OU RECÍPROCANTES NO RETRATAMENTO  
ENDODÔNTICO**

Eduardo Hideki Suzuki

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

Orientador: Prof. Dr. André Augusto Franco Marques

MANAUS - AM  
2019

## Ficha Catalográfica

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

S968a	<p>Suzuki, Eduardo Hideki</p> <p>Análise comparativa da ação dos instrumentos rotatórios ou reciprocantes no retratamento endodôntico / Eduardo Hideki Suzuki . 2019</p> <p>62 f.: il. color; 31 cm.</p> <p>Orientador: André Augusto Franco Marques Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal do Amazonas.</p> <p>1. Endodontia. 2. Retratamento. 3. Desvio Apical. 4. Instrumentação. I. Marques, André Augusto Franco. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título</p>
-------	---

**EDUARDO HIDEKI SUZUKI**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA AÇÃO DOS INSTRUMENTOS  
ROTATÓRIOS OU RECÍPROCANTES NO RETRATAMENTO  
ENDODÔNTICO**

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

Manaus, 05 de Julho de 2019

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. André Augusto Franco Marques, Presidente  
Universidade do Estado do Amazonas

Prof. Dr. Fredson Márcio Acris de Carvalho  
Universidade do Estado do Amazonas

Prof. Dr. Wanderson Miguel Maia Chiesa  
Universidade do Estado do Amazonas

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas em parceria com o Laboratório de Pesquisa em Endodontia da Universidade do Estado do Amazonas e apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas



Universidade Federal do Amazonas

## Programa de Pós-Graduação em Odontologia - PPGO

**UEA**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DO  
A M A Z O N A S

 **FAPEAM** FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO AMAZONAS

## DEDICATÓRIA

À todos os meus familiares, em especial aos meus pais, *Izumi Suzuki* e *Teresa Tizu Yoshioka Suzuki* e minha irmã *Gabriela Lissa Suzuki*, por todo o apoio e incentivo em todas as etapas da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

À *Deus*, por iluminar o meu caminho e me abençoar durante esse ciclo.

À *minha família por todo apoio, carinho e incentivo durante esses anos.*

Ao meu orientador Prof. *Dr. André Augusto Franco Marques*, pela disponibilidade, confiança, pelos ensinamentos que tem me passado por todos esses anos e pelo exemplo de profissional e pessoa, com certeza me engrandeceram como homem e profissional.

Aos professores *Dr. Emílio Carlos Sponchiado Júnior e Dra. Aida Renne Assayag Hanan*, por compartilharem experiências e conhecimentos sobre a Endodontia e principalmente sobre a vida.

Aos meus amigos de curso *Eduardo da Costa Nunes e Vanessa Alves Bezerra* por todo companheirismo durante esses anos.

À *Faculdade de Odontologia da UFAM* e todos os servidores, pelo apoio institucional.

Ao *Programa de Pós-Graduação em Odontologia*, representado pela Profa. Dra. *Maria Augusta Bessa Rebelo*, pelo apoio institucional e suporte para a realização dos nossos projetos de pesquisa.

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM* pela concessão da bolsa de estudo.

À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES* pelo apoio ao programa de Odontologia da UFAM.

## RESUMO

Este estudo avaliou a capacidade de centralização dos instrumentos, formação de desvio apical, aumento percentual da luz do canal, quantidade de material obturador remanescente e aumento do diâmetro dos canais radiculares após protocolos de retratamento e reinstrumentação com instrumentos mecanizados. As 54 raízes mesiais de molares inferiores foram instrumentadas, obturadas e divididas aleatoriamente em 3 grupos experimentais: Grupo WOG (Primary e Medium), PTN (X2 e X3) e PTU (F2 e F3). Em cada grupo utilizou-se um instrumento para remoção do material obturador e outro mais calibroso, para reinstrumentação. As imagens geradas após cada etapa (instrumentação inicial, obturação, remoção do material obturador e reinstrumentação) foram analisadas no 1<sup>o</sup> mm, 3<sup>o</sup> mm e 5<sup>o</sup> mm apicais das raízes e realizou-se a análise estatística dos dados obtidos. Os resultados não evidenciaram plena capacidade de centralização dos instrumentos estudados ( $p=1,0$ ). Estatisticamente, PTN apresentou maior desvio apical no 5<sup>o</sup> mm em relação a WOG. Após reinstrumentação, o sistema WOG apontou maior aumento de área no 1<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> mm apicais em relação à PTN e PTU. O aumento de diâmetro avaliado por meio do raio x, o sistema WOG foi estatisticamente mais satisfatório que PTN após remoção do material obturador. Após reinstrumentação, WOG foi estatisticamente mais significativa que os grupos PTN e PTU. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos na contagem do remanescente de material obturador. Concluiu-se que o sistema WOG mostrou-se uma alternativa para ser empregado em casos de retratamento endodôntico.

Palavras-chaves: Endodontia; Retratamento; Desvio Apical; Instrumentação;



## ABSTRACT

This study evaluated the ability of instruments to centralize, formation of apical deviation, percentage increase of root canal, amount of remaining filling material and increase of root canal diameter after retreatment and reinstrumentation protocols with mechanized instruments. The 54 mesial roots of mandibular molars were instrumented, obturated and randomly divided into three experimental groups: WOG (Primary and Medium), PTN (X2 and X3) and PTU (F2 and F3) groups. In each group, one instrument was used to remove the filling material and another instrument was used for reinstrumentation. The images generated after each step (initial instrumentation, obturation, removal of the filling material and reinstrumentation) were analyzed in 1° mm, 3° mm and 5° mm apical roots and a statistical analysis of the data was performed. The results did not show full capacity of centralization of the studied instruments (= 1.0). Statistically, PTN presented greater apical deviation at 5° mm in relation to WOG. After reinstrumentation, the WOG system showed a greater area increase at 1° and 5° mm apical in relation to PTN and PTU. The increase in diameter evaluated by x-ray, the WOG system was statistically more satisfactory than PTN after removal of the filling material. After reinstrumentation, WOG was statistically more significant than the PTN and PTU groups. There was no statistically significant difference between the groups in the remaining filling material count. It was concluded that the WOG system was an alternative to be used in cases of endodontic retreatment.

**Keywords:** Endodontics, Retreatment, Apical Transportation, Instrumentation.

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 - REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
<b>3 - OBJETIVOS E HIPÓTESES.....</b>	<b>30</b>
<b>4 – MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
4.1 - Desenho do Estudo .....	31
4.2 - Casuística (Amostragem).....	31
4.3 - Descrição dos métodos .....	31
4.4 – Análise estatística.....	41
<b>5 - RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>6 - DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>7 - CONCLUSÕES .....</b>	<b>54</b>
<b>8 – REFÊRENCIAS .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## 1 - INTRODUÇÃO

O surgimento de novos instrumentos em NiTi, possibilitou a criação de técnicas atuais para remoção de material obturador e instrumentar o sistema de canais radiculares (SOUZA et al. 2015; JORGENSEN et al. 2017). Novas ligas que apresentam maior flexibilidade permitem o alargamento do terço apical com chances reduzidas de fratura de instrumentos mais calibrosos, dessa forma, a utilização destes para complementar a instrumentação após remoção da massa obturadora se torna indispensável para o sucesso do tratamento (ALVES, et al., 2016; OZYUREK, et al., 2016; JORGENSEN et al. 2017; DELAI, et al., 2018).

Dentre os sistemas mecanizados utilizados no retratamento endodôntico podemos citar o sistema rotatório *Protaper Universal*<sup>®</sup> (RIOS, et al., 2014; ROSA, et al. 2015; SOUZA, et al. 2015; OZYUREK, et al., 2016; MARTINS, et al., 2017). Tais instrumentos são fabricados com níquel titânio e composto por oito instrumentos, sendo três modeladores (Sx, S1 e S2) e cinco de acabamento (F1, F2, F3, F4 e F5). Esse sistema apresenta uma conicidade variada em toda sua parte ativa. Os modeladores apresentam a parte ativa do terço médio e cervical mais robustas para uma melhor ação mecânica nessas regiões. Os de acabamento são empregados para completar o desgaste do terço apical de forma progressiva (SOUZA, et al. 2015; ROSA, et al., 2015; YURUKER, et al., 2016; MARTINS, et al., 2017).

O sistema de instrumentos rotatórios *Protaper Next*<sup>®</sup> têm sido estudado na remoção de material obturador dos canais radiculares, assim como seu antecessor *Protaper Universal*<sup>®</sup> (OZYUREK, et al. 2016; MARTINS, et al. 2017; JORGENSEN, et al. 2017). Este sistema surgiu no mercado apresentando uma quantidade reduzida de instrumentos (X1, X2, X3, X4 e X5) para a limpeza e sanificação do sistema de canais radiculares e uma nova liga de NiTi em sua composição, a *M-Wire*, que proporciona ao instrumento uma maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica ou por torção, devido ao tratamento térmico que essa liga recebe durante a sua usinagem, permitindo trabalhar com mais segurança em canais com curvaturas acentuadas (ELNAGHY, et al., 2014; WU, et al., 2015; OZYUREK, et al., 2016; ZANESCO, et al., 2017; COSTA, et al. 2017, LOPES, et al. 2017, GOO, et al. 2017). Outro diferencial deste sistema, é sua secção transversal retangular com núcleo descentralizado, proporcionando um movimento rotatório assimétrico e reduzido contato com as paredes radiculares, reduzindo as chances de fratura do instrumento (LOPES et al. 2017).

O sistema reciprocante *WaveOne Gold*<sup>®</sup> composto por três instrumentos (*Primary, Medium e Large*), surgiu no mercado como substituto do sistema *WaveOne*<sup>®</sup> tradicional, esse

novo sistema apresenta como diferencial em sua liga, um processamento térmico durante a fabricação que proporcionou maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica quando comparadas aos instrumentos com liga *M-Wire* (ADIGÜZEL et al. 2017; KESKIN, et al., 2017; DELAI, et al., 2018; AZIM, et al., 2018). Os instrumentos do sistema *WaveOne Gold*<sup>®</sup>, apresentam uma cor dourada característica deste sistema adquirida durante sua usinagem quando a liga passa por um processo de ciclagem térmica, onde é aquecida e esfriada lentamente várias vezes (CASSIMIRO et al. 2017). Este sistema ainda apresenta uma carência de estudos, quando aplicada no retratamento endodôntico (AZIM, et al. 2018; DELAI et al. 2018).

É de essencial importância avaliar a ação desses instrumentos, principalmente no contexto de remoção do material obturador e reinstrumentação dos canais radiculares, pois há uma carência de estudos quando se trata de reinstrumentação após a remoção da guta-percha. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi comparar por meio de imagens geradas com tomografia computadorizada *cone-beam* e *radiografia periapical* a influência dos instrumentos *Protaper Universal*<sup>®</sup>, *Protaper Next*<sup>®</sup> e *WaveOne Gold*<sup>®</sup> na capacidade de centralização, desvio apical, aumento da área percentual da luz do canal e remoção do material obturador durante retratamento endodôntico e reinstrumentação do sistema de canais radiculares.

## **2 - REVISÃO DE LITERATURA**

Para melhor comportamento e leitura, optou-se pela divisão da revisão por temas abrangidos por cada trabalho.

### **2.1 – Desvio apical, capacidade de centralização e aumento de área**

Gambill et al. (1996) avaliaram por meio de imagens geradas por tomografia computadorizada o aumento do volume, desvio e índice de centralização após preparo com instrumentos manuais de níquel-titânio e de aço inoxidável. Para este estudo selecionaram 36 dentes unirradiculares que foram divididos em três grupos. Imagens com tomografia computadorizada foram geradas antes e após instrumentação para todos os grupos de estudo. No grupo A, os dentes foram instrumentados com alargadores tipo K-flex aplicando a técnica de uma quarto de volta, no B instrumentos de Ni-Ti (Mity) com a mesma técnica do grupo A

e no grupo C instrumentos de Ni-Ti (Mity) pela técnica de rotação. Foi possível observar pelas imagens geradas por tomografia computadorizada (CT), que o instrumento de Ni-Ti (Mity) usado pela técnica de rotação, criou menor desvio no interior dos canais radiculares, produziu preparos mais centrados e arredondados e removeu menor quantidade de dentina em menor tempo de trabalho. Concluíram que o sistema de tomografia computadorizada utilizado neste estudo, forneceu um método repetitivo e não invasivo de avaliar certos aspectos da instrumentação endodôntica.

Junaid et al. (2014) observaram a influência de instrumentos de uso único em criação de transporte apical em canais com curvatura através de microtomografia computadorizada (micro-CT). Para este estudo utilizaram 20 raízes mesiais de molares inferiores para cada grupo, sendo eles *WaveOne*<sup>®</sup> (grupo 1) e *Twisted File*<sup>®</sup> (grupo 2). Os dentes foram preparados pelas técnicas recomendadas pelos fabricantes de cada sistema. Imagens geradas por micro-CT antes e após a instrumentação, foram utilizadas para determinar o transporte apical e a direção de transporte durante ação do instrumento no interior dos canais radiculares. Os testes estatísticos mostraram que não foi encontrada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos WO e TF. Transporte na direção mesial era de maior magnitude quando comparado ao transporte distal para ambos os sistemas de instrumentos. Os autores concluíram que não houve diferença entre os grupos em se tratando de transporte apical em canais curvos.

Elnaghy et al. (2014) avaliaram o volume de dentina removida, desvio e capacidade de centralização do sistema Protaper Next com e sem cateterismo, utilizando tomografia computadorizada *cone-beam* (CBCT). Um total de 60 raízes mesio vestibulares de molares inferiores foram divididas em 3 grupos experimentais, de acordo com a técnica de instrumentação aplicada: grupo PG (ProGlider 16.02)/PTN (X1 e X2), grupo PF (ProFile 1 e 2)/PTN (X1 e X2) e PTN (X1 e X2). Imagens antes e após a instrumentação foram geradas com CBCT para avaliar no 3mm, 5mm e 7 mm o desvio, capacidade de centralização e alteração no volume dos canais radiculares. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos em se tratando de capacidade de centralização dos instrumentos e o volume de dentina removida. No 3mm e 5mm, o grupo PG/PTN apresentou um valor de transporte médio significativamente menor, porém, no 7mm, não houve diferença no desvio entre os grupos. Foi possível concluir que a técnica PG/PTN apresentou melhor desempenho e menor alteração nos canais radiculares.

Nabavizadeh et al. (2014) compararam in vitro o transporte apical, induzido pelos sistemas mecanizados Reciproc e BioRace, no preparo de canais vestibulares de molares superiores. Para este estudo, 60 raízes mesio vestibulares de molares superiores foram

selecionadas e distribuídas aleatoriamente em dois grupos. Os canais do grupo A foram preparados com os instrumentos BR0 a BR3 do sistema BioRace. Os canais do grupo B foram preparados com R25 do sistema Reciproc. O transporte apical foi verificado a partir de imagens obtidas de uma técnica dupla com radiografia periapical feita antes e após a instrumentação dos grupos. Os resultados mostraram que os dentes do grupo instrumentado com Reciproc apresentaram um transporte apical significativamente maior. Os autores concluíram que o sistema Reciproc produziu um transporte apical significativamente maior, porém este fato não pode alterar negativamente o sucesso clínico ou qualidade do tratamento endodôntico.

Carvalho et al. (2015) avaliaram o transporte apical, capacidade de centralização e eficácia de limpeza do sistema de canais radiculares empregando um sistema de instrumento único associado a diferentes técnicas de cateterismo. Foram utilizados 52 raízes de molares inferiores, distribuídas aleatoriamente em 4 grupos de acordo com a técnica de cateterismo pré instrumentação aplicada: Grupo 1, cateterismo inicial com lima manual tamanhos 10 e 15 e instrumentação com R25; Grupo 2, Reciproc R25 sem cateterismo; Grupo 3, cateterismo com PathFile e preparo com Reciproc R25 e Grupo 4, controle, que não foi instrumentado. Imagens com tomografia computadorizada *cone-beam* foram geradas antes e após instrumentação para avaliar o transporte apical e a capacidade de centralização dos instrumentos. Para avaliar a capacidade de limpeza dos canais radiculares após a instrumentação, a porcentagem de *debris* remanescentes foi calculada através de imagens de cortes histológicos sobrepostos por uma grade de integração. Os resultados mostraram que todos os grupos apresentaram valores de transporte apical semelhantes, sem diferença significativa entre eles. Os grupos tenderam o transporte na direção mesial e nenhuma técnica apresentou perfeita capacidade de centralização no interior dos canais. O sistema Reciproc, sem cateterismo prévio, apresentou melhor capacidade de limpeza dos canais radiculares. Os autores concluíram que as diferentes técnicas de cateterismo promoveram transporte apical mínimo e o sistema de instrumento único Reciproc, permaneceu relativamente centralizado no interior do canal radicular.

Wu et al. (2015) compararam o desvio e a capacidade de modelagem do sistema de canais radiculares instrumentados com Protaper Universal, WaveOne e Protaper Next, em canais simulados em forma de L e S. Um total de 60 canais simulados em blocos de resina, sendo 30 em forma de L e 30 em forma de S, foram divididos em três grupos. Os canais foram preparados com instrumentos de ponta 25 de cada sistema: F2 do sistema Protaper

Universal, Primary do sistema WaveOne e X2 do sistema Protaper Next. Os blocos com canais simulados foram fotografados antes e após a instrumentação, dessa forma pode-se fazer uma comparação das duas imagens pela sobreposição, sendo possível verificar o desvio do eixo central no interior dos canais simulados. Os resultados apontaram menor desvio em canais simulados em forma de L pelos sistemas PTN e PTU na área de curvatura e PTN provocou menor desvio na área constrição apical, além de melhor preservar a curvatura entre os 3 grupos, porém, foi o sistema que produziu maior desvio em áreas retas. Em canais simulados em forma de S, PTN preservou melhor a curvatura coronal, porém, na curvatura apical, não houve diferença significativa no quesito preservação de curvatura. Os pesquisadores concluíram que o sistema PTN apresentou uma melhor capacidade de modelagem dos canais nas áreas de curva dos canais simulados, mas todos os sistemas mostraram uma tendência a deixar os canais retos.

Amaral et al. (2016) avaliaram por meio de microtomografia computadorizada, o desvio e capacidade de centralização dos instrumentos WaveOne associado ou não a ampliações apicais e cervicais prévias. Um total de 36 raízes mesiais de molares inferiores foram utilizados e divididos aleatoriamente em três grupos, sendo: PFWO (Pathfile + WaveOne Primary), SXWO (Protaper Universal SX + WaveOne Primary) e WO (WaveOne Primary). Os dentes foram escaneados com micro-CT antes e após a instrumentação. Os resultados mostraram transporte no terço cervical e médio para a zona de perigo em ambos canais, enquanto no terço apical, observou-se desvio para face externa da curvatura. Nos grupos PFWO e SXWO, foi observado um menor transporte no terço médio quando comparado ao grupo WO. A centralização permaneceu quase inalterada no grupo SXWO. Os autores concluíram que em cada grupo, o transporte em direção à zona de perigo foi observado, principalmente nos terços cervicais dos canais méso vestibulares. O aumento cervical ou apical resultou em transporte reduzido e melhor centralização dos terços médios em comparação com o uso exclusivo do sistema WaveOne.

Costa et al. (2017) analisaram o efeito do uso de instrumentos calibrosos na capacidade de moldar e desviar os canais radiculares e a extrusão de detritos para a região de periápice dos sistemas rotatórios e reciprocantes. Utilizaram 45 pré-molares inferiores que apresentassem apenas 1 raiz, 1 canal e diâmetro apical de 300 a 350 µm. Os dentes foram desinfetados por imersão em solução de Cloramina T por 48 horas, seguido de lavagem em água corrente por 24 horas. As coroas dos dentes foram seccionadas para padronizar o tamanho das amostras. Os dentes foram inseridos em rolhas de borracha prendendo-os em

recipientes de vidro contendo 10ml de água destilada. Uma camada de éster cianocrilato foi aplicado na superfície de cada raiz para garantir que eles estavam bem fixados às rolhas de borracha e para evitar extravasamento de solução irrigadora. Os espécimes foram distribuídos em 3 grupos, de acordo com o sistema aplicado, grupo 1 PTU (S1 – F5), grupo 2 PTN (X1 – X5) e grupo 3 RC (R50). O preparo químico foi realizado com hipoclorito de sódio 2,5% e EDTA 17%. Para avaliar a extrusão de *debris* os recipientes de vidro foram pesados individualmente três vezes consecutivas em uma análise de precisão de equilíbrio antes da instrumentação, depois foram preenchidos com 10ml de água destilada. Após a instrumentação, os recipientes de vidro foram armazenados em um forno a 70° C durante 5 dias, até que toda a água estivesse evaporada. Depois os recipientes foram pesados novamente com o material extruído. Para análise apical foram utilizadas imagens de tomografia computadorizada *cone-beam* antes e depois da instrumentação, foram avaliados o quarto, terceiro e segundo milímetros do terço apical. A modelagem do canal radicular também foi avaliada através de imagens antes e depois da instrumentação determinando assim as áreas onde foram desgastadas pela ação do instrumento. Os resultados mostraram que todas as técnicas promoveram extrusão com valores maiores no grupo PTN que apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparada as outras técnicas. Quanto ao transporte apical não houve diferença estatística significativa, porém os instrumentos tiveram uma tendência para transporte na direção lingual, exceto no segundo milímetro apical, onde a tendência foi maior para direção bucal. Quanto a modelagem do canal não houve diferença significativa no segundo milímetro apical, porém no terceiro milímetro, o grupo RC apresentou os valores mais baixos. Concluíram que o uso de instrumentos longos tem como consequência o transporte apical e extrusão de *debris* pra região de periápice, independente do sistema aplicado.

Zanesco et al. (2017) avaliaram o transporte apical, índice de centralização e o aumento do volume dos canais méso vestibulares de molares superiores, após preparo com instrumentos mecanizados, utilizando micro-CT e radiografia periapical. Para esta pesquisa, 45 raízes foram distribuídas aleatoriamente em três grupos denominadas K (#25), ProTaper Next (X2) e Reciproc (R25), onde cada grupo foi instrumentado com o sistema de seu respectivo nome, seguindo torque e rotação proposto pelo fabricante, para avaliar o 1, 4 e 7 mm radicular. Os dentes foram escaneados em micro-CT antes e após a instrumentação para avaliar o transporte apical, índice de centralização e o aumento do volume dos canais radiculares, assim como radiografias periapicais no sentido méso distal e véstíbulo lingual



foram realizadas para verificar o transporte apical através de sobreposição das imagens antes e após instrumentação. Os resultados mostraram que transporte apical e índice de centralização foram estatisticamente similares entre os grupos, assim como o aumento de volume. Os autores concluíram que transporte apical, índice de centralização e aumento de volume, foram semelhantes para todos os grupos. A radiografia periapical no sentido mesiodistal e vestibulolingual, produziram imagens tão eficazes quanto imagens de micro-CT.

Hasheminia et al. (2018) compararam o desvio e a capacidade de centralização dos sistemas mecanizados, Reciproc, WaveOne e EdgeFile, no interior dos canais radiculares utilizando imagens de tomografia cone-beam. Noventa raízes mesiais de primeiro molar inferior foram divididos em 3 grupos onde os espécimes de cada grupo foram instrumentados com um tipo de sistema mecanizado, seguindo as instruções do fabricante. As imagens geradas através de tomografia cone-beam antes e depois da instrumentação, foram utilizadas para avaliar o desvio apical e a capacidade de centralização dos instrumentos estudados durante o preparo dos canais radiculares. Os resultados apresentaram um transporte médio do canal radicular significativamente menor com o sistema EdgeFile seguido de WaveOne. A capacidade de centralização do sistema EdgeFile foi superior quando comparado aos outros dois sistemas. Os autores concluíram que o sistema rotatório Edgefile apresentou um maior capacidade de centralização e menor transporte em direção méso-distal e vestibulo-lingual, por outro lado, o sistema Reciproc, apresentou menor capacidade de centralização e maior transporte no interior dos canais radiculares.

Delai et al. (2018) compararam a eficácia de instrumentos mecanizados de rotação contínua e alternada, durante retratamento e instrumentação dos canais radiculares, avaliando remanescente de material obturador, transporte apical e tempo de trabalho. Para este estudo, 30 raízes méso vestibulares de molares superiores foram instrumentadas com instrumento WaveOne Gold Primary (25.07) e obturadas pela técnica da condensação lateral utilizando cone 25.02 como principal, em seguida, os dentes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos de acordo com o sistema utilizado para remoção e modelação dos canais radiculares, sendo WOG (Primary e Medium), PTG (Protaper retratamento D1, D2 e D3 e Protaper Next X2 e X3) e RCG (D-Race DR1 e DR2 e Race BR3 e BR4). Os dentes foram analisados pelas imagens de micro-CT antes e após instrumentação, onde foi possível verificar que não houve diferença significativa entre os grupos em se tratando de remanescente de material obturador. Todos os grupos apresentaram baixos valores de transporte apical e o tempo de trabalho foi semelhante na remoção do material obturador, porém, na modelação dos canais radiculares,

WOG foi mais rápido que PTG e RCG. Os autores concluíram que o sistema WaveOne Gold pode ser uma alternativa para remoção do material obturador e modelagem dos canais radiculares.

## **2.2 – Remoção de material obturador do sistema de canais radiculares**

Zuolo et al. (2013) compararam a eficácia das técnicas com instrumentos rotatório, reciprocante e manual para remoção de material obturador dos canais radiculares, além do tempo necessário para este procedimento. Para este estudo, utilizaram 54 incisivos centrais superiores que foram instrumentados e obturados com gutta-percha e cimento à base de óxido de zinco e eugenol pela técnica da condensação lateral. Os dentes foram divididos em três grupos de acordo com o sistema utilizado para a remoção do material obturador: grupo I - brocas Gates-Glidden e instrumentos manuais tipo K até o tamanho 50; grupo II - técnica rotatória com Mtwo R complementando com Mtwo até 50.04; grupo III - técnica reciprocante com o instrumento Reciproc R50. Após remoção do material obturador, os dentes foram seccionados longitudinalmente e fotografados com uma ampliação de 8 vezes para quantificar o remanescente de material obturador nas paredes dos canais radiculares. O tempo necessário para o processo de remoção da gutta-percha e cimento foi cronometrado. Os resultados mostraram que a porcentagem média de remanescente de material obturador foi maior no grupo II e o tempo necessário para remoção do material obturador foi significativamente menor no grupo III. Os autores concluíram que houve remanescente de material obturador nas paredes dos canais de todos os dentes, independente da técnica utilizada. As técnicas dos grupos I e III removeram mais material obturador e a técnica do grupo III foi a mais rápida para este procedimento.

Rios et al. (2014) compararam a eficácia de dois sistemas reciprocantes e um sistema rotatório de níquel-titânio na remoção de material obturador dos canais radiculares. Neste estudo, selecionaram 60 incisivos superiores que foram instrumentados com sistema Protaper e complementados até um instrumento tipo K40 e, em seguida, obturados e alocados para três grupos de acordo com o sistema utilizado para a remoção do material obturador: grupo 1 (R25), grupo 2 (WaveOne Primary) e grupo 3 (Protaper retratamento). Após retratamento, os dentes foram seccionados longitudinalmente e fotografados com microscópio cirúrgico odontológico, com ampliação de 5x para avaliar a quantidade de material remanescente. Os

resultados apresentaram remanescente de material obturador no interior de todos os canais, não havendo diferença estatística significativa entre os grupos de estudo. Os autores concluíram que os sistemas reciprocantes mostraram-se tão eficazes quanto rotatórios na remoção de material obturador dos canais radiculares.

Rosa et al. (2015) quantificaram o material obturador remanescente após sua remoção e reparo dos canais radiculares com instrumentos rotatórios, reciprocantes e irrigação ultrassônica passiva. Neste estudo, utilizaram vinte molares superiores que foram divididos em dois grupos. Todos os canais foram preparados com o sistema *Protaper*<sup>®</sup> Universal até F1 nos canais vestibulares e F2 no palatino e obturados com cones do próprio fabricante e cimento AH Plus. Os dentes foram digitalizados com micro-CT em quatro etapas, sendo: após obturação, após remoção do material obturador com *Protaper* retratamento (D1, D2 e D3), após remoção com *WaveOne* (Primary nos vestibulares e Large no palatino) ou *Protaper* Universal (F2 nos vestibulares e F4 no palatino) e após irrigação ultrassônica passiva. O canal palatino apresentou o maior volume de material de preenchedor residual em todas as etapas do retratamento endodôntico ( $p < 0,05$ ). A principal redução do volume de material obturador foi obtida após o uso de *ProTaper*<sup>®</sup> Retratamento ( $p < 0,05$ ). A quantidade de material obturador remanescente após o uso do *ProTaper*<sup>®</sup> Retratamento foi semelhante à alcançada com instrumentos rotatórios, reciprocantes e após PUI ( $p > 0,05$ ). Os instrumentos rotatórios e reciprocantes obtiveram remoção semelhante do material obturador ( $p > 0,05$ ). Concluíram que a maior redução na massa obturadora foi obtida após o uso de instrumentos *ProTaper*<sup>®</sup> Retratamento. Instrumentos rotatórios, reciprocantes e PUI não reduziram a quantidade de material remanescente.

Silva et al. (2015) compararam a eficácia da ação de instrumentos reciprocantes e rotatórios na remoção de massa obturadora dos canais radiculares, tempo de trabalho e extravasamento do material pelo forame apical. Os autores utilizaram 40 pré-molares unirradiculares, que foram preparados até um instrumento com ponta de calibre 30 e obturados com guta-percha e cimento endodôntico. Os dentes foram alocados aleatoriamente em dois grupos experimentais de acordo com o sistema utilizado para retratamento: *Protaper* retratamento e *WaveOne*. Após retratamento, as raízes foram radiografadas e foi possível observar que nenhum sistema removeu completamente o material obturador do canal radicular. Não houve diferença significativa entre os grupos, em se tratando de material obturador remanescente. O sistema *WaveOne* foi mais rápido na remoção do material obturador e apresentou menor índice de extravasamento. Os autores concluíram que não

houve diferença na eficácia para remoção do material obturador dos canais radiculares, porém o sistema WaveOne foi mais rápido para este procedimento.

Souza et al. (2015) avaliaram a remoção de material obturador no interior dos canais radiculares através de sistemas rotatório e recíprocante. Para esse trabalho, selecionaram 40 dentes pré-molares que tiveram os canais instrumentados pela técnica *crown-down* até o alargador K 40. Em seguida complementou-se a instrumentação com agitação ultrassônica passiva com uma ponta de ultrassom reta e lisa e os canais foram obturados pela técnica de condensação lateral e cimento AH Plus com um cone ISO 40 como principal e cones M como acessórios. Cada dente foi radiografado na superfície mesio-distal e vestibulo-lingual para assegurar que toda a extensão do canal foi preenchida. A remoção do material obturador iniciou-se com brocas Largo 1, 2 e 3 nos primeiros 4 milímetros dos canais. Os dentes foram separados aleatoriamente em 2 grupos e reinstrumentados. O primeiro grupo foi reinstrumentado com *Reciproc*<sup>®</sup> R50 e o segundo grupo foi reinstrumentado com o sistema *Protaper*<sup>®</sup> retratamento D1, D2 e D3 seguido de F2, F3, F4 e F5 do sistema *Protaper*<sup>®</sup> Universal. Os dentes foram seccionados longitudinalmente em duas partes e cada amostra foi fotografada. As imagens foram transferidas para um computador para mensurar as áreas no interior dos canais que ainda apresentavam material de preenchimento e as áreas limpas. Através dos resultados, concluíram que foi possível observar remanescente de material nas paredes de todos os dentes examinados, independente da cinemática aplicada, não obtendo diferença estatística significativa, mas o tempo de reparo dos condutos onde foi empregado alargador R50, mostrou diferença estatística significativa.

Yuruker et al. (2016) avaliaram através de imagens geradas por CBCT a quantidade de material obturador remanescente após retratamento endodôntico utilizando somente o sistema Protaper retratamento, ou com uso adicional de um alargador auto ajustável (SAF), Reciproc ou Hedstrom manual. Um total de 48 pré-molares inferiores foram preparados com sistema Protaper até o instrumento F4 e obturados com guta-percha e cimento AH26. As amostras foram colocadas em modelos de silicone e digitalizadas em CBCT, em seguida, distribuídas em 4 grupos de acordo com o sistema aplicado para retratamento: grupo PTRU, PTRU mais SAF, PTRU mais Reciproc e PTRU mais H. Os espécimes foram re-digitalizados após os procedimentos de retratamento, e as estimativas de volume dos materiais obturadores remanescentes foram realizadas usando o método estereológico. Os resultados não apresentaram uma diferença significativa quanto a porcentagem média de volume do material obturador remanescente e nenhuma das técnicas removeu todo material. O uso complementar

de Reciproc ou Hedstrom manual, melhoraram significativamente a remoção o material obturador quando comparado ao sistema PTUR sozinho. Os autores concluíram que o uso de alargadores com diferentes cinemáticas de movimento, melhoraram a remoção de material obturador dos canais radiculares, porém, nenhum sistema foi capaz de removê-los completamente.

Ozyurek et al. (2016) compararam a limpeza da parede dos canais após retratamento endodôntico utilizando os sistemas Protaper Next, Twisted File Adaptive, Reciproc e Protaper retratamento, além do tempo necessário para remover o material obturador dos canais radiculares. Um total de 80 incisivos centrais superiores foram instrumentados até um alargador tipo K 40.02 e obturados. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos de acordo com o sistema utilizado para remover a massa obturadora: PTN (X3 no terço cervical, X2 em todo comprimento e X5 para preparo final), TFA (ML2 no terço cervical, ML1 em todo comprimento e ML3 para preparo final), RPC (R25 em toda extensão do canal e R50 para preparo final) e PTR (D1, D2 e D3 em toda extensão e F5 para preparo final). Para avaliar a quantidade de material remanescente nas paredes dos canais radiculares, as raízes foram seccionadas e fotografadas com auxílio de um estereomicroscópio com ampliação de 8 vezes. Além disso, o tempo total necessário para remoção, foi cronometrado. Com os resultados, os autores observaram que o tempo total para remoção do material obturador foi maior no grupo PTR. Os grupos PTN e PTR deixaram significativamente menos remanescente de material obturador.

Alves et al. (2016) compararam a eficácia de um sistema de instrumento único com movimento recíprocante e um sistema de múltiplos instrumentos com movimento rotatório contínuo seguido de uma abordagem complementar com um instrumento de acabamento na remoção da massa obturadora de canais radiculares. Foram utilizados vinte raízes de molares inferiores que tiveram os canais radiculares preparados com instrumentos do sistema *Mtwo*<sup>®</sup> até 25/0.06 e obturados com cone do próprio fabricante e cimento Sealer 26. Os espécimes foram escaneados com micro CT após obturação, após remoção e após complementação com XP-Endo. O primeiro grupo teve o material removido com instrumentos do sistema *Mtwo*<sup>®</sup> Retratação e complementados até 40/0.04 do sistema *Mtwo*<sup>®</sup>. O segundo grupo teve o material do terço médio e apical removido com instrumento R25 e R40 do sistema *Reciproc*<sup>®</sup>. Os canais radiculares que apresentaram remanescente de material obturador detectados nas imagens pós-preparação de micro-CT, passaram por uma abordagem adicional com instrumento XP-Endo Finisher. Os resultados mostraram que a porcentagem de material obturador removido com instrumentos do sistema *Mtwo*<sup>®</sup> foi maior que *Reciproc*<sup>®</sup>, ambos

utilizados até um instrumento de diâmetro 40. *Mtwo*<sup>®</sup> exigiu menos tempo para remover massa obturadora quando comparada ao sistema *Reciproc*<sup>®</sup> ( $P < 0,05$ ). A análise intragrupo no grupo *Reciproc*<sup>®</sup> mostrou que R40 removeu significativamente mais material que R25 ( $P < 0,05$ ). A abordagem suplementar com o finalizador de acabamento XP-Endo foi efetiva para melhorar significativamente a remoção do material obturador ( $P < 0,05$ ). Foi concluído que o sistema de instrumentos múltiplos rotatórios foi mais efetivo e mais rápido que a abordagem de instrumento único para remover o material obturador do canal radicular. Quanto ao grupo *Reciproc*<sup>®</sup>, observou-se que o instrumento maior promoveu resultados significativamente melhores. O instrumento de acabamento XP-Endo Finisher melhorou significativamente a remoção do material obturador.

Martins et al. (2017) avaliaram a eficácia dos sistemas Protaper Next e Reciproc na remoção de material obturador de canais radiculares ovais usando irrigação sônica ou ultrassônica como métodos adicionais de limpeza. Neste estudo utilizaram 32 dois pré-molares inferiores que foram preparados com sistema Protaper Universal até o instrumento F4 e obturados pela técnica de cone único usando cimento Endofill. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos ( $n = 8$ ) de acordo com o sistema de instrumentação e o método de limpeza adicional: Reciproc R40 com ativação ultrassônica, Reciproc R40 com agitação sônica, Protaper Next (X2, X3 e X4) com ativação ultrassônica e Protaper Next (X2, X3 e X4) com agitação sônica. Todas as amostras foram analisadas por meio de microtomografia computadorizada antes e após a remoção do material obturador e também após a aplicação dos métodos adicionais de limpeza. Nenhum dos protocolos de retratamento removeu completamente o material obturador dos canais radiculares, e não houve diferença significativa entre os sistemas de instrumentação entre os terços radiculares avaliados em termos do volume médio de material obturador remanescente ( $p > 0,05$ ). Da mesma forma, nenhuma diferença significativa foi observada entre os métodos de limpeza adicionais em qualquer um dos terços do canal radicular avaliados ( $p > 0,05$ ). Os autores concluíram que os sistemas Protaper Next e Reciproc foram equivalentes em relação à eficácia na remoção do material obturador, independentemente do método de limpeza adicional utilizado. Os métodos adicionais de limpeza também foram equivalentes e não melhoraram significativamente a remoção do material obturador.

Jorgensen et al. (2017) avaliaram a eficácia na remoção de material obturador utilizando instrumento rotatório *Protaper*<sup>®</sup> Universal para retratamento e instrumento reciprocante *WaveOne*<sup>®</sup> em dois métodos diferentes de obturação. Para este estudo utilizaram oitenta raízes mesiais de molares inferiores. O cateterismo foi realizado com instrumento

manual tipo K 20 até o comprimento de trabalho de 15 milímetros e posteriormente a instrumentação foi realizada com o instrumento *Primary* do sistema *WaveOne*<sup>®</sup> em movimento recíprocante. Foi utilizado como agente irrigante hipoclorito de sódio 2,5% durante preparo radicular e EDTA 17% ao final da instrumentação. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 2 grupos de acordo com a técnica de obturação realizada sendo que o primeiro grupo, a técnica foi a compressão hidráulica vertical e o segundo grupo foi utilizado GuttaCore. As amostras foram subdivididas em 4 grupos de acordo com a técnica utilizada para retratar os canais e o tipo de obturação realizado. Em dois grupos com técnicas de obturação distintas foram utilizados os sistemas *Protaper*<sup>®</sup> retratamento D1, D2, D3, e *Protaper*<sup>®</sup> Universal F3, nos outros dois grupos, também com técnicas de obturação distintas, utilizaram instrumento recíprocante de instrumento único *WaveOne*<sup>®</sup> *Primary*. Durante esses procedimentos, utilizaram 1 ml de hipoclorito de sódio 2,5% foi utilizada a cada troca de instrumento e a superfície desses, foram analisados com microscópio para verificar algum defeito causado durante sua utilização. O tempo de tratamento para a remoção da massa obturadora foi cronometrado e os resultados mostraram diferença significativa a favor do instrumento *Protaper*<sup>®</sup> independente da técnica de obturação utilizada. Os autores concluíram que o sistema *WaveOne*<sup>®</sup> sofreu mais separações e não conseguiu remover guta-percha com tanta eficiência quanto o sistema *Protaper*<sup>®</sup> Universal de Retratamento. Além disso, os canais obturados com GuttaCore<sup>®</sup> tiveram melhores resultados na quantidade de massa obturadora removida e menos separações de instrumentos durante os procedimentos.

Nevares et al. (2017) compararam os *debris* extruídos para a região apical durante retratamento endodôntico em canais radiculares severamente curvos utilizando os sistemas *Protaper Next* e *Reciproc*. Para este estudo, vinte e seis canais radiculares de molares inferiores com raízes completamente formadas foram selecionadas. Todos os canais foram instrumentados com instrumento recíprocante *WaveOne Small* até atingir o comprimento de trabalho. Os canais foram obturados, a câmara pulpar selada com material restaurador provisório e os espécimes foram armazenados durante 30 dias em ambiente com 100% de umidade a 37° C. Os dentes foram radiografados nos sentidos mesio-distal e vestibulo-lingual para avaliar a qualidade da obturação. As amostras foram escaneadas após obturação dos canais mesiais e o volume total de cada terço mensurado em milímetros cúbicos. Um total de 13 raízes foram selecionadas para a amostra final e acoplados em tubos para coleta de *debris*. Para remoção de material obturador, um instrumento manual tipo K#10 foi utilizado para fornecer patência em ambos os grupos. O primeiro grupo o material foi removido com *Reciproc R25* e no segundo grupo utilizou-se instrumento X3 nos terços cervical e médio e

X2 no terço apical. As diferenças entre pesos médios iniciais e finais foram calculados e avaliados estatisticamente e os resultados mostraram que houve extrusão de *debris* em todos os grupos e a quantidade média de extrusão apical foi semelhante em todos os grupos. Concluíram que ambos os sistemas causaram extrusão apical de detritos sem diferenças estatísticas entre os sistemas Protaper Next e Rreciproc.

Yilmaz et al. (2017) compararam a incidência e a propagação longitudinal dos defeitos da dentina após a remoção da gutta-percha com instrumentos manual e rotatório usando microtomografia computadorizada. Radiografias na direção mesio-distal e vestibulo-lingual em incisivos centrais inferiores foram feitas para verificar a presença de apenas 1 canal, dessa forma, vinte dentes foram selecionados. Os canais radiculares foram preparados com instrumentos NiTi Flex K até um diâmetro apical equivalente a #35 e os espécimes foram digitalizados através de micro-CT. Os canais foram obturados e os corpos de prova distribuídos aleatoriamente em dois grupos de acordo com a técnica utilizada para a remoção do material obturador. No grupo 1 foram utilizados os instrumentos do sistema Protaper Retratamento D1, D2 e D3, seguido de instrumentos do sistema Protaper Universal F2, F3 e F4. No grupo 2 a porção coronária do material obturador foi removido com brocas Gates-Glidden número 2 e 1, seguido de instrumentos manuais Headtroem até o comprimento de trabalho, onde o diâmetro apical foi alargado até um instrumento #40. Os corpos de prova passaram por uma segunda análise por micro-CT. Os resultados obtidos através da comparação das imagens antes e após o retratamento, mostraram que não houve diferença significativa em termos de nova formação de defeitos entre os grupos. Os terços apical e médio das raízes apresentaram mais defeitos de dentina que as porções coronais. Concluíram que as técnicas de instrumentação manual e rotatória causaram formação semelhante de defeitos dentinários durante o retratamento do canal radicular.

Delai et al. (2018) avaliaram a extrusão apical de *debris* durante a desobturação com WaveOne Gold (WOG), ProTaper Universal Retratamento (PTR), D-RaCe (DRR) e limas manuais (HF). Compararam o tempo de trabalho durante a desobturação, e descreveram as falhas dos instrumentos de NiTi. Quarenta canais de raízes mesio-vestibulares de primeiros molares superiores foram preparados com WOG Primary, obturados e divididos em 4 grupos (n = 10), de acordo com os instrumentos utilizados. Os *debris* extruídos foram coletados em tubos Eppendorf e secos. O tempo de cada desobturação foi anotado e os instrumentos utilizados foram analisados no pré e pós-operatório em MEV. A análise em MEV mostrou



que, dos 18 instrumentos avaliados, 3 fraturaram e em 10 foi observado deformação. Todos os sistemas testados causaram extrusão apical de debris. WOG foi associado a menor extrusão que DRR e HF. A desobturação com HF foi mais lenta do que com os demais instrumentos. Todos os sistemas de NITI apresentaram fratura e deformação.

Azim et al. (2018) avaliaram três sistemas mecanizados de instrumento único, WaveOne Gold, Hyflex EDM e XP Shaper, em relação à quantidade de material obturador remanescente dentro do canal radicular, tempo operacional e extrusão de detritos pelo forame apical, durante retratamento endodôntico. Neste trabalho utilizaram 60 incisivos inferiores que foram divididos em três grupos. Tomografia cone-beam e radiografia periapical na face mesial dos dentes foram utilizados para padronizar a anatomia interna. Os canais radiculares foram instrumentados e modelados até o calibre 30.04 e em seguida obturados. Os canais de cada grupo, foram retratados utilizando apenas um sistema mecanizado, sendo: grupo WOG (Primary 25.07), grupo EDM (25.08) e grupo XP (27.01). Para avaliar a quantidade de material remanescente, os pesquisadores utilizaram imagens com tomografia computadorizada cone-beam após obturação e após retratamento. Os resultados obtidos, apresentaram o sistema XP Shaper como o mais rápido para remoção do material obturador. A porcentagem de material obturador remanescente foi maior em WaveOne Gold e nenhuma diferença foi encontrada entre os três grupos em relação à quantidade de detritos extruídos. Os autores concluíram que o sistema XP Shaper, foi mais eficaz na remoção de guta-percha, quando operado em velocidade mais alta

### **2.3 – Revisão com trabalhos onde utilizaram Protaper Universal, Protaper Next, WaveOne Gold e metodologia semelhantes**

Schneider (1971) determinou a frequência com que os preparos cilíndricos poderiam ser produzidos pelos instrumentos manuais no terço apical de canais radiculares retos e curvos. Para isso ele utilizou 29 dentes humanos que apresentavam apenas um canal radicular. As amostras foram padronizadas, sendo que todos os dentes deveriam apresentar anatomia semelhante no terço apical, coroas removidas e raízes com 15 mm de comprimento. As raízes foram radiografadas no plano orto-radial e méso-distal. Uma linha foi traçada paralela ao longo eixo do canal radicular e uma segunda linha foi traçada no forame apical até a interseção com a primeira no ponto em que o canal começou a sair do longo eixo da raiz. O ângulo formado foi mensurado por meio de um transferidor. Este método foi utilizado em todas as raízes, separando a amostra em três grupos de acordo com o grau de curvatura das

raízes. 10 raízes foram classificadas com grau de curvatura leve ( $\leq 5^\circ$ ), 10 raízes foram classificadas como moderadas ( $10^\circ$  a  $20^\circ$ ) e nove foram classificadas como severas ( $25^\circ$  a  $70^\circ$ ). Os canais foram instrumentados com limas tipo Kerr “B” com movimento de alargamento. Os canais foram preenchidos com cones de prata e cimentos. Foram realizados cortes transversais de 1 e 5 mm do ápice. As amostras de 1 e 5mm foram avaliadas por duas mensurações perpendiculares por meio de um micrômetro ocular do microscópio. Os resultados mostraram que canais retos são mais facilmente preparados quando comparados a canais curvos. Preparos cilíndricos foram obtidos em 51 % no nível de 1 mm, em apenas 17% no nível de 5mm. O autor concluiu que mais estudos devem ser realizados para determinar quando um canal foi bem preparado.

Pruett; Clement; Carnes (1997) avaliaram a fadiga cíclica de instrumentos endodônticos confeccionados em níquel-titânio, e definiram um conceito ao introduzir um novo método, diferente e de forma mais exata que o estabelecido por Schneider, para se determinar o raio de curvatura bem como o ângulo de curvatura de raízes dos dentes. O presente trabalho avaliou o desempenho de fadiga cíclica e fratura dos instrumentos, em canais simulados, com parâmetros definidos a partir de ângulos formados entre as linhas retas desenhadas no sentido do longo eixo do dente da coroa para a raiz, e no sentido do ápice para o terço mais interior do canal. O comprimento destas linhas é o raio do círculo e define o raio da curvatura do canal, que é medido em milímetros. O raio de curvatura pode ser representado por um ângulo específico de curvatura quando o canal diverge de uma linha reta. Para a confecção dos canais simulados, foram avaliados dentes com curvatura severa, que representam situação de muita fadiga ao instrumento. A partir daí, definiu-se o ângulo de curvatura em 300 e 5 mm de raio, para realização dos estudos de fadiga cíclica. Os ângulos de 300, 450 e 600 e raios de curvatura entre 2 e 5 mm também foram escolhidos para a realização da pesquisa. Para simular as condições de instrumentação durante a utilização, um torque foi pré-definido e padronizado para todos os instrumentos, em 10 g-cm e era medido a partir de um dinamômetro . Foram avaliados instrumentos Lightspeed # 30 e # 40 e um total de dez instrumentos de cada tamanho foram testados em cada um dos seis diferentes formas de canal experimental (3 ângulos cada e 2 raios) a três velocidades diferentes (750, 1300, e 2000 rpm). A metodologia resultou em 18 grupos de teste para cada tamanho de instrumento. Os canais artificiais foram confeccionados a partir do calibre 18-G, de agulhas de aço inoxidável com um diâmetro interno de 0,83 mm. Um total de seis canais artificiais foram confeccionados juntamente com um suporte de ensaio, alinhando a porção interna dos canais

artificiais com a linha central do dinamômetro. Instrumentos foram inseridos nos canais, e as cabeças foram presas na pinça do Dinamômetro Magtrol. Uma peça de mão elétrica foi acoplada à haste do instrumento, e as velocidades de operação (750, 1300 ou 2000 rpm) foram ajustadas. A coleta de dados do dinamômetro consistiu nas leituras do rpm compostas em média de 10 leituras/s. O tempo de falha do instrumento foi determinada quando valores de torque caíam repentinamente, indicando separação do instrumento. O número de ciclos até à falha foi calculada a partir dos dados do rpm, multiplicando o número de rotações com o tempo para a falha. Os dados analisados foram o número de ciclos até à falha para cada instrumento testado sob o ângulo de curvatura, o raio de curvatura, velocidade e condições do tamanho dos instrumentos. Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA), com o procedimento Neuman servindo como o teste post-hoc usando um nível de confiança de 95%. Fragmentos de instrumentos fraturados foram coletados por grupo e foram examinados sob microscopia eletrônica de varredura. A velocidade operacional foi analisada pela multivariável ANOVA indicaram que este não foi um fator significativo para ciclos até a falha ( $p < 0,10$  para # 30;  $p < 0,06$  para # 40). Não houve diferença nos ciclos de falha entre os 750, 1300 e 2000 rpm. Ciclos até a falha diminuíram significativamente quando o raio de curvatura diminuiu. Os canais simulados que possuíam raios de curvatura de 2 mm tiveram ciclos significativamente menores de falhas do que os grupos de 5 mm de raio ( $p < 0,00001$ ). Os instrumentos operados em 450 e 600 de curvatura não foram significativamente diferentes e tiveram falhas significativamente menores do que instrumentos operados a 300 ( $p < 0,00001$ ). A separação de instrumento sempre ocorreu no ponto de flexão máxima dentro dos canais artificiais. Instrumentos parcialmente fadigados pareciam normais, tanto a olho nu e quando avaliado por meio de MEV. Os resultados também sugerem que o efeito do raio de curvatura como uma variável independente deve ser considerado em estudos que avaliam a instrumentação do canal radicular.

You *et al.* (2011) avaliaram a ação dos instrumentos mecanizados em canais curvos, por meio de análise com microtomografia computadorizada. Os autores utilizaram as raízes de 20 molares superiores que foram divididos em 2 grupos experimentais, um grupo foi instrumentado pela seqüência dos instrumentos da sistema Protaper Universal em movimento rotatório e o outro grupo pelo mesmo sistema, porém com os instrumentos em movimento recíprocante. Os dentes foram colocados em uma plataforma que permitiu que os dentes fossem submetidos à tomografia sempre nas mesmas posições antes e após a instrumentação. As imagens geradas através de micro-CT foram comparadas e através dos dados obtidos com

relação às direções do desvio, os grupos mostraram a mesma tendência quanto ao sentido da direção, mas no terceiro milímetro houve uma tendência à centralização no grupo que utilizou o movimento recíprocante. Quanto ao transporte apical, não houve diferença estatística significativa entre os grupos. Em conclusão, o estudo demonstrou que os instrumentos Protaper quando utilizados em movimento recíprocante não resultou em aumento do transporte do canal quando comparado à cinemática rotatória. Portanto, a cinemática recíprocante pode ser um bom método alternativo para prevenir erros durante o tratamento de canal.

Adıgüzel et al. (2017) compararam a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos *Small*, *Primary* e *Large* dos sistemas *WaveOne*<sup>®</sup> e *WaveOne Gold*<sup>®</sup> em canais radiculares simulados. Foram testados cento e vinte e cinco instrumentos em dois canais com diferentes ângulos e raios de curvaturas. Cada instrumento foi inspecionado sob um microscópio de operação dental para detectar defeitos ou deformidades na superfície antes da experiência. O tempo até a ocorrência da fratura foi cronometrado em segundos e o comprimento da ponta fraturada dos instrumentos foi medida com um calibrador digital. Em todos os comprimentos testados e em ambas as curvaturas, a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos WOG foi maior quando comparado aos instrumentos WO ( $P < 0,001$ ). Os instrumentos WOG foram aproximadamente duas vezes mais resistentes à fratura em ângulo de curvatura a  $60^\circ$  e três vezes mais resistentes em ângulo de curvatura de  $90^\circ$ . Os autores concluíram que dentro de suas limitações, os instrumentos *WaveOne Gold*<sup>®</sup> foram mais resistentes à fadiga cíclica.

Cassimiro et al. (2017) avaliaram a frequência de defeitos dentinários após a preparação do canal radicular com os sistemas Protaper Next, K3XF e WaveOne Gold utilizando microtomografia computadorizada. Os espécimes foram avaliados com um estereomicroscópio em ampliação de 15x para verificar presença de rachaduras ou fraturas pré-existentes à instrumentação. Os espécimes foram escaneados sob microtomografia computadorizada para selecionar amostras com a configuração anatômica do tipo I de Vertucci, dessa forma, sessenta incisivos foram selecionados. O primeiro grupo foi preparado com Protaper Next X1 e X2 até o comprimento de trabalho. O segundo grupo foi preparado com o sistema K3XF utilizando os instrumentos 35/0.04, 30/0.06 e 30/0.04 até o terço médio e 25/0.06 até o comprimento de trabalho. O terceiro grupo foi preparado com apenas um instrumento WaveOne Gold Primary em movimento recíprocante até o comprimento de trabalho. Ao final do preparo, as amostras por um novo processo de imagem com micro-CT. Foram analisadas as imagens antes e depois do preparo dos canais radiculares para verificar defeitos dentinários ao longo do dente. Após analisar todos os cortes, observaram-se defeitos

em 48,33% das amostras. Nos 10 mm apicais 33,33% dos cortes apresentaram defeitos dentinários, representando 7,22%, 13,33% e 12,77% das imagens transversais dos grupos PTN, K3XF e WOG respectivamente. Todos os defeitos dentinários visualizados nas imagens pós-preparo, já existiam nas imagens antes da instrumentação. Os autores concluíram que não houve correlação entre a preparação de um canal radicular utilizando os sistemas PTN, K3XF e WOG e a formação de novos defeitos dentinários.

Goo et al. (2017) avaliaram as propriedades mecânicas dos instrumentos rotatórios de níquel titânio termicamente tratados e convencionais. Foram utilizados cinco sistemas rotatórios de NiTi: V-Taper<sup>®</sup> 2, V-Taper<sup>®</sup> 2H, Hyflex<sup>®</sup> CM, HyFlex<sup>®</sup> EDM e ProTaper Next<sup>®</sup> X2. Todos os instrumentos foram inspecionados antes do experimento sob um microscópio de operação dentária para verificar presença de deformidades ou defeitos na superfície. A rigidez da flexão foi medida com o dispositivo personalizado AEndoS. Uma vez que a fratura do instrumento foi detectada visual e audivelmente, o tempo de fratura foi registrado com um cronômetro. O comprimento do fragmento fraturado foi medido com um calibrador digital. A força máxima de torção e dureza foram estimadas para as 5 marcas de instrumentos usando o dispositivo AEndoS. A ponta do instrumento de 5 mm foi fixada entre blocos de resina e movida no sentido horário em 20 rpm até a fratura. Os instrumentos de liga CM apresentaram menor rigidez e HDM mostrou a maior resistência à fadiga cíclica. HDM e VT2 mostraram resistência significativamente maior do que VTH, HCM e PTN ( $P < 0,05$ ). Concluíram que os instrumentos de liga CM apresentaram maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica que o Mwire e os instrumentos convencionais de níquel-titânio.

Keskin et al. (2017) compararam a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Reciproc<sup>®</sup> R25, Reciproc Blue<sup>®</sup> R25 e WaveOne Gold<sup>®</sup> Primary. Para o estudo, utilizaram quinze instrumentos de cada sistema, que passaram por inspeção sob estereomicroscópio e somente os instrumentos livres de defeitos visíveis e irregularidades foram incluídos no estudo. O teste de fadiga cíclica foi realizado em um canal artificial de aço inoxidável. Todos os instrumentos foram operados em um movimento axial de 3mm/s até a fratura. Neste momento o motor utilizado parou automaticamente e o tempo necessário para a fratura do instrumento em segundos foi registrado e comprimento dos fragmentos fraturados foram medidos e gravados. Dois instrumentos de cada grupo foram examinados sob um microscópio eletrônico de varredura e as fotomicrografias das superfícies fraturadas foram obtidas em diferentes ampliações. O instrumento: Reciproc Blue<sup>®</sup> R25 exibiu a maior resistência à fadiga cíclica ( $P < 0,05$ ). Os valores de resistência à fadiga cíclica do WaveOne Gold<sup>®</sup> Primary foram

significativamente maiores que os de *Reciproc*<sup>®</sup> R25 ( $P < 0,05$ ). Não houve diferença significativa no comprimento médio dos fragmentos fraturados entre os instrumentos ( $P > 0,05$ ). Concluíram que os instrumentos *Reciproc Blue*<sup>®</sup> R25 apresentaram resistência de fadiga cíclica significativamente maior quando comparado aos instrumentos *WaveOne Gold*<sup>®</sup> e *Reciproc*<sup>®</sup> R25.

Lopes et al. (2017) avaliaram a porcentagem de áreas do canal não tocadas e a quantidade de detritos acumulados após a instrumentação com os sistemas *Protaper Next*<sup>®</sup> e *Twisted File Adaptive*<sup>®</sup> através de imagens de microtomografia computadorizada. Utilizaram neste estudo vinte dentes molares inferiores que foram escaneados com micro-CT. Após os procedimentos iniciais de micro-CT, os espécimes foram combinados em pares e atribuídos aleatoriamente para um dos dois grupos experimentais, de acordo com o sistema utilizado para a preparação do canal: Sistemas PTN e TFA. Depois de verificar a normalidade dos dados ( $P > 0,05$ , teste de Shapiro-Wilk), o grau de homogeneidade dos grupos, em relação ao comprimento da raiz e ao grau de curvatura da raiz, foi estatisticamente confirmado ( $P > 0,05$ , análise de variância de dois sentidos). O volume ( $\text{mm}^3$ ) e a área de superfície ( $\text{mm}^2$ ) dos canais na pré-instrumentação também foram calculados. Um teste t independente seguido por um gráfico Bland-Altman foi usado para comparar esses parâmetros entre os grupos. Os canais foram acessados e a patência apical foi confirmada antes e após a conclusão da preparação do canal com um instrumento K 10. Uma trajetória inicial do canal foi criada com um instrumento K 15 até o comprimento de trabalho, pré-determinada como 1mm a menos do comprimento real do canal. No grupo PTN os canais foram preparados com X2 e X3. No grupo TFA os canais foram preparados com SM1 e SM2. Os canais mesiais foram irrigados com 2 mL de NaOCl 5,25% durante 1 min e ao final com 5 mL de EDTA a 17% seguido de irrigação com 5 mL de água bidestilada. Após a preparação do canal radicular, uma microtomografia pós-operatória de cada amostra foi realizada usando os parâmetros anteriores. As imagens correspondentes dos canais mesiais, antes e depois da preparação, foram examinadas do nível de furca até o ápice para quantificar a superfície que não foi tocada durante o preparo do canal e avaliar a quantidade de detritos acumulados. Os canais de raiz preparados com sistemas PTN ou TFA apresentaram áreas de superfície do canal intocadas semelhantes ( $P = 0,52$ ) e acumulação de detritos de tecido duro ( $P = 0,39$ ). Os autores concluíram que ambos os sistemas não conseguiram produzir canais radiculares completamente livres de detritos e tiveram um preparo mecânico bom em canais mesiais de molares inferiores.

### 3 - OBJETIVOS E HIPÓTESES

#### 3.1 - Objetivo Geral

- Analisar e comparar diferentes instrumentos mecanizados, no retratamento e posterior instrumentação dos canais mesiais de molares inferiores.

#### 3.2 – Objetivos Específicos

- Analisar por meio de tomografia computadorizada *cone-beam*, a influência da ação dos sistemas acionados a motor na formação de desvios ao final da remoção do material obturador e após a reinstrumentação do sistema de canais radiculares;
- Calcular a capacidade de centralização dos instrumentos aplicados no retratamento e reinstrumentação;
- Estimar o aumento percentual da área dos canais radiculares após os protocolos de remoção de material obturador e reinstrumentação;
- Analisar comparativamente a quantidade de material obturador remanescente por meio de radiografia periapical e grade de integração;
- Comparar o aumento do diâmetro dos canais em radiografia periapical digital.

### HIPÓTESES

**HO:** Não há diferença estatística significativa na criação de desvio apical, no aumento da área dos canais radiculares e na capacidade de centralização dos instrumentos estudados, durante o retratamento e instrumentação dos canais radiculares, da mesma forma, na quantidade de material obturador remanescente e aumento de diâmetro dos canais

## **4 – MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 - Desenho do Estudo**

Trata-se de um estudo básico, quantitativo, explicativo, *in vitro* controlado.

### **4.2 - Casuística (Amostragem)**

Por meio do programa *Sealed Envelope* (*Sealed Envelope* Ltd. 2015) foi calculado o número mínimo de 15 amostras por grupo experimental para se obter uma distribuição de erro razoável para uma análise estatística no intervalo de 1 a 5% de significância, possibilidade de 90% de detecção e perda de amostras de 10%. Foram utilizadas as médias dos valores de desvio apical (em milímetros) de trabalhos produzidos anteriormente nos campos resultados de grupo controle (0,3 mm) e resultado esperado para o grupo experimental (0,1 mm), assim como a média do desvio padrão (0,18 mm). Entretanto, para resultados mais plausíveis, foram utilizados 18 amostras para cada grupo.

O projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Amazonas CAAE n° 82714717.9.0000.5020 em 12 de março de 2018.

### **4.3 - Descrição dos métodos utilizados**

#### **4.3.1 – Seleção dos corpos de prova**

Para a realização desta pesquisa, foram utilizados 54 molares inferiores totalizando 108 canais radiculares, doados pelo Biobanco da Universidade Federal do Amazonas. Estes se enquadraram nos seguintes critérios de seleção: ser primeiro ou segundo molar inferior, com comprimento mínimo de 16 milímetros, apresentar as duas raízes separadas, completamente formadas, com ápice fechado e os dois canais mesiais com forames independentes.

Os espécimes foram posicionados sobre uma lâmina de cera 7 para fixá-los sobre um sensor digital New IDA (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), de modo que a tomada radiográfica inicial fosse orto-radial e para padronização das imagens empregou-se o aparelho Spectro 70x (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) com exposição de 0,4 segundos a uma distância entre objeto e filme de 10 centímetros (Figura 1-A). Posteriormente, as imagens foram analisadas por um único avaliador com auxílio do programa AutoCAD 2011 (Autodesk, São Rafael, Califórnia, Estados Unidos) para mensuração do ângulo de



curvatura das raízes ( $\alpha$  entre 20 e 50 graus), de acordo com o Método de Schneider (1971), e do raio de curvatura ( $r$  entre 5 e 10 milímetros), de acordo com Pruett; Clement; Carnes (1997) (Figura 1-B). Os espécimes necessariamente seguiram os critérios de seleção para uma padronização dos grupos, caso contrário, a unidade fora excluída.

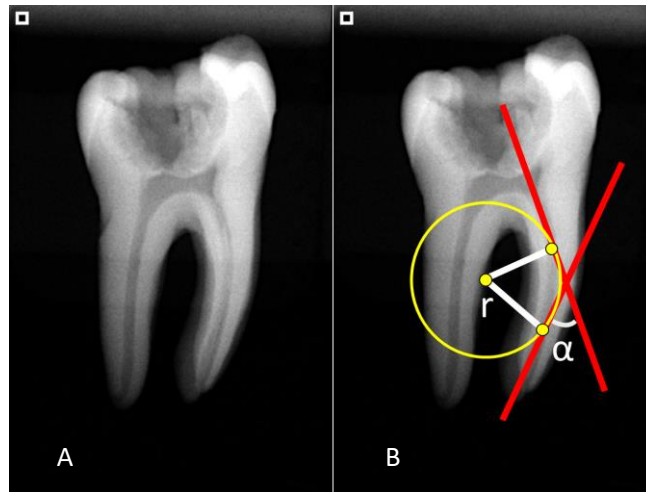


Figura 1- A. Imagem radiográfica orto-radial. B. Traçados determinando o ângulo ( $\alpha$ ) e raio de curvatura ( $r$ ).

#### 4.3.2 – Preparo dos corpos de prova

Inicialmente os dentes passaram pelo processo de esterilização e foram armazenados em recipientes contendo água destilada, para hidratação, até a sua utilização. Realizou-se abertura coronária com broca esférica número 1012 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) acionada por uma turbina de alta rotação (NSK Tokyo, Japão) e o desgaste compensatório com broca Endo Z (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), sob constante refrigeração com água destilada. Todos os dentes que apresentaram comprimento superior a 16 milímetros tiveram suas coroas desgastadas até o comprimento de 16 milímetros medido por um paquímetro digital (Mitutoyo, Kawasaki, Kanagawa, Japão) e as raízes mesiais separadas com um disco diamantado (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) e brocas tronco cônicas (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil), a fim de se padronizar o tamanho e o comprimento das amostras.

Com o objetivo de padronizar o preparo biomecânico, as raízes mesiais foram inseridas em blocos preparados com resina acrílica incolor (Jet, São Paulo, Brasil) confeccionada a partir de uma forma de gesso (Figura 2.A), para fixá-los em uma morsa de bancada durante instrumentação e melhor posicionamento dos corpos de prova durante o processo de tomografia e raio X, em seguida, todos os espécimes foram numerados (Figura 2.B).

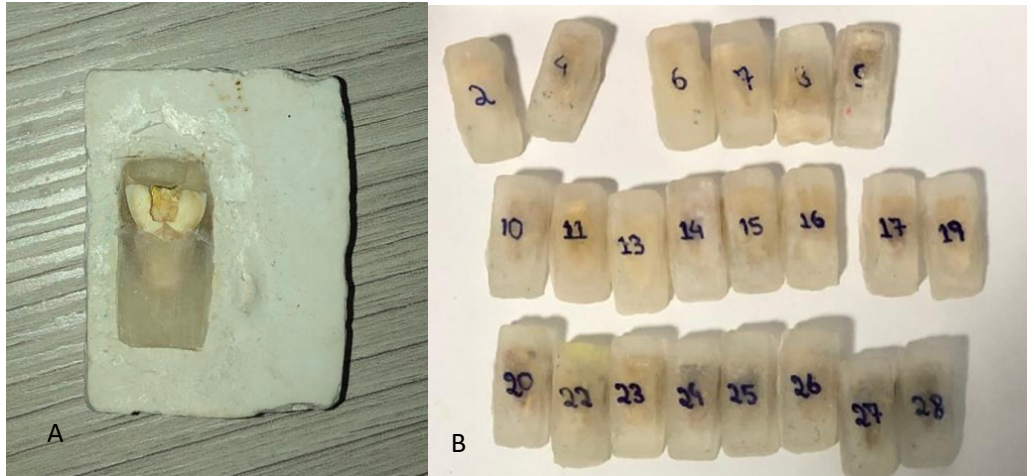


Figura 2.A – corpo de prova confeccionado à partir de uma forma de gesso. 2.B – Espécimes numerados.

#### 4.3.3 - Procedimento de captura de imagens pré-instrumentação

Para verificar se as raízes apresentavam os requisitos necessários para a pesquisa, previamente à instrumentação, todos os corpos de prova foram acoplados em uma plataforma (Figura 3.A) para padronizar a posição e passaram pelo processo de captura de imagem com tomografia computadorizada *cone-beam* PaX-i3D (Vatech, Hwaseong-si, Gyeonggi-do, Coréia do Sul) com as seguintes especificações: fonte de raios x com tensão da válvula de 60 – 90 kVp, corrente de válvula 2 – 15 mA e ponto focal de 0,7mm (Figura 3.B). Além das imagens com tomografia *cone-beam*, foram processadas imagens com radiografia periapical digital, com a direção do feixe no sentido méso-distal, com exposição de 0,45 segundos com aparelho Spectro 70x (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil). As imagens foram armazenadas em HD externo para posterior análise (Figura 3.C).

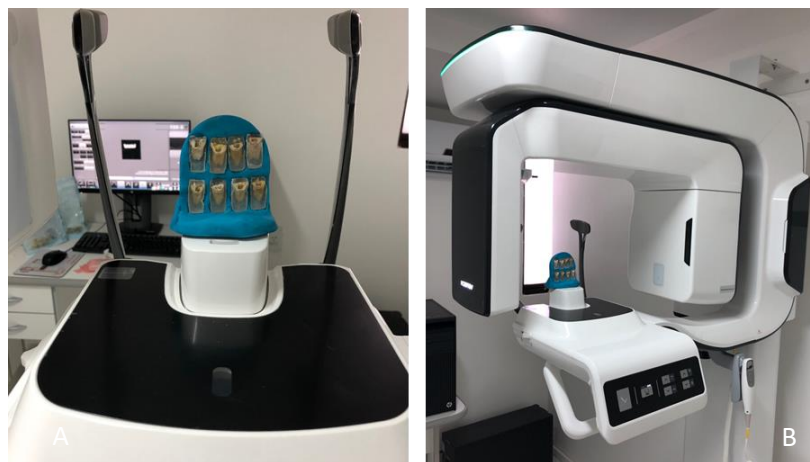




Figura 3.A –Plataforma de silicone para padronizar a posição dos espécimes durante tomografia computadorizada. 3.B – Plataforma posicionada no tomógrafo PaX-i3D. 3.C – padronização da posição do espécime para radiografia periapical com sensor digital.

#### 4.3.4 – instrumentação e obturação dos canais radiculares

Após o acesso e localização dos canais, realizou-se cateterismo com instrumentos manuais tipo K número 10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) em direção apical até que a ponta fosse visualizada no forame, dessa forma, o comprimento de trabalho foi determinado com o recuo de 1 milímetro aquém do forame apical. O diâmetro anatômico dos canais deveria ser compatível ao de um instrumento manual tipo K número 15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), inserido no comprimento de trabalho, sendo substituído após a utilização em cada 3 raízes.

O mesmo protocolo de instrumentação foi realizado em todos os corpos de prova, utilizando-se a sequência do sistema rotatório *Protaper Universal*<sup>®</sup> (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) Sx (19.04 de 19 mm), S1 (18.02 de 25 mm), S2 (20.04 de 25 mm) e F1 (20.07 de 25 mm) todos no comprimento de trabalho, acoplados ao contra ângulo e acionado pelo VDW *Gold* (VDW, Munique, Alemanha) em movimento rotatório com torque e velocidade pré-determinados pelo aparelho (*Protaper Universal*), associadas ao hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl). Em seguida aplicou-se 1 ml de EDTA 17% durante 1 minuto e aplicação de 1 ml de hipoclorito de sódio. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente e obturados com cone de guta-percha *Protaper F1* (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) e cimento *AH Plus* (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) por meio da técnica híbrida de Tagger.

Após instrumentação inicial, todos os espécimes foram submetidos à tomografia computadorizada *cone-beam* e radiografia periapical com o feixe em direção méso distal (Figura 4.A). O mesmo processo utilizando radiografia periapical, foi realizado após obturação do sistema de canais radiculares (Figura 4.B), para geração de imagens e coleta de dados.

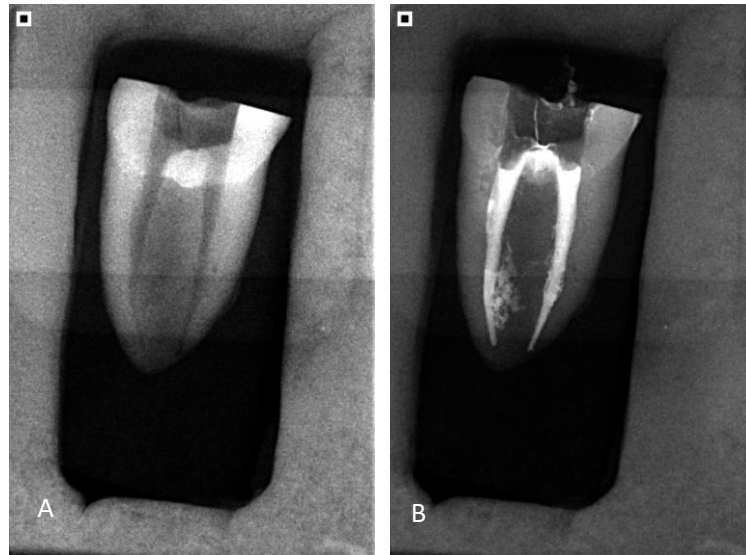


Figura 4.A – Radiografia periapical após instrumentação inicial. 4.B – radiografia periapical após obturação do sistema de canais radiculares

Os corpos de prova permaneceram armazenados durante 30 dias sob condições de 100% de umidade a 37°C, simulando a cavidade oral. Após o tempo de espera, foram distribuídos de forma aleatória em 3 grupos com 18 corpos de prova cada, sendo 36 canais para cada grupo, usando a técnica de amostra casual simples com auxílio do programa *Microsoft Excel 2010* (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, Estados Unidos).

#### 4.3.5 – Remoção da guta percha e reinstrumentação dos canais radiculares.

Decorrido o tempo de espera, os corpos de prova de cada grupo experimental passaram pelos processos de remoção da guta percha e reinstrumentação, sendo estes (Figura 5):

- Grupo 1 (WOG): desobturação com alargador *Primary* (25.07) e reinstrumentação com instrumento *Medium* (35.05) do sistema recíprocante *WaveOne Gold*<sup>®</sup> (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).
- Grupo 2 (PTN): desobturação com instrumento X2 (25.06) e reinstrumentação com X3 (30.07) do sistema *Protaper Next*<sup>®</sup> (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

- Grupo 3 (PTU): desobturação com F2 (25.08) e reinstrumentação com F3 (30.09) do sistema *Protaper Universal*® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

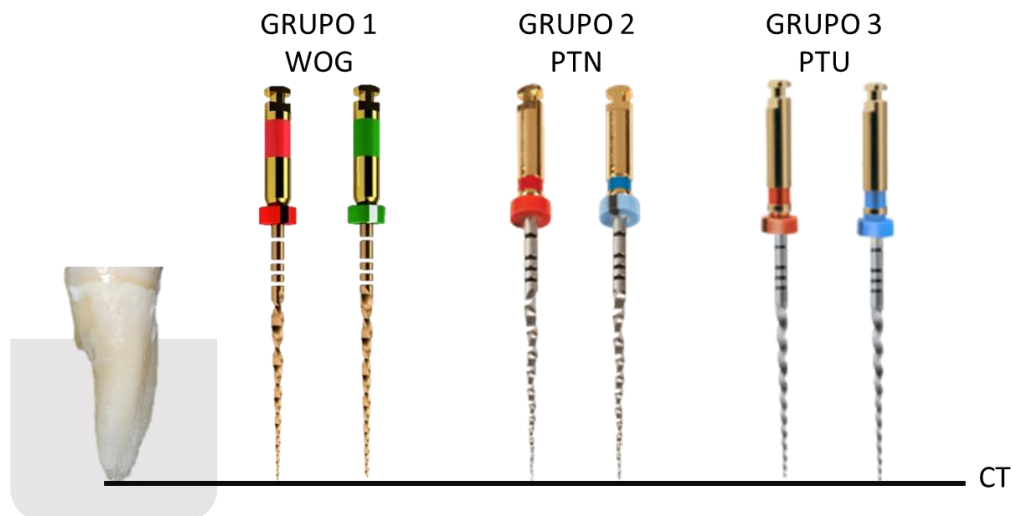


Figura 5 – Protocolos utilizados para remoção do material obturador e reinstrumentação dos canais radiculares.

Em todos os grupos os instrumentos foram inseridos em direção apical gradativamente em suaves movimentos de entrada e saída com moderada pressão apical, obtendo um avanço de 3 milímetros a cada investida até o comprimento de trabalho. Cada instrumento preparou no máximo três corpos de prova de seu respectivo grupo, sendo limpos com gaze estéril após cada investida no canal para remover o material obturador retido em suas ranhuras. O sistema de canais radiculares foram irrigados com 1 mL de hipoclorito de sódio a 2,5%, com seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos) e agulha *NaviTip* amarela (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos) após cada entrada gradativa do instrumento. Ao final da instrumentação, aspirou-se o excesso de líquido com a ponta *CapillaryTip* (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, Estados Unidos) e os canais irrigados com 1ml de EDTA 17% por 1 minuto, seguido por 2 mL de água destilada e secos com cones de papel absorventes.

Após a remoção do material obturador e após reinstrumentação dos canais radiculares, os espécimes foram submetidos a análise com tomografia computadorizada *cone-beam* e radiografia periapical para geração de imagens e coleta de dados.

#### 4.3.5 – Análise do desvio apical e direção do desvio

Para avaliar o desvio apical, foram realizadas três tomadas tomográficas dos corpos de prova, para se obter imagens dos canais radiculares após instrumentação inicial, após remoção do material obturador e após reinstrumentação.

O desvio apical foi analisado no primeiro, terceiro e quinto milímetro do terço apical, gerando imagens axiais de 1mm de espessura para cada canal. As imagens foram analisadas no programa *OsiriX Imaging Software* (Bernex, Suíça), que permite a visualização e edição dos arquivos no formato DICOM. Para padronização das imagens, utilizou-se o seguinte protocolo: foi selecionado a ferramenta “visualização em 3D View” do programa supracitado e em seguida a opção “3D MPR”; em seguida aplicou-se o contraste predefinido e a intensidade “Default WL&WW”; para atribuir coloração às imagens foi utilizada a ferramenta *CLUT* na opção “Perfusion” e a opacidade em “Smooth Table”.

A amplitude do diâmetro, pós instrumentação inicial e pós remoção e reinstrumentação, das paredes do sistema de canais radiculares foi calculada por um único examinador calibrado, onde X1 é a medida da parede mesial externa, medindo da luz do canal não instrumentado; X2 a medida da parede mesial externa, medindo a luz do canal instrumentado; Y1, a medida da parede distal externa, mensurando a luz do canal não instrumentado; e Y2 a medida da parede distal externa mensurando a luz do canal instrumentado. As medidas da mesial e distal dos topogramas foram definidas de maneira que a aferição foi realizada sempre da porção mais externa da raiz até a porção externa do canal radicular, tomando como ponto de referência, a porção mais central do mesmo nos sentidos mesio-distal.

Para calcular o desvio apical (DA) os valores foram aplicados na fórmula  $D = (X1 - X2) - (Y1 - Y2)$  proposta por Gambill, Alder, Rio (1996) (Figura 6), e quando o valor de DA for igual à zero, haverá ausência de desvio, quando o valor de DA for negativo, o desvio ocorrerá para a distal e quando DA for positivo, será considerado desvio para mesial.

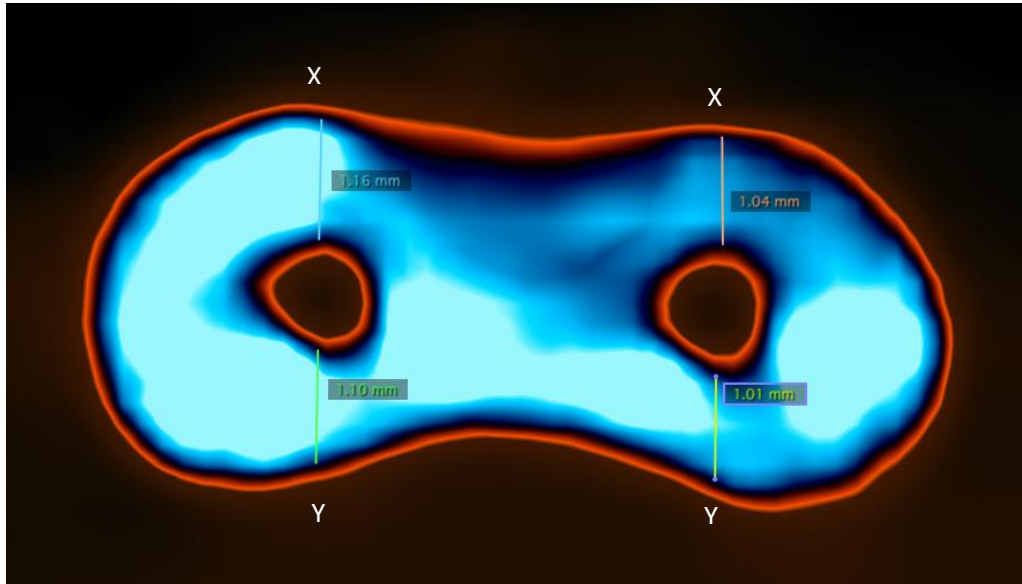


Figura 6 - Valores de X em azul e laranja; valores de Y em verde e amarelo

#### 4.3.6 – Cálculo do índice de centralização

O índice de centralização (IC) demonstra a capacidade do instrumento de trabalhar no eixo central do sistema de canais radiculares durante o processo de instrumentação. O índice foi calculado para o primeiro, terceiro e quinto milímetros apicais, tomando como base os valores obtidos durante o cálculo do desvio apical. Os valores foram aplicados na fórmula descrita por Gambill, Alder, Rio (1996), onde  $IC = X1 - X2 / Y1 - Y2$  se o numerador da diferença entre  $X1 - X2$  fosse maior que  $Y1 - Y2$  ou  $IC = Y1 - Y2 / X1 - X2$  caso o numerador da diferença entre  $Y1 - Y2$  apresentasse valor maior que  $X1 - X2$ . Os resultados da fórmula que apresentaram valores próximo a 1, indicaram aceitável capacidade de centralização do instrumento e valores mais próximos de 0, menor a capacidade do instrumento de manter-se centralizado.

#### 4.3.7 – Aumento percentual da área

O programa OsiriX Imaging Software (Bernex, Suíça) foi aplicado para calcular o valor da área dos canais por meio dos topogramas obtidos por meio dos exames tomográficos no 1º, 3º e 5º milímetros do terço apical de cada raiz. O diâmetro pós instrumentação inicial, pós remoção e após a reinstrumentação de cada canal foi medido por meio da ferramenta de desenho, que tem como principal função de permitir o contorno da região mensurada (Figura 7), a partir da transferência da imagem ao programa e padronização da escala da imagem em tamanho real. O ponto de referência será determinado como a porção mais externa do canal radicular. Dessa forma, o aumento da área foi mensurado a partir da

diferença entre a área do canal pós instrumentação, pós remoção e pós reinstrumentação dos canais radiculares.

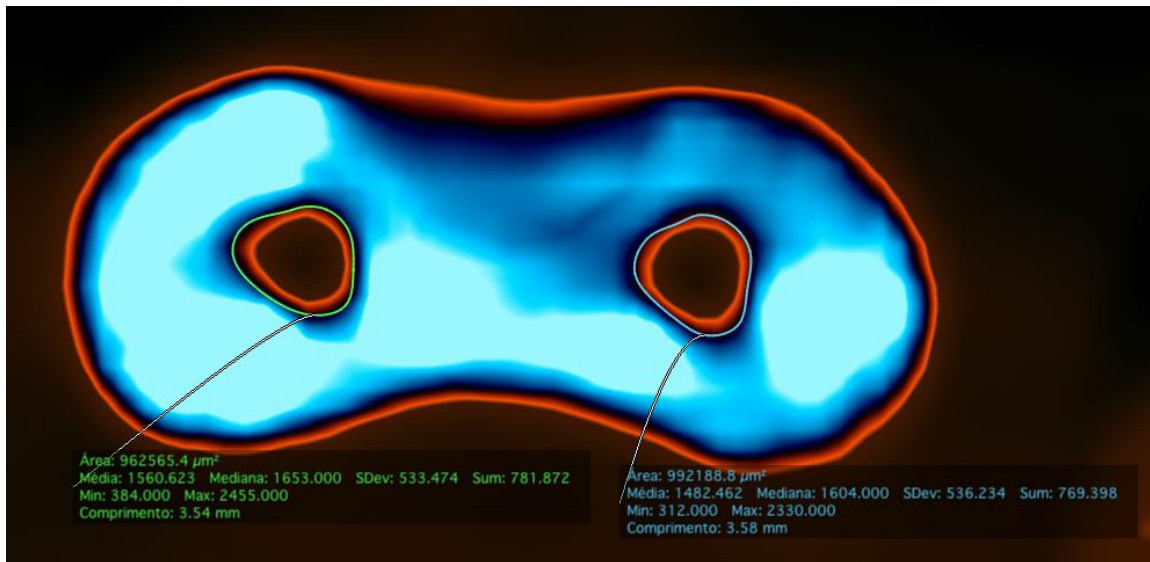


Figura 7 – Contorno e determinação da área da luz do canal. Contorno verde referente ao canal méso lingual e azul o canal méso vestibular.

#### 4.3.8 – Cálculo do remanescente de material obturador

As imagens radiográficas periapicais geradas a partir de um sensor digital NewIDA (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) com feixes voltados na direção méso distal, foram aplicadas para avaliar a quantidade de material obturador remanescente, utilizando uma grade de integração (0,8 mm x 0,8 mm) sobreposta as imagens radiográficas (Figura 8) após obturação (A), após remoção (B) e após reinstrumentação (C) dos canais radiculares. Com a grade de integração sobreposta, foi contabilizado a quantidade de quadrados onde havia material obturador remanescente nas paredes dos canais radiculares em cada uma das etapas supracitadas, dessa forma, através das equações  $MOR = \{(B \times 100) / A\}$  para determinar a porcentagem de remanescente após remoção da guta percha e  $MOR = \{(C \times 100) / A\}$  para determinar a porcentagem de remanescente após reinstrumentação.



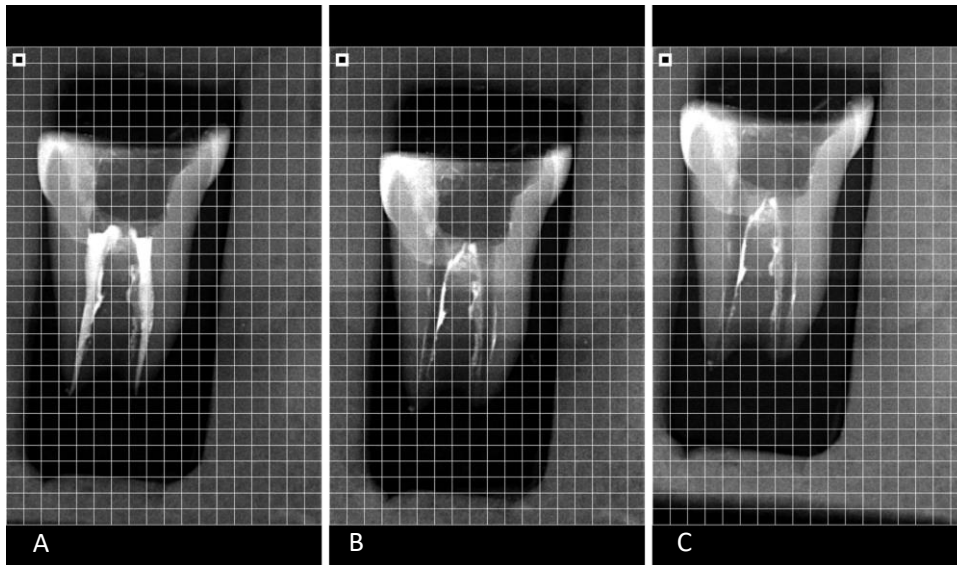
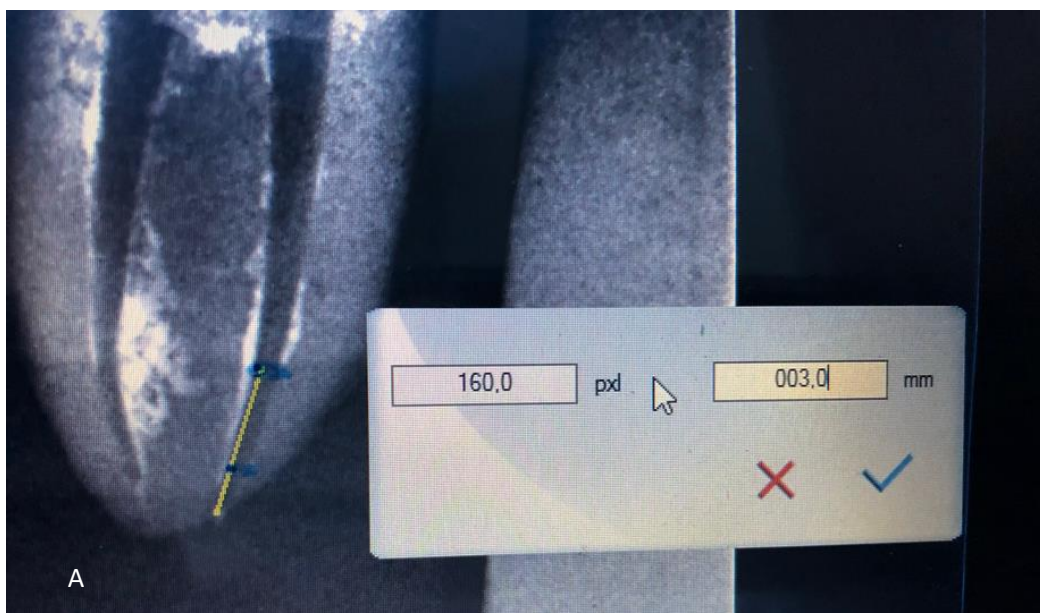


Figura 8 – grade de integração sobreposta às radiografias periapicais após obturação (A), remoção (B) e reinstrumentação (C) dos canais radiculares.

#### 4.3.9 – Aumento do diâmetro dos canais radiculares

As imagens radiográficas periapicais após instrumentação inicial, após remoção do material obturador e pós reinstrumentação foram utilizadas nesta etapa, juntamente com o programa de edição do próprio sensor digital New Ida (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) avaliando o 1º, 3º e 5º milímetros apicais. Através da régua do programa de edição do sensor digital, esses três pontos foram determinados e passados a uma folha de transparência (Figura 9.A) e sob as marcações dessa folha, o diâmetro dos canais foram medidos (Figura 9.B) para determinar a porcentagem de aumento do diâmetro radiográfico dos canais após remoção e após reinstrumentação.



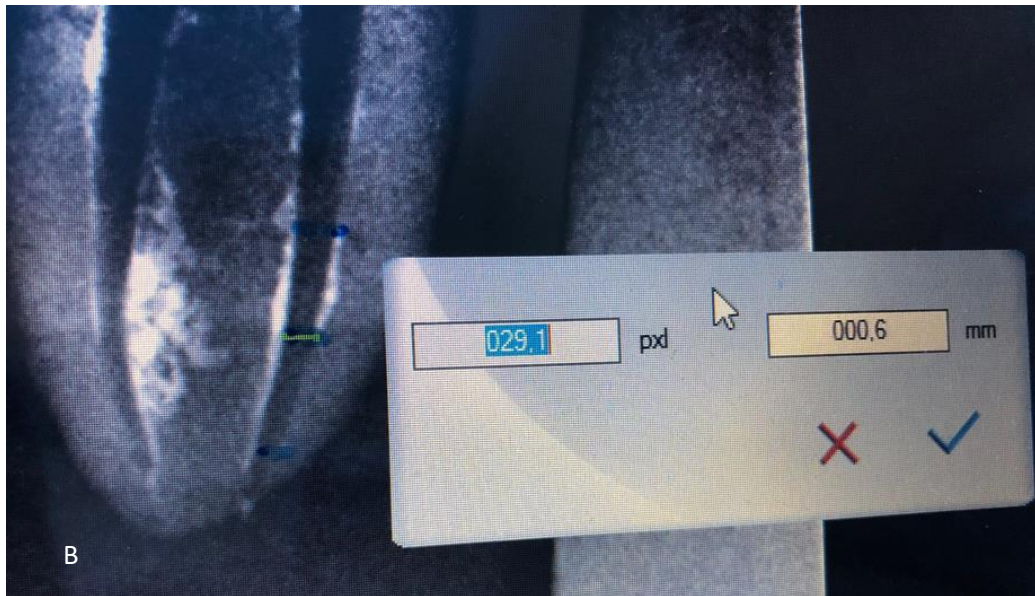


Figura 9.A – Marcação dos pontos onde foram mensurados os diâmetros. 9.B – Mensuração do diâmetro utilizando régua do programa de edição do sensor digital.

#### 4.4 – Análise estatística

Os dados obtidos durante a pesquisa (desvio apical, capacidade de centralização do instrumento, aumento percentual da área do canal radicular, áreas com material obturador remanescente e aumento do diâmetro dos canais), foram tabulados e submetidos à análise estatística com o programa *GraphPad InStat* para *Windows* (GraphPad Software, La Jolla, California, Estados Unidos) para evidenciar a normalidade da distribuição amostral, após isso foram aplicados os seguintes testes estatísticos.

##### 4.4.1 -- Testes estatísticos aplicados transformação de algoritmos

###### Desvio apical

Os valores do desvio apical obtidos à partir de imagens geradas por tomografia computadorizada, foram submetidos a testes estatísticos preliminares. Realizou-se o teste de normalidade Kolmogorov e Smirnov que apontou uma distribuição amostral normal, dessa forma, optou-se pelo uso dos testes estatísticos ANOVA e Turkey-Kramer para verificação de possíveis diferenças significativas entre os grupos. Em uma das comparações, o teste de normalidade não apontou distribuição normal, optando pelo uso do teste estatístico não

paramétrico de Kruskal-Wallis e de Múltiplas Comparações de Dunn, afim de verificar possíveis diferenças entre os grupos analisados

### **Média do desgaste**

Por meio de imagens geradas por tomografia computadorizada, coletou-se dados à partir da diferença da espessura dos canais radiculares após instrumentação inicial, após remoção do material obturador e após reinstrumentação. Esses dados foram submetidos a um cálculo para determinar a média de aumento para cada milímetro avaliado e os resultados foram submetidos à análise estatística.

### **Desgaste nos canais méseo vestibulares e méseo linguais:**

À partir de imagens geradas por tomografia computadorizada, as diferenças dos valores obtidos sobre a média do desgaste, após cada etapa de instrumentação dos canais radiculares, foram submetidos ao teste estatístico de normalidade que evidenciou uma distribuição normal das amostras. Foi necessário o uso do teste estatístico ANOVA para verificação de possíveis diferenças significativas entre os grupos.

### **Remanescente de material obturador**

Os valores obtidos a partir da média do volume de material obturador remanescente nos canais radiculares, após instrumentação inicial e obturação, após remoção do material obturador e pós reinstrumentação, pela análise das radiografias periapicais, foram avaliados por meio do teste estatístico de normalidade Kolmogorov e Smirnov, onde observou-se a normalidade da distribuição amostral, dessa forma, utilizou-se o teste estatístico ANOVA para verificação de possíveis diferenças significativas entre os grupos.

## **5 - RESULTADOS**

Para melhor compreensão dos resultados, optou-se pela divisão dos itens analisados, primeiramente com os dados estatísticos aferidos a partir da tomografia computadorizada *cone-beam*, e em seguida com os dados das análises das radiografias periapicais.

### **Tomografia - Desvio apical**

Os grupos amostrais foram analisados e comparados entre si no 1º, 3º e 5º mm de distância do comprimento de trabalho. Os testes estatísticos não paramétricos de Kruskal-

Wallis e de Múltiplas Comparações de Dunn foram aplicados em grupos que não apresentaram normalidade em sua distribuição, assim como o teste estatístico ANOVA e Tukey-Kramer quando os grupos apresentaram normalidade em sua distribuição. Os resultados não apontaram diferença estatística significativa nas comparações entre grupos em se tratando de desvio apical. Diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) foi apontada somente na comparação do 5º mm do canais méso vestibulares entre os grupos WOG e PTN, durante o ato da remoção da guta percha. Onde PTN apresentou maior desvio em relação a WOG.

### Tomografia - Direção do desvio

A análise da direção do desvio estão dispostas nas Tabelas 1 e 2.

Grupo	Direção do desvio após remoção								
	Canal méso lingual			Canal méso vestibular			Total		
	Mesial	Distal	Ausência	Mesial	Distal	Ausência	Mesial	Distal	Ausência
1 - 1mm	10	8	0	10	8	0	20	16	0
1 - 3mm	7	11	0	5	13	0	12	24	0
1 - 5mm	10	7	1	13	5	0	23	12	1
2 - 1mm	14	4	0	7	10	1	21	14	1
2 - 3mm	10	8	0	9	9	0	19	17	0
2 - 5mm	10	8	0	7	11	0	17	19	0
3 - 1mm	13	5	0	13	5	0	26	10	0
3 - 3mm	7	11	0	9	9	0	16	20	0
3 - 5mm	6	11	1	9	9	0	15	20	1

Tabela 1. Dados da direção de desvio em cada grupo, por canal e por milímetro avaliado, após remoção do material obturador.

Grupo	Direção do desvio após reinstrumentação								
	Canal méseo lingual			Canal méseo vestibular			Total		
	Mesial	Distal	Ausência	Mesial	Distal	Ausência	Mesial	Distal	Ausência
1 - 1mm	11	7	0	12	6	0	23	13	0
1 - 3mm	8	10	0	11	7	0	19	17	0
1 - 5mm	10	8	0	7	11	0	17	19	0
2 - 1mm	10	6	2	7	11	0	17	17	2
2 - 3mm	6	12	0	9	9	0	15	21	0
2 - 5mm	11	7	0	11	7	0	22	14	0
3 - 1mm	8	10	0	5	13	0	13	23	0
3 - 3mm	7	11	0	10	7	1	17	18	1
3 - 5mm	10	8	0	10	7	1	20	15	1

Tabela 2. Dados da direção de desvio em cada grupo, por canal e por milímetro avaliado, após reinstrumentação dos canais radiculares.

Analisando os dados tabulados, foi observado que entre os canais avaliados, os maiores percentuais de desvio apical foram para o sentido mesial (51,23%), quando comparados ao sentido distal (47,68%). Um total de 7 pontos (1,08%), dentre os 648 avaliados, não apresentaram desvio para mesial ou distal.

Os três sistemas estudados, apresentaram uma tendência ao desgaste em sentido mesial, quando avaliados após remoção de guta percha. Ao analisarmos a direção do desvio após reinstrumentação, os sistemas WOG e PTN, foram tendenciosos para mesial e PTU para distal.

### Colocar sobre fratura

### Tomografia - Índice de centralização

As médias dos resultados do cálculo, estão dispostos na tabela 3.

GRUPO	Médias de Índice de Centralização	
	Remoção de guta percha	Reinstrumentação
WOG	0,14	-0,755
PTN	0,833	-0,271
PTU	-0,26	0,003

Tabela 3. Média do índice de centralização por grupo.

Dentre os grupos avaliados, o grupo PTN apresentou média de índice de centralização mais próximo de 1 durante remoção do material obturador.

### Tomografia - Aumento percentual da área após remoção do material obturador e reinstrumentação – exame tomográfico:

Os valores percentuais médios entre o aumento da área do canal méseo vestibular e méseo lingual estão dispostos na tabela 4:

	Após Remoção de guta percha			Remoção x Reinstrumentação			Após Reinstrumentação		
GRUPO	1mm	3mm	5mm	1mm	3mm	5mm	1mm	3mm	5mm
WOG	27,40	25,58	27,37	37,18	32,86	40,55	73,79	67,18	72,71
PTN	24,92	26,31	25,70	26,89	27,56	26,06	59,28	60,13	57,58
PTU	25,70	25,14	26,94	27,90	27,79	24,88	60,56	60,05	58,37

Tabela 4. Valores percentuais médios do aumento da área do canal, comparando todas as etapas e comprimentos estudados.

Observou-se que durante a remoção do material obturador, a maior média percentual de aumento da área, foi observado no 1º mm do grupo WOG. Após reinstrumentação, a maior média foi detectada no 1º mm também do grupo WOG. Quando analisado a porcentagem de aumento da área do canal radicular após remoção e após instrumentação, observou-se um aumento maior no 5º mm do grupo WOG.

Estatisticamente, não foi observada diferença significativa em relação ao aumento percentual de área entre os grupos após remoção do material obturador. Após reinstrumentação, foi observada diferença significativa no 1º mm ( $p < 0,05$ ) e 5º mm ( $p < 0,01$ ), conforme o gráfico 1, onde o grupo WOG promoveu um maior aumento quando comparado aos grupos PTN e PTU.

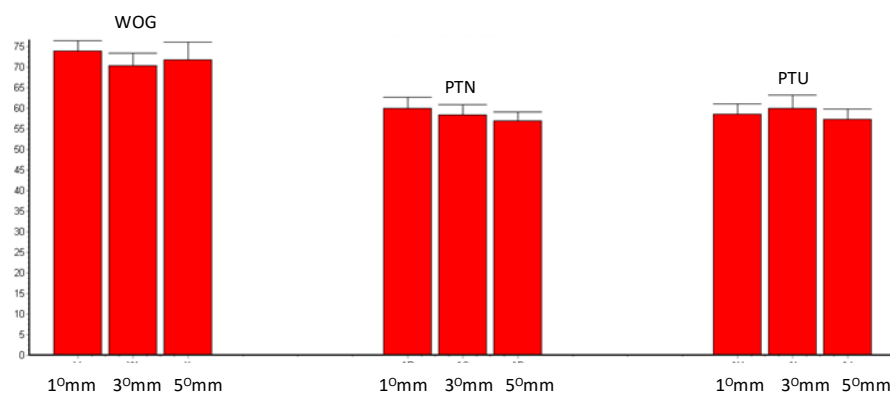


Gráfico 1. Representação gráfica da % do aumento de área de cada grupo 1º, 3º e 5º milímetros, após reinstrumentação.

Ao compararmos o aumento proporcionado pelo instrumento de reinstrumentação em relação ao instrumento de remoção, foi possível observar diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) no 1º mm, 3º mm e 5º mm do grupo WOG quando comparado aos grupos PTN e PTU (gráficos 2 e 3).

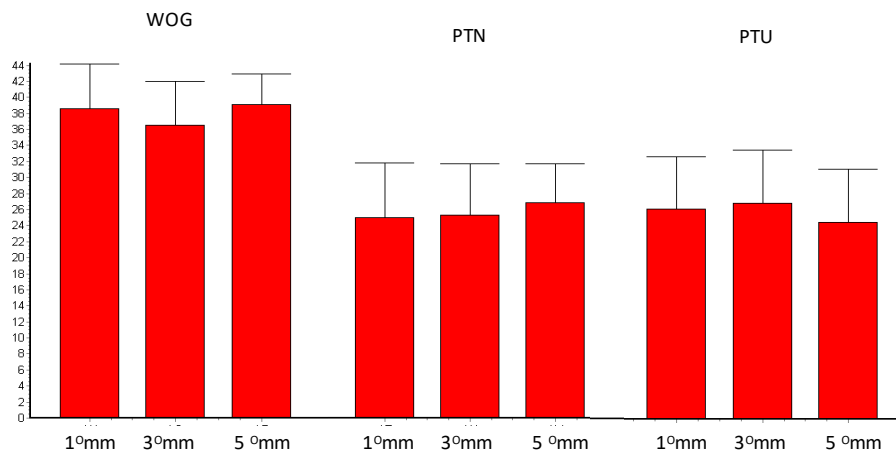


Gráfico 2. Representação gráfica da % do aumento de área de cada grupo no 1º, 3º e 5º milímetros, nos canais méso vestibulares – Pós remoção do material obturador.

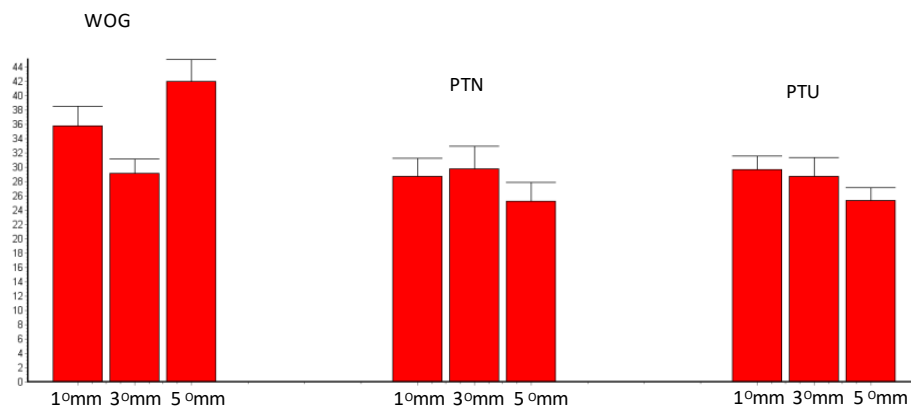


Gráfico 3. Representação gráfica do aumento de área (%) de cada grupo no 1º, 3º e 5º milímetros, nos canais méso linguais – Pós reinstrumentação.

### **Aumento do diâmetro – canais méso linguais – exame radiográfico**

Os valores tabulados pela mensuração do diâmetro radiográfico após remoção do material obturador e reinstrumentação dos canais radiculares, correspondentes à distância das paredes dos canais, foram analisados e apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

Diferença estatística significativa foi apontada na comparação do sistema WOG com o sistema PTN em relação ao aumento de diâmetro mensurado na radiografia no ato de remoção de guta-percha após a instrumentação inicial ( $p < 0,05$ ), ou seja, o sistema WOG promoveu maior aumento do diâmetro dos canais avaliados por meio de radiografia.

Ao compararmos estatisticamente o aumento do diâmetro dos canais na radiografia no ato da remoção do material obturador comparado à reinstrumentação, o sistema WOG promoveu estatisticamente maior aumento do diâmetro dos canais quando comparado ao sistema PTU ( $p < 0,01$ ). Não foi apontada diferença estatística significativa em relação ao aumento da área dos canais na radiografia na comparação da remoção do material obturador e reinstrumentação entre os sistema WOG e PTN e na comparação do sistemas PTU e PTN.

Na comparação dos sistemas estudados em relação à instrumentação inicial com a reinstrumentação, o sistema WOG promoveu maior aumento do diâmetro dos canais na radiografia quando comparado ao sistema PTN e PTU ( $p < 0,01$ ). Não ocorreu diferença estatística significativa entre os sistemas PTN e PTU nesta comparação.

### **Radiografia periapical – Aumento do diâmetro – canais méso vestibulares**

Seguindo os mesmos critérios de análise dos canais méso linguais, foi possível observar que nos canais méso vestibulares diferença estatisticamente significativa foi apontada entre os grupos na comparação entre remoção do material obturador e reinstrumentação dos canais radiculares ( $p < 0,05$ ). Os grupos WOG e PTU apresentaram resultados estatisticamente semelhantes entre si. Diferença estatística significativa foi encontrada na comparação dos grupos WOG e PTU quando comparados ao sistema PTN, ou seja, promoveram maior aumento de diâmetro quando comparados ao sistema PTN (gráfico 4).

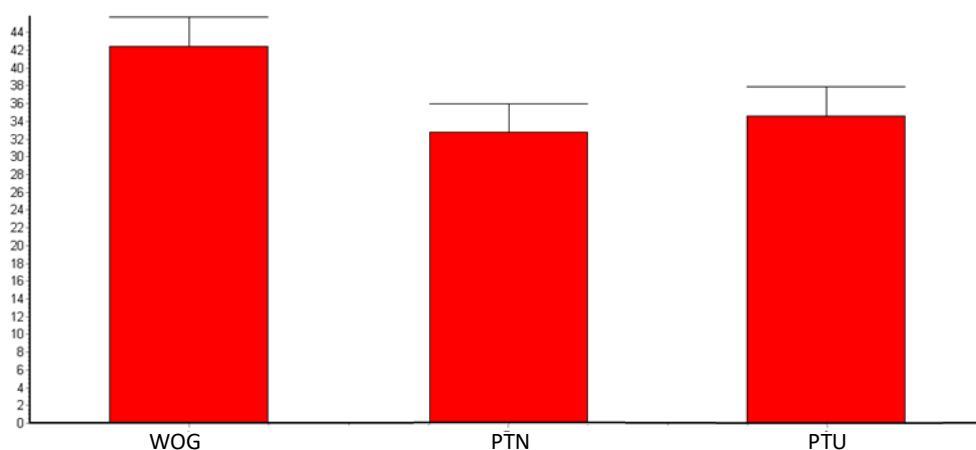


Gráfico 4. Representação gráfica da % do aumento do diâmetro de cada grupo nos canais méso vestibulares.

### **Radiografia periapical – Remanescente de material obturador**

Os valores obtidos por meio da contagem de remanescente de material obturador nas radiografias periapicais, sob uma grade de integração, foram analisados estatisticamente e não



foi observada diferença significativa, quando comparados os valores de remanescente após remoção do material e após reinstrumentação dos canais radiculares entre os grupos.

Observou-se diferença estatisticamente significativa apenas na comparação intragrupo do sistema WOG, onde o instrumento de reinstrumentação (Medium) removeu uma maior quantidade de material obturador quando comparado ao instrumento de remoção da gutapercha (Primary) ( $p < 0,05$ ).

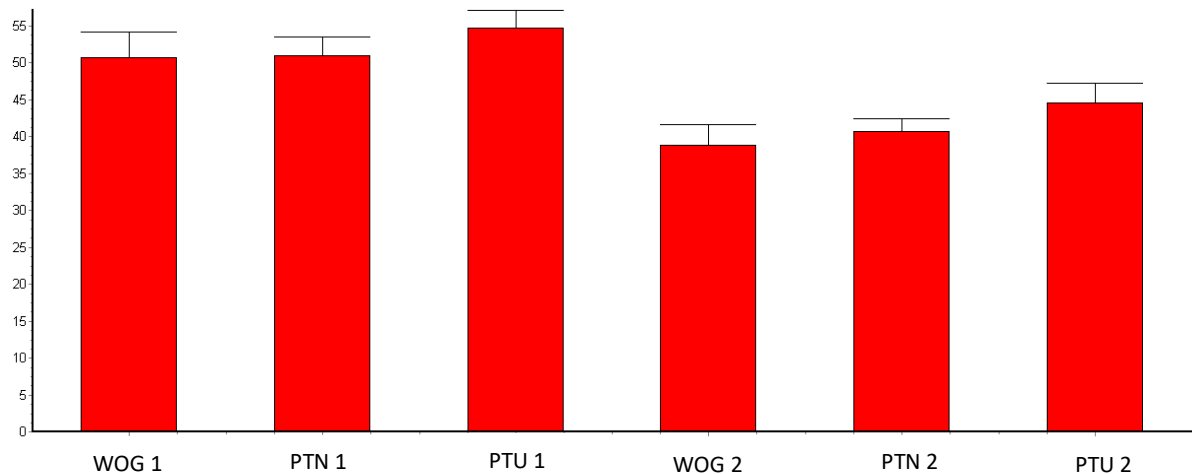


Gráfico 5. Representação gráfica do remanescente de gutapercha após remoção (1) e após reinstrumentação (2) em cada grupo.

## 6 - DISCUSSÃO

A evolução dos instrumentos endodônticos vem proporcionando tratamentos mais rápidos e com números reduzidos de instrumentos. Tal fato, também pode ser aplicado a procedimentos de retratamento endodôntico não cirúrgico, onde instrumentos com diferentes cinemáticas, conicidades e ligas metálicas com novos processos de fabricação (ZUOLO et al., 2013; RIOS et al., 2014; SILVA et al., 2015; SOUZA et al., 2015; YURUKER et al., 2016; OZYUREK et al., 2016; JORGENSEN et al., 2017; AZIM et al., 2018; DELAI et al., 2018), estão substituindo as brocas de Gates-Glidden e instrumentos manuais. Outros trabalhos de pesquisa utilizaram métodos complementares após o emprego de instrumentos mecanizados, como irrigação ultrassônica (ROSA et al., 2015; MARTINS et al., 2017) e instrumento de acabamento final (ALVES et al., 2016), na tentativa de potencializar a remoção de material obturador dos canais radiculares.

Estudos comparando e apresentando bons resultados quanto a flexibilidade e resistência dos sistemas WaveOne Gold e Protaper Next, produzidos com ligas de níquel titânio dourada e *M-wire* respectivamente, com outros sistemas de diferentes ligas

(ADIGUZEL et al., 2017; GOO et al., 2017; KESKIN et al., 2017), tornaram possíveis novas pesquisas com esses sistemas em processos de retratamento endodôntico com diminuição do tempo operatório (OZYUREK et al., 2016; MARTINS et al., 2017; DELAI et al., 2018; AZIM et al., 2018).

A proposta deste estudo foi avaliar o procedimento de remoção da guta percha e posterior instrumentação do sistema de canais radiculares, uma vez que na literatura apenas o processo de remoção do material obturador com diferentes instrumentos tem sido avaliado (ZUOLO et al., 2013; RIOS et al., 2014; SILVA et al., 2015; SOUZA et al., 2015; YURUKER et al., 2016; OZYUREK et al., 2016; JORGENSEN et al., 2017; AZIM et al., 2018), necessitando de um protocolo clínico efetivo para a reintervenção endodôntica.

Com a proposta de somar à ciência, principalmente no campo da Endodontia, este estudo propôs um protocolo de retratamento, empregando apenas os sistemas mecanizados na remoção da massa obturadora e reinstrumentação do sistema de canais radiculares. Estabeleceu-se um protocolo, onde foram utilizados dois instrumentos de cada sistema, sendo o primeiro de menor calibre (X2 – 25.06 do sistema Protaper Next e Primary – 25.07 do sistema WaveOne Gold), para remoção do material obturador, seguido de um segundo instrumento do mesmo sistema com maior calibre (X3 – 30,07 do sistema Protaper Next e Medium – 35.05 do sistema WaveOne Gold) para reinstrumentação do canal radicular.

Neste estudo, a proposta acima foi testada em raízes mesiais de molares inferiores, com intuito de buscar uma nova forma de limpeza, avaliando o desvio da trajetória original do canal radicular (OZYUREK et al., 2016; ALVES et al., 2016; DELAI et al., 2018). A escolha de raízes mesiais de molares inferiores apresentando dois canais e forames independentes, com ângulos de curvatura entre 20 e 50 graus (SCHNEIDER, 1971) e raio de curvatura menor ou igual a 10 mm segue os critérios adotados em estudos anteriores e por se aproximarem das condições encontradas durante a conduta clínica do profissional em seu cotidiano (PRUETT; CLEMENTE; CARNES, 1997).

A realização de diferentes métodos de pesquisa, como cortes histológicos (CARVALHO et al., 2015), comparações radiográficas (SILVA et al., 2015), microscópio cirúrgico odontológico (ZUOLO et al., 2013; RIOS et al., 2014; SOUZA et al., 2015), estereomicroscópio (OZYUREK et al., 2016), microtomografia computadorizada (JUNAID et al., 2014; ROSA et al., 2015; ALVES et al., 2016; AMARAL et al., 2016; MARTINS et al., 2017; ZANESCO et al., 2017; DELAI et al., 2018), vem sendo aplicadas por pesquisadores

para avaliar a instrumentação e retratamento dos canais radiculares com sistemas mecanizados. A tomografia computadorizada *cone-beam*, também tem sido utilizada, pois por esse método é possível obter imagens tridimensionais, antes e após os procedimentos, de forma não destrutiva, preservando a estrutura do material ou corpo de prova (YURUKER et al., 2015; COSTA et al., 2017;). A tomografia computadorizada *cone-beam*, mostrou-se uma ferramenta de medição confiável e não invasiva, podendo ser empregada para explorar em detalhes o sistema de canais radiculares (ENALGHY et al., 2014; YURUKER et al., 2016; COSTA et al., 2017; HASHEMINIA et al., 2018). Atualmente a microtomografia computadorizada, por ser uma ferramenta de alta amplificação e capacidade de inspeção não destrutiva, vem sendo utilizada em trabalhos para avaliar quantitativa e qualitativamente, possíveis intercorrências no mesmo espécime antes e depois dos procedimentos endodônticos (JUNAID et al., 2014; ROSA et al., 2015; CASSIMIRO et al., 2017; YILMAZ et al., 2017).

Por meio dos resultados obtidos relacionados à direção do desvio apical, foi observado maior desvio da trajetória dos canais para direção mesial, ou seja, para a porção externa da raiz na porção anti-furca. Dos 648 pontos analisados, sendo 324 após remoção de guta percha e 324 após reinstrumentação dos canais radiculares, 332 (169 após remoção e 163 após reinstrumentação) apresentaram desvio para a mesial (51,23%), 309 (152 após remoção e 157 após reinstrumentação) para a distal (47,68%) e 7 (3 após remoção e 4 após reinstrumentação) não apresentaram desvio (1,08%). Os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com outros trabalhos com a mesma proposta (JUNAID et al., 2014; CARVALHO et al., 2015; ZANESCO et al., 2017).

A ocorrência de transporte em sentidos diferentes no mesmo canal, mas em pontos diferentes, está diretamente associado ao ângulo e raio de curvatura da raiz (YOU et al., 2011). Maiores médias de desvio apical ocorridas nas paredes mesiais das raízes estudadas, estão relacionadas ao fato da parede distal agir no sentido anti-furca e forçar instrumentos, produzidos com ligas que apresentam memória de forma, contra a parede mesial (YOU et al., 2011; JUNAD et al., 2014; CARVALHO et al., 2015; ZANESCO et al., 2017).

Ao avaliarmos os resultados do desvio promovido pelas diferentes técnicas após remoção e reinstrumentação, não foi observada diferença estatística significativa no 1º mm e 3º mm. Entretanto foi observada diferença estatística significativa no 5º mm do canal méso vestibular, quando comparados os grupos WOG e PTN após remoção de guta percha. Esse resultado pode ser explicado pela maior flexibilidade do sistema WOG e pela memória

controlada de sua liga (DELAI et al., 2018; AZIM et al., 2018; DELAI et al., 2018), que proporciona uma instrumentação mais centralizada e com menor tensão no sentido anti-furca em raízes com curvaturas mais acentuadas. Esses dados, corroboram com os estudos de Elnaghy, et al., (2014), Nabavizadeh et al., (2014), Wu et al., (2015), Amaral et al., (2016), que apresentaram desvio em algum ponto estudado da extensão do canal radicular.

Quanto ao índice de centralização dos instrumentos, estabelece-se que os valores mais próximos a zero, significam menor capacidade do instrumento em se manter centralizado no interior dos canais radiculares e quanto mais próximo a 1,0 (um), maior seria essa capacidade (GAMBIL; ALDER; RIO, 1996). Neste trabalho, deve-se considerar a presença de material obturador ocupando a luz do canal, podendo interferir no trajeto do instrumento em direção ao forame apical, concordando com trabalhos publicados anteriormente (NEVARES et al., 2016; ELNAGHY et al., 2017).

No presente estudo, não foi encontrado diferença estatisticamente significativa, porém o sistema PTN apresentou média de índice de centralização mais próximo de 1 após remoção da guta percha (0,83). Este resultado pode ser relacionado ao movimento excêntrico que o instrumento apresenta por seu núcleo ser descentralizado (WU et al., 2015; LOPES et al., 2017), fazendo com que estes instrumentos trabalhem com menor contato nas paredes dos canais radiculares, diminuindo as chances de desvio da trajetória original do canal. Após reinstrumentação, nenhum dos grupos apresentou média próximo a 1, pois os instrumentos utilizados nesta etapa são mais calibrosos quando comparados aos instrumentos de remoção de guta percha, aumentando as chances de descentralização do instrumento (WU et al., 2015; OZYUREK et al., 2016; ALVES et al., 2016; DELAI et al., 2018).

Na análise do aumento percentual da área da luz do canal foi apontado diferença estatística significativa onde o grupo WaveOne Gold proporcionou um aumento de área maior, após reinstrumentação, em relação a Protaper Next e Protaper Universal, no 1º e 5º milímetros. Também foi encontrada diferença estatística significativa ao compararmos o aumento de área após remoção e após reinstrumentação dos canais radiculares, o grupo WaveOne Gold apresentou maiores índices no 1º, 3º e 5º milímetros. Diferente de estudos anteriores que compararam o aumento de área com instrumentos de ponta com o mesmo diâmetro (ELNAGHY et al., 2014; ZANESCO et al., 2017), no presente estudo, o instrumento utilizado para reinstrumentação do sistema WaveOne Gold apresenta um diâmetro maior em sua ponta (350 µm) (AZIM et al., 2018; DELAI et al., 2018) quando

comparado aos sistemas Protaper Next e Protaper Universal (300  $\mu\text{m}$ ) (OZYUREK et al., 2016; LOPES et al., 2017; DELAI et al., 2018), podendo explicar a diferença no aumento da área da luz do canal radicular.

Como complementação à metodologia empregada para avaliação do aumento de área por meio da tomografia utilizamos o método radiográfico no sentido méso-lingual, ao contrário dos trabalhos de Nabavizadeh et al. 2014; Zanesco et al. 2017 que utilizaram feixes de raio-x no sentido méso-lingual e/ou vestibulo-distal com o propósito de avaliar desvio apical. Após análise radiográfica do aumento do diâmetro promovido pelos instrumentos testados, foi observada diferença estatística significativa entre WOG e PTN após remoção de guta percha, onde WOG estatisticamente promoveu um maior aumento de área em relação à PTN. Após reinstrumentação houve diferença estatística significativa, onde WOG obteve um maior aumento de diâmetro em relação aos grupos PTN e PTU. Estes resultados condizem com os resultados encontrados na avaliação com tomografia computadorizada deste mesmo estudo, à respeito da porcentagem de aumento de área da luz do canal, em que o sistema WOG (DELAJ et al., 2018) proporcionou maiores médias de aumento de área quando comparado a PTN e PTU.

Ao avaliarmos os resultados obtidos por meio das imagens de radiografia periapical no sentido méso – distal, para avaliação do aumento do diâmetro das paredes dos canais radiculares após obturação, remoção e reinstrumentação, observou-se que o diâmetro encontrado entre as paredes dos canais radiculares nas imagens radiográficas, estavam próximos do diâmetro dos instrumentos dos grupos WOG, PTN e PTU. Os resultados de remoção de guta-percha apontaram diferença entre remoção e reinstrumentação dos canais do grupo WOG. Este desfecho pode ser explicado pelo fato do instrumento de reinstrumentação do grupo WOG apresentar diâmetro de taper 35.06 (350  $\mu\text{m}$ ), sendo 100  $\mu\text{m}$  maior que o instrumentos de remoção do material obturador com taper 25.07 (250  $\mu\text{m}$ ) do mesmo sistema (DELAJ, et al., 2018). Diferente dos outros grupos, que apresentaram instrumentos para a reinstrumentação com apenas 50  $\mu\text{m}$  maior que os instrumentos de remoção de guta percha (250  $\mu\text{m}$ ) (WU et al., 2015; ROSA et al., 2015; SOUZA et al., 2015; YILMAZ et al., 2017).

Os sistemas utilizados apresentaram boas características no contexto de retratamento endodôntico, contudo, sugere-se que novas pesquisas utilizando o hibridismo, ou seja, a associação de diferentes sistemas e cinemáticas, além de pesquisas clínicas com

acompanhamento aos pacientes para avaliar a eficácia do tratamento utilizando a metodologia empregada neste trabalho, podem ser realizadas como complementação deste estudo.

## 7 - CONCLUSÕES

Diante da metodologia empregada e dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Os sistemas estudados promoveram desvio da trajetória original do canal;
- O sistema PTN apresentou maior desvio em relação ao sistema WOG após remoção de guta percha no 5º mm dos canais estudados.
- Nenhuma das técnicas testadas mostrou plena capacidade de centralização do instrumento ( $=1,0$ ), não sendo apontada diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $P > 0,05$ );
- O sistema WOG proporcionou um maior aumento de área percentual em relação aos sistemas PTN e PTU após remoção do material obturador e reinstrumentação durante o retratamento endodôntico não havendo diferença significativa em relação a ptn e ptu;
- Os sistemas avaliados não apresentaram diferença em relação à remoção de material obturador e na reinstrumentação do sistema de canais radiculares;
- O sistema WOG promoveu maior aumento do diâmetro entre as paredes dos canais, através de imagens de radiografias periapicais, quando comparado aos sistemas PTN e PTU;

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES RFR., et al., Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher. **Journal of Endodontics**, v.42, p.1114:1119, July 2016.

AMARAL, ROJF. et al. Influence of Cervical and Apical Enlargement Associated with the WaveOne System on the Transportation and Centralization of Endodontic Preparations. **J Endod**. v42: 626-631. April 2016.

AZIM, AA. et al. Comparison between Single-file Rotary Systems: Part 1—Efficiency, Effectiveness, and Adverse Effects in Endodontic Retreatment. **J Endod**, 44: 1720 – 1724. Nov 2018

CARVALHO GM., *et al.*, Apical Transportation, Centering Ability, and Cleaning Effectiveness of Reciprocating Single-file System Associated with Different Glide Path Techniques. **Journal of Endodontics**, v.41, p.2045:2049, December 2015.

CASSIMIRO M., *et al.*, Occurrence of dentinal defects after root canal preparation with R-phase, M-Wire and Gold Wire instruments: a micro-CT analysis. **BMC Oral Health**. 2017.

COSTA EL., et al., Effect of large instrument use on shaping ability and debris extrusion of rotary and reciprocating systems. **J Invest Clin Dent**. 2017;e12289.

DELAI D., et al., Apically extruded debris in filling removal of curved canals using 3 NiTi systems and hand files. **Brazilian Dental Journal**. 29(1): 54-59. September 2018.

DELAI, D. et al. Efficacy of a thermally treated single file compared with rotary systems in endodontic retreatment of curved canals: a micro-CT study. **Clinical Oral Investigations**. September 2018

ELNAGHY, M.; ELSAKA, Shaymaa E., Evaluation of Root Canal Transportation, Centering Ratio, and Remaining Dentin Thickness Associated with ProTaper Next Instruments with and without Glide Path. Volume 40, Number 12, p. 2053-2056, 2014.

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

GOO HJ et a., Mechanical Properties of Various Heat-treated Nickel-titanium Rotary Instruments. **Journal of Endodontics**, v.43, p.1872:1877, November 2017.

HASHEMINIA, SM. et al. Cone-beam Computed Tomographic Analysis of Canal Transportation and Centering Ability of Single-file Systems. **J Endod**, 44: 1788 – 1791. Nov 2018.



JORGENSEN B., et al., The Efficacy of the WaveOne Reciprocating File System versus the ProTaper Retreatment System in Endodontic Retreatment of Two Different Obturating Techniques. **Journal of Endodontics**, v.43, p.1011:1013, Jun3 2017.

JUNAID A., *et al.*, 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, May 2014.

KESKIN C et al., Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating Instruments. **Journal of Endodontics**, v.43, p.1360:1363, August 2017.

LOPES, RMV., *et al.*, Untouched canal areas and debris accumulation after root canal preparation with rotary and adaptive systems. **Australian Endodontic Journal**, September 2017.

MARTINS, MP., et al., Effectiveness of the ProTaper Next and Reciproc Systems in Removing Root Canal Filling Material with Sonic or Ultrasonic Irrigation: A Micro-computed Tomographic Study. **Journal of Endodontics**, v.43, p 467 – 471, March 2017.

NABAVIZADEH, M. et al. A Comparison of Apical Transportation in Severely Curved Canals Induced by Reciproc and BioRaCe Systems. **Iran Endod J.** ;9(2):117-122.

NEVARES G.,et al., Evaluation of Apically Extruded Debris during Root Canal Retreatment Using ProTaper Next and Reciproc in Severely Curved Canals. **Iranian Endodontic Journal** 2017;12(3): 323-328.

OZYUREK T., DEMIRYUREK EO., Efficacy of Different Nickel-Titanium Instruments in Removing Gutta-percha during Root Canal Retreatment. **Journal of Endodontics**, v.42, p 646 – 649, April 2016.

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

RIOS, M. A.; *et al.*, Efficacy of 2 Reciprocating Systems Compared with a Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal. **Journal of Endodontics**. V. 40, n. 4, p. 543-546, April 2014.

ROSA RA., et al., Micro-CT Evaluation of Root Filling Removal after Three Stages of Retreatment Procedure. **Brazilian Dental Journal** 26(6): 612-618. 2015.

SCHNEIDER, Sam W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral Surg**, 2(32), 1971.

SILVA, E. J. N. L., *et al.*, Effectiveness of rotatory and reciprocating movements in root canal filling material removal. **Braz Oral Res**, v.29, n.1, 2015.

SOUZA PF., et al., Root canal retreatment using reciprocating and continuous rotary nickel-titanium instruments. **European Journal of Dentistry**, Vol 9 / Issue 2 / Apr-Jun 2015.

WU, H., *et al.*, Shaping ability of ProTaper Universal, WaveOne and ProTaper Next in simulated L-shaped and S-shaped root canals. **BMC Oral Health**. 2015.

YILMAZ A., et al., Evaluation of Dentin Defect Formation during Retreatment with Hand and Rotary Instruments: A Micro-CT Study. **Scanning**. 2017.

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

YÜRÜKER, S. et al. Efficacy of Combined Use of Different Nickel-Titanium Files on Removing Root Canal Filling Materials. **J Endod.** v42: 487 – 490. March 2016.

ZANESCO, C. et al. Apical Transportation, Centering Ratio, and Volume Increase after Manual, Rotary, and Reciprocating Instrumentation in Curved Root Canals: Analysis by Micro-computed Tomographic and Digital Subtraction Radiography. **J Endod.** 43: 486-490. March 2017.

ZUOLO, A. S., et al., Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. **International Endodontic Journal**, v.46, p.947-853, 2013.



**APÊNDICE**

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

FICHA DE COLETA REFERENTE À PESQUISA 'ANÁLISE COMPARATIVA DA  
 AÇÃO DOS INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS OU RECIPROCANTE NO  
 RETRATAMENTO ENDODÔNTICO'

PÁGINA 1 – MEDIDAS ANTERIORES À INSTRUMENTAÇÃO

Dente	Grupo	Distância apical	Mesial do MV (X1)	Distal do MV (Y1)	Mesial do ML (X1)	Distal do ML (Y1)
		1 mm				
		3 mm				
		5 mm				
		1 mm				
		3 mm				
		5 mm				
		1 mm				
		3 mm				
		5 mm				

## ANEXOS



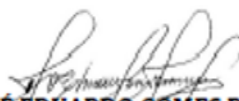
Poder Executivo  
Ministério da Educação  
Universidade Federal do Amazonas  
Faculdade de Odontologia  
Gabinete da Diretoria



### TERMO DE ANUÊNCIA

A FACULDADE DE ODONTOLOGIA manifesta-se **FAVORÁVEL** à realização das atividades relativas ao Projeto de Pesquisa intitulado "ESTUDOS IN VITRO DE UM PROTOCOLO DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO REALIZADO COM INSTRUMENTOS PROTAPER UNIVERSAL, PROTAPER NEXT E WAVEONE GOLD EM MOLARES INFERIORES", a ser desenvolvido pelo discente EDUARDO HIDEKI SUZUKI, do Programa de Pós-Graduação em Odontologia – PPGO/UFAM, sob orientação da Prof. Dr. ANDRÉ AUGUSTO FRANCO MARQUES, a ser realizado nas dependências do Laboratório de Pesquisa desta Instituição de Ensino.

Manaus, 27 de novembro de 2017.

  
**Prof. Dr. JOSÉ EDUARDO GOMES DOMINGUES**  
Diretor da Faculdade de Odontologia da UFAM



Poder Executivo  
Ministério da Educação  
Universidade Federal do Amazonas  
Faculdade de Odontologia  
Programa de Pós-Graduação em Odontologia



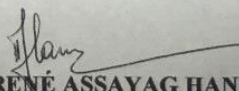
## DECLARAÇÃO AO PESQUISAR

Para fins de documentação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), o BIOBANCO DA UFAM irá auxiliar o projeto de pesquisa em questão por meio do empréstimo de 54 (cinquenta e quatro) dentes molares inferiores para a execução do trabalho de pesquisa intitulado: "Análise comparativa da ação dos instrumentos rotatórios ou recíprocos no retratamento endodôntico", a ser realizado pelo mestrando em Odontologia EDUARDO HIDEKI SUZUKI, sob orientação do Prof. Dr. André Augusto Franco Marques.

### Orientações:

Os dentes somente serão entregues ao pesquisador após a apresentação da aprovação do projeto de pesquisa pelo CEP, via PLATAFORMA BRASIL.

Manaus, 27 de Novembro de 2017.

  
Prof. Dra. AIDA RENÉ ASSAYAG HANNAN  
Vice-Presidente do Biobanco da UFAM

Aida René A. Hannan  
Cirurgiã Dentista  
CRO/AM 363



MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

## FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: ESTUDO DE PROTOCOLOS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO REALIZADOS COM INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS E RECÍPROCANTES			
2. Número de Participantes da Pesquisa: 30			
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 4. Ciências da Saúde			
<b>PESQUISADOR RESPONSÁVEL</b>			
5. Nome: Eduardo Hideki Suzuki			
6. CPF: 378.941.488-07		7. Endereço (Rua, n.º): BARAO DE INDAIA FLORES cond res laranjeiras casa 255 MANAUS AMAZONAS 69058448	
8. Nacionalidade: BRASILEIRO		9. Telefone: 92981064038	10. Outro Telefone:
		11. Email: suzuki_he13@hotmail.com	
<p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.</p>			
Data: 15 / 12 / 2017		 Assinatura	
<b>INSTITUIÇÃO PROPONENTE</b>			
12. Nome: Universidade Federal do Amazonas - UFAM		13. CNPJ: 04.378.626/0001-97	14. Unidade/Orgão: PPGO / FAO
15. Telefone: (92) 3305-5130		16. Outro Telefone:	
<p>Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.</p>			
Responsável: <u>MARJA AUGUSTA BESA REBELO</u>		CPF: <u>136.374.012-15</u>	
Cargo/Função: <u>COORDENADORA PPGO-UFAM</u>			
Data: 15 / 12 / 2017		 Assinatura	
<b>PATROCINADOR PRINCIPAL</b>			
NÃO se aplica.			



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** ESTUDO DE PROTOCOLOS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO REALIZADOS COM INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS E RECÍPROCANTES

**Pesquisador:** Eduardo Hideki Suzuki

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 82714717.9.0000.5020

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

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.538.629

**Apresentação do Projeto:**

Este trabalho terá como objetivo avaliar a eficácia dos sistemas ProTaper Next, ProTaper Universal e WaveOne Gold na ocorrência de alterações na estrutura dentinária de canais mesiais de molares inferiores após retratamento endodôntico, sendo avaliados assim o desvio apical, material obturador remanescente, peso radicular após os protocolos de retratamento e o índice de centralização do instrumento no canal. Serão selecionados

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1051346.pdf	28/02/2018 12:39:23		Aceito
Outros	carta.doc	28/02/2018 12:38:44	Eduardo Hideki Suzuki	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	28/02/2018 00:49:29	Eduardo Hideki Suzuki	Aceito
Outros	curriculoprofandre.pdf	22/02/2018 17:39:41	Eduardo Hideki Suzuki	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto3.doc	16/12/2017 19:04:09	Eduardo Hideki Suzuki	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Justificativa.docx	16/12/2017 19:01:51	Eduardo Hideki Suzuki	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	biobanco.jpg	16/12/2017 18:01:48	Eduardo Hideki Suzuki	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo.png	16/12/2017 18:01:05	Eduardo Hideki Suzuki	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MANAUS, 12 de Março de 2018

\_\_\_\_\_  
Assinado por:  
Eliana Maria Pereira da Fonseca