



UNESP – Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



AIDA RENÉE ASSAYAG HANAN

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS DE
INSTRUMENTOS RECIPROCANTES POR MEIO DE
MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA ANTES E APÓS O
USO**

Araraquara
2014



UNESP – Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



AIDA RENÉE ASSAYAG HANAN

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS DE
INSTRUMENTOS RECIPROCANTES POR MEIO DE
MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA ANTES E APÓS O
USO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Interinstitucional Novas Fronteiras - UNESP/UFAM. Pós-Graduação em Odontologia - Área de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho para título de Doutor em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

Araraquara
2014

Hanan, Aida Renée Assayag

Avaliação das características superficiais de instrumentos reciprocantes por meio de microscopia eletrônica de varredura antes e após o uso / Aida Renée Assayag Hanan.-- Araraquara: [s.n.], 2014.

116 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

1. Endodontia 2. Instrumentos odontológicos 3. Microscopia

I. Título

AIDA RENÉE ASSAYAG HANAN

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS DE INSTRUMENTOS
RECÍPROCANTES POR MEIO DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE
VARREDURA ANTES E APÓS O USO**

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

2º Examinador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

3º Examinador: Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Villela Berbert

4º Examinador: Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Jr.

5º Examinador: Prof. Dr. Eloi Dezan Jr.

Araraquara, 06 de outubro de 2014.

AIDA RENÉE ASSAYAG HANAN

Nascimento:	28.08.1954
Naturalidade:	Manaus/AM
Filiação:	Chalon Hanan Luna Assayag Hanan
1972-1975	Graduação em Odontologia pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM
1976-1977	Especialização em Endodontia – Policlínica Geral do Rio de Janeiro
2011-2014	Programa de Doutorado Interinstitucional Novas Fronteiras - UNESP/UFAM. Pós-Graduação em Odontologia - Área de Endodontia. Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista- UNESP.

A **meus pais, em especial a minha mãe**, pois tudo o que sou, devo a ela. Atribuo todos meus sucessos nesta vida ao ensino moral e intelectual que recebi dela.

Para Sempre
“Por que Deus permite que as mães vão-se embora?
Mãe não tem limite,
é tempo sem hora,
luz que não apaga.....
Morrer acontece
com o que é breve e passa
sem deixar vestígio.
Mãe, na sua graça, é eternidade”.

Carlos Drummond de Andrade

A **minha irmã**, anjo que Deus colocou em minha vida. Obrigada pelos ensinamentos, amizade, carinho, companheirismo e cumplicidade na realização de meus sonhos. Essa conquista é sua também.

Aos meus **filhos Igor e Renata**, pelo grande incentivo e estímulo por novas conquistas.

Ao meu cunhado **Rachid** pela ajuda durante todo o DINTER, principalmente na confecção das aulas.

Ao meu sobrinho **Bruno** por dividir comigo a atenção de sua mãe, nossa grande MESTRA.

Ao meu esposo **Luiz Flávio**, companheiro de décadas, meu incentivador..... Tudo que faço, faço por nós dois.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar”.

Chico Xavier

Ao **Professor Dr. Idomeo Bonetti Filho**, por sua ajuda e confiança.

A **Deus**, pelas bênçãos concedidas, pelas dificuldades superadas, por mais um sonho realizado.

À **Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP**, na pessoa de seu Magnífico Reitor **Prof. Dr. Julio Cezar Durigan** e Vice-Reitora **Prof^a. Dr^a. Marilza Vieira Cunha Rudge**.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, na pessoa de sua Diretora **Prof^a. Dr^a. Andréia Affonso Barretto Montandon** e sua Vice-Diretora **Prof^a. Dr^a. Elaine Maria Sgavioli Massucato**.

Ao Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr, representado pelo chefe **Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Villela Berbert** e pelo Vice-Chefe **Prof. Dr. Edson Alves de Campos**.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia coordenado pelo **Prof. Dr. Carlos Rossa Jr.**

Ao **Programa de Doutorado Interinstitucional Novas Fronteiras – UNESP – UFAM**.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da FAO/UFAM coordenado pela **Prof^a. Dr^a. Maria Augusta Bessa Rebello (2011-2013)** e pelo **Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Jr. (2013-2015)**, pela ajuda prestimosa concedida.

À **Prof^a. Dr^a. Maria Fulgência Costa Lima Bandeira**, pelo apoio incondicional na realização do curso e muito mais pela permanência no mesmo.

À **Prof^a. Dr^a. Nikeila Chacon de Oliveira Conde**, diretora da Faculdade de Odontologia da UFAM, à **Prof^a. Dr^a. Flávia Cohen Carneiro**, coordenadora

acadêmica da FAO-UFAM e à **Prof^a. Dr^a. Tânia Cristina Alcântara**, coordenadora de graduação do Curso de Odontologia da FAO-UFAM. Obrigada pelo apoio, confiança, incentivo e, acima de tudo, pela amizade.

Aos demais **professores do Programa Dinter UFAM/UNESP**, pelos conhecimentos repassados.

Aos funcionários da Pós-graduação da FOAr **Alexandre e Mara**, por toda atenção e paciência.

Aos **colegas do DINTER** pela simpatia, pelo incentivo, paciência e principalmente pela amizade.

Aos Tios **Ary e Pollyanna**, pelo companheirismo durante nossas viagens.

Ao Prof. Dr. **Emílio Carlos Sponchiado Jr**, pela contribuição, disponibilidade e amizade.

Aos colegas da Endodontia, **Ângela, André e Celso** pelo constante aprendizado.

Especialmente à amiga **Danielly Meirelles** pela disponibilidade em ajudar a qualquer momento, pelo apoio e principalmente pela amizade.

Aos amigos **Maíra Carvalho e Samir Noronha** pela prestimosa ajuda no experimento do presente estudo.

À **CAPES** pela bolsa de estudo concedida.

Aos **colegas da FAO/UFAM**, em especial à **Patrícia e Fykrie** pela compreensão e pelo trabalho dobrado, diante de meu afastamento.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

O Tempo

“A vida é o dever que nós trouxemos para fazer em casa.

Quando se vê, já são seis horas!

Quando de vê, já é sexta-feira!

Quando se vê, já é Natal...

Quando se vê, já terminou o ano...

Quando se vê perdemos o amor da nossa vida.

Quando se vê passaram 50 anos!

Agora é tarde demais para ser reprovado...

Se me fosse dado um dia, outra oportunidade, eu nem olhava o relógio.

Seguiria sempre em frente e iria jogando pelo caminho a casca dourada e inútil das horas...

Seguraria o amor que está a minha frente e diria que eu o amo...

E tem mais: não deixe de fazer algo de que gosta devido à falta de tempo.

Não deixe de ter pessoas ao seu lado por puro medo de ser feliz.

A única falta que terá será a desse tempo que, infelizmente, nunca mais voltará”.

Hanan ARA. Avaliação das características superficiais de instrumentos reciprocantes por meio de microscopia eletrônica de varredura antes e após o uso. [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

RESUMO

Analisou-se, por meio de MEV, instrumentos endodônticos reciprocantes de Ni-Ti, antes e após o uso, a fim de avaliar a presença de detritos, defeitos e deformações. Para tanto, vinte e seis instrumentos, foram divididos em 2 grupos, sendo 13 WaveOne® e 13 Reciproc®, os quais foram fotomicrografados com aumento de 150 vezes, a 2 e 4mm da ponta, após sua retirada da embalagem. Os instrumentos foram utilizados no preparo de canais radiculares mesiais de 26 molares permanentes inferiores humanos extraídos. Após, foram lavados em cuba ultrassônica e submetidos a nova análise microscópica para visualizar detritos e deformações tendo como critérios a presença ou não de borda irregular, ranhura, microcavidade e rebarba. Após análise em MEV e de posse dos escores dos avaliadores, os dados coletados foram submetidos à análise estatística descritiva pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann Whitney, ao nível de significância de 5%. Todos os instrumentos analisados apresentaram detritos antes e após o uso. Houve diferença estatisticamente significativa quanto a defeitos e deformações entre os grupos ($p < 0,05$). A presença de defeitos e deformações foi maior nos instrumentos WaveOne® em relação aos instrumentos Reciproc®. É essencial que os fabricantes dos instrumentos endodônticos reciprocantes implementem métodos de acabamento superficial eficazes, melhorando a qualidade desses instrumentos.

Palavras-chave: Endodontia; instrumentos odontológicos; microscopia.

Hanan ARA. Evaluation of the superficial characteristics of NiTi reciprocating instruments before and after they were used by scanning electron microscopy. [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

ABSTRACT

In order to evaluate by SEM, endodontic instruments reciprocating NiTi before and after use, considering debris, defects and deformations, twenty six instruments were divided into 2 groups, with 13 WaveOne[®] and 13 Reciproc[®], which were micrographed with 150x magnification, after removal of the packaging. The files were used in the preparation of root canals of the mesial roots of extracted human mandibular molars. After, they were washed in ultrasonic tank and subjected to microscopic analysis to see new debris and deformations having as criteria the presence of irregular edge slot microcavity and burr. After the analysis using SEM and having the avaluators scores, the results were statistically compared using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney`s Tests, at a significance level of 5%. All instruments analyzed showed debris before and after use. There was a statistically significant difference regarding defects and deformations between groups ($p < 0.05$). The presence of defects and deformities was higher in Waveone[®] instruments than Reciproc[®] instruments. It is essential that manufacturers of reciprocating endodontic instruments implement effective methods of surface finish in order to improve the quality of those favoring the success of endodontic treatment.

Keywords: Endodontics; dental instruments; microscopy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3 PROPOSIÇÃO.....	46
4 MATERIAL E MÉTODO.....	48
4.1 Material.....	49
4.2 Método.....	49
4.2.1 Seleção da Amostra.....	49
4.2.2 Confeção dos Corpos de Prova.....	53
4.2.3 Fotomicrografias das limas antes da instrumentação dos canais radiculares por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	53
4.2.4 Instrumentação do Sistema de Canais Radiculares.....	55
4.2.5 Fotomicrografias das limas após a instrumentação dos canais radiculares por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	56
4.2.6 Análise das Fotomicrografias.....	57
4.2.7 Análise Estatística.....	58
5 RESULTADO.....	59
6 DISCUSSÃO.....	81
7 CONCLUSÃO.....	91
REFERÊNCIAS.....	93
ANEXO	103
APÊNDICES	105

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

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

Durante o preparo biomecânico, a manutenção da forma original e da posição do forame apical são fatores essenciais no contexto da terapêutica endodôntica para se obter sucesso. Várias técnicas têm sido desenvolvidas para minimizar os erros decorrentes da instrumentação do canal radicular, uma vez que ainda há dificuldades em preparar, efetivamente, canais curvos e achatados devido à complexidade anatômica dos dentes^{27,29}.

O preparo biomecânico é uma fase crítica, não só pela diversidade morfológica interna do canal radicular, como também pela falta de conhecimento dos profissionais, sobre as propriedades físicas das limas endodônticas, assim como da utilização de protocolos técnicos inadequados durante as instrumentações, que podem levar a erros e acidentes como desvio do trajeto original do canal, a fratura de instrumentos, formação de degraus e perfurações radiculares^{14,41}.

O desenvolvimento tecnológico possibilitou a confecção de novos instrumentos fabricados a partir de ligas de níquel-titânio (NiTi), as quais possuem propriedades de efeito memória de forma e superelasticidade que constituem o seu grande diferencial. Outras vantagens das mesmas são a redução do tempo de trabalho, do estresse profissional, além de diminuir os erros relacionados à instrumentação de canais curvos, uma vez que essas propriedades fazem com que o instrumento acompanhe a curvatura do canal radicular, reduzindo o deslocamento apical e a alteração de sua forma original⁴¹. Embora estes instrumentos apresentem inúmeras

vantagens, há no entanto um aumento do risco de fratura destes durante a sua utilização em canais curvos, e esta ocorrência pode comprometer o sucesso do tratamento. Duas propriedades são muito importantes para o desempenho clínico de instrumentos em canais curvos: flexibilidade e resistência à fadiga cíclica.

A despeito das vantagens significativas das limas NiTi, estas apresentam risco de fraturas durante seu uso que pode resultar em um prognóstico duvidoso para o dente. As fraturas podem ocorrer, muitas vezes, sem que haja sinais prévios de deformação ou qualquer outro sinal visível de perigo. Vários fatores parecem contribuir para uma maior predisposição a fraturas, como o raio e o ângulo de curvatura do dente, a experiência e a técnica usadas pelo operador, a velocidade de rotação, o torque, o tamanho do instrumento, as características químicas das ligas de NiTi e o tratamento da superfície do instrumento^{58,65}.

Para melhorar as propriedades mecânicas dos instrumentos de NiTi, como a flexibilidade e a resistência à fratura por fadiga e reduzir os riscos de fratura, diferentes estratégias de fabricação têm sido continuamente propostas. Estas incluem diferentes tratamentos termomecânicos, modificações na química e no processo de fabricação da liga e as variações no design da secção transversal. Assim, instrumentos fabricados a partir de liga M-Wire deverão ter maior flexibilidade e resistência à fadiga do que aqueles semelhantes feitos de liga de fios de NiTi convencional; tal superelasticidade é associada a uma transformação da fase martensita da liga, após a aplicação de certa quantidade de stress, em fase austenita e uma espontânea reversão à martensita quando o stress é liberado, fazendo com que o material recupere o seu formato original³². Além disso, mudanças nos modos de uso dos instrumentos endodônticos também foram sugeridas: os instrumentos WaveOne[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e

Reciproc[®] (VDW, Munique, Alemanha) foram projetados para trabalhar em movimento recíprocante, o qual determina a amplitude de rotação maior para esquerda e menor para direita, o que tem mostrado prolongar a vida útil dos instrumentos de NiTi, aumentando a resistência à fadiga^{23,28,42,67,69}.

O sistema Reciproc[®] é composto por três instrumentos de conicidade regressiva R25 (25.08), R40 (40.06) e R50 (50.05). São fabricados com liga M-Wire de níquel-titânio que possibilita maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica quando comparada a convencional de níquel-titânio. Possui secção transversal em forma de “S”. Os instrumentos Reciproc[®] giram no sentido anti-horário a 150° e em seguida no horário a 30°, são utilizados em 10 ciclos por segundo do movimento recíprocante, aproximadamente a 300 rpm^{36,67}.

O sistema WaveOne[®] é composto por três instrumentos fabricados com ligas de M-Wire de níquel-titânio. Os instrumentos são denominados Small (21.06), Primary (25.08) e Large (40.08). Possuem secção transversal em forma de triângulo convexo modificado na ponta e triângulo convexo em direção coronal. Os instrumentos WaveOne[®] giram no sentido anti-horário a 170° e em seguida no sentido horário a 50°^{36,71}.

O uso de número reduzido de instrumentos em sistemas rotatórios e recíprocantes apresenta, dentre suas vantagens, menor custo, diminuição da fadiga e eliminação de possível contaminação cruzada^{66,67}.

Tendo em vista a necessidade de maximizar o desempenho dos instrumentos recíprocantes e minimizar o risco de fratura, torna-se necessário a realização de um estudo que avalie a presença de defeitos e deformações em suas lâminas de corte antes e após o uso.

2 Revisão da Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

Pruett et al.⁵¹ (1997) avaliaram os efeitos dos instrumentos em rotação por minuto (rpm), diâmetro do eixo e curvatura do canal (incluindo ângulo e raio de curvatura) na resistência à fadiga e à separação resultante de instrumentos endodônticos de liga de Ni-Ti com o objetivo de definir os parâmetros de curvatura do canal de uma forma mais exata do que o método de Schneider. Foram definidos os parâmetros de ângulos de curvatura de 30, 45 e 60°, e raios de curvatura de 2 e 5 mm. Foram avaliados instrumentos Lightspeed # 30 e # 40. Os canais artificiais foram confeccionados a partir do calibre 18-G, de agulhas de aço inoxidável com um diâmetro interno de 0,83 mm. Instrumentos foram inseridos nos canais, e as cabeças foram presas na pinça do Dinamômetro Magtrol. Uma peça de mão elétrica foi acoplada à haste do instrumento e a velocidade de operação de 750, 1300 ou 2000 rpm foram ajustadas usando o dinamômetro de leitura. Foi definido como limite de tempo para coleta de dados o prazo de 18 minutos. Fragmentos de instrumentos fraturados foram coletados por grupo e foram examinados sob microscopia eletrônica de varredura (MEV). As rotações por minuto analisadas indicaram que esta 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. O número de ciclos até a falha diminuiu significativamente com a redução do raio de curvatura. Os resultados também sugerem que o efeito do raio de curvatura como uma variável independente e deve ser considerado em estudos que avaliam a instrumentação do canal radicular.

Segundo Sattapan et al.⁵⁶ (2000), o instrumento quando sofre fadiga por torção tende a mostrar deformidade no local onde ocorrerá a fratura. Já o instrumento que

sofre fadiga cíclica geralmente não apresenta nenhuma deformidade, o que confirma a necessidade do uso único da lima reciprocante.

Lopes, Elias⁴⁰ (2001) afirmaram que os defeitos do processo de fabricação dos instrumentos endodônticos podem atuar como concentradores de tensão. Durante a usinagem, pequenas marcas e ondulações são introduzidas na superfície de instrumentos endodônticos pela ferramenta de corte. A presença destes defeitos de acabamento superficial atua como concentrador de tensões e induzem à fratura do instrumento durante o uso clínico em proporções inferiores às esperadas. Quanto maior o número de defeitos, menor será a tensão necessária para determinar a fratura do instrumento.

Tendo em vista que os instrumentos rotatórios de níquel-titânio usados exigem substituição frequente, Trippi et al.⁶⁰ (2001) realizaram um estudo laboratorial a fim de avaliar os defeitos de 20 instrumentos rotatórios GT antes e após o uso clínico. Os instrumentos foram fixados e fotografados em MEV. Os instrumentos # 20 com taper 1.0, 0.08, 0.06 e instrumentos de # 35 com taper 1.2 foram utilizados em 12 canais de 20 molares inferiores permanentes extraídos. As limas foram divididas em 5 grupos de 4 instrumentos cada, onde cada grupo incluiu um instrumento de cada tipo mencionado. Os instrumentos utilizados foram limpos e reexaminados em um MEV como antes do uso. A presença de 11 tipos de condições receberam escores a partir das fotografias pré e pós-uso. Nenhum instrumento fraturado ou deformação plástica foram observados durante o ensaio. A presença de detritos, corrosão e bordas irregulares mudou significativamente. Imperfeições foram encontradas nos instrumentos rotatórios GT usados e a presença de defeitos aumentou em todos os instrumentos. Os instrumentos #35 com conicidade 1.2 apresentaram a maior

alteração na superfície. O comportamento dos instrumentos rotatórios pós uso parece ser diferente, em comparação com o encontrado em outros instrumentos.

Barletta et al.⁶ (2006) verificaram, por meio de MEV, áreas de defeito de fabricação na ponta de limas de NiTi (ProFile[®] .04 Maillefer) sem uso, bem como a presença de áreas de sujidade e de desgaste, em função do número de uso desse instrumento. Para tanto, foram selecionadas seis limas de NiTi 15 a 40, que foram escovadas em água corrente, empregando-se sabão líquido e analisadas por MEV. Após novo processo de limpeza e esterilização (autoclavagem a 121° por 10 minutos), as limas foram usadas no preparo de canais radiculares mesio e distovestibulares de pacientes, sendo posteriormente submetidas ao MEV. Esse processo foi repetido até o 5° uso. Os autores não observaram áreas de defeito de fabricação nas limas analisadas, antes e após o primeiro uso, mas detectaram sujidades em 75% das fotomicrografias, constatando que o processo de limpeza com escova, água e sabão não foi suficiente. Das seis limas estudadas, três apresentaram áreas de desgaste após dois usos e uma após o terceiro uso.

Wei et al.⁷² (2007) investigaram o tipo de fratura dos instrumentos mecanizados ProTaper[®] após uso clínico e compararam a estereomicroscopia com MEV para determinar qual é o melhor método para estabelecer o tipo de fratura do material. Em 100 instrumentos fraturados, a análise estereoscópica revelou 88 casos de fratura por flexão e 12 por torção. Por meio do MEV, em 91 casos a fratura foi por flexão, 3 casos por torção e 6 casos mostraram combinação de tensão (flexão e torção). Concluíram que o MEV é o melhor método para analisar o tipo de fratura de instrumentos mecanizados de níquel-titânio.

Gambarini et al.²² (2008) investigaram a influência de novos processos de tratamento do fio de NiTi na resistência à fadiga de instrumentos endodônticos.

Compararam instrumentos Twisted File[®] (TF 25//.06), produzidos através de tratamentos térmicos especiais e torção do fio, instrumentos GTX (20//.06), com liga M-Wire, e instrumentos K3[®] (20//.06), produzidos através do processo de usinagem tradicional do fio de NiTi. Verificaram que os instrumentos TF apresentaram número de ciclos até a fratura significativamente maior quando comparados aos instrumentos K3[®]. Contudo, os instrumentos K3[®] não apresentaram diferenças significativas na resistência à fadiga quando comparados aos instrumentos GTX. Os autores concluíram que o novo processo de fabricação dos instrumentos rotatórios TF proporcionou um aumento significativo na resistência à fadiga em relação ao processo de usinagem tradicional.

Yared⁶⁶ (2008) descreveu uma nova técnica de preparação do canal usando somente um instrumento rotatório de NiTi. A técnica envolve o uso somente de uma lima #8 e a lima F2 de NiTi do sistema rotatório ProTaper[®] em movimento de rotação alternada (MRA). O cateterismo do canal é realizado com uma lima #8 de aço inoxidável no comprimento de trabalho (CT), indicado pelo localizador apical. Em seguida, é realizada a tomada radiográfica. A lima F2 de NiTi do sistema rotatório ProTaper[®] é usada para a preparação do canal em movimento horário e anti-horário, com o auxílio de um contra-ângulo de redução 16:1 conectado a um motor ATR Vision que permite a rotação alternada. A lima F2 é usada com pequenos movimentos de bicada e uma leve pressão apical até que seja encontrada resistência. Então, o instrumento é removido do canal, limpo com gaze e reutilizado. Essa etapa é repetida até que o instrumento F2 alcance o CT. Em canais mais largos, podem ser empregadas limas manuais após o uso da F2 no CT para alargar o terço apical. A irrigação do canal radicular é realizada com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5% durante a instrumentação radicular e, após o preparo, utiliza-

se a solução de etilenodiamino tetra-acético (EDTA) 17% seguida da irrigação final com hipoclorito de sódio. Esta nova técnica proporciona menores custos, uma vez que utiliza um único instrumento endodôntico, também possibilita a eliminação de contaminação cruzada e redução da fadiga do instrumento com o uso de um único instrumento manual e rotatório. A primeira impressão e a experiência preliminar desta técnica são animadoras. Entretanto, é essencial a realização de uma adequada avaliação laboratorial e clínica dos diversos parâmetros (extrusão apical de resíduos, incidência de fratura de instrumentos, transporte apical etc.).

Johnson et al.³² (2008) avaliaram a resistência à fadiga cíclica das limas endodônticas ProFile[®] 25/.04 rotatórias, feitas tradicionalmente de liga Nitinol 508 com as constituídas por três variantes de ligas de NiTi distribuídas em três grupos experimentais segundo os processos de termociclagem e eletropolimento usados (1A,1B e 2AS). Nos ensaios de flexão rotativa e torção para as duas ligas, foram achadas diferenças estatísticas sendo a variante de NiTi 1B (M-Wire NiTi, Dentsply Tulsa Dental Specialties) cerca de 400% mais resistente à fadiga cíclica do que a ProFile[®] 25/.04 convencional ($p < 0,01$). O teste de torção achou diferenças entre todos os grupos de Nitinol 508 e M-Wire[™] NiTi ($p < 0,01$). As limas ProFile[®] 25/.04 fabricadas com M-Wire[™] NiTi tiveram resistência significativamente maior à fadiga cíclica, ao passo que as propriedades torcionais mantiveram-se semelhantes.

Chianello et al.¹³ (2008) avaliaram por meio de MEV a qualidade do acabamento superficial de instrumentos rotatórios, da maneira que estes chegam ao mercado. Examinaram os instrumentos das marcas ProFile[®], ProTaper[®], RaCe[®], HERO[®] e K3 Endo[®], utilizando uma amostra de 50 instrumentos escolhidos aleatoriamente, sendo estes fotomicrografados nos seus 3mm finais com uma ampliação de 190 vezes. Concluíram que todos os instrumentos apresentaram defeitos ou falhas de

fabricação no acabamento de superfície, já que nenhum instrumento apresentou defeito zero.

Larsen et al.³⁹ (2009) avaliaram os instrumentos Twisted File[®], ProFile GT[®] série X e compararam-nos aos instrumentos EndoSequence[®] e ProFile[®], quanto à resistência à fadiga cíclica. Utilizaram canais artificiais em blocos de metal, sendo os instrumentos movidos a motor elétrico, utilizando óleo sintético no interior do canal como lubrificante e velocidade recomendada para cada sistema de acordo com o fabricante. Concluíram que o processo de produção por torção das limas Twisted File[®] e o novo método do ProFile GT[®] série X são superiores aos tradicionais métodos existentes.

Kell et al.³³ (2009) avaliaram um novo método de produção de limas de níquel-titânio de sistema rotatório chamado de GT[®] série X (Dentsply/Tulsa Dental), onde há uma nova derivação de níquel-titânio (M-Wire) e alterações de temperatura durante o processo de produção destes instrumentos. Os autores compararam as possíveis vantagens dos diferentes métodos de fabricação destes instrumentos e dos tradicionais instrumentos da série GT[®] do mesmo fabricante e concluíram que apesar de poucos estudos a esse respeito estes novos instrumentos apresentaram maior resistência à torção.

Kramkowski, Bahcall³⁸ (2009) investigaram a resistência à fadiga de instrumentos GT[®], produzidos com fios de NiTi convencionais, e instrumentos GTX[®], produzidos com a liga M-Wire. Vinte e cinco instrumentos # 20/.04, #20/.06, #30/.04 e #30/.06 foram comparados em cada grupo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os instrumentos nos canais com ângulo de curvatura de 45°. Entretanto, em canais com curvatura de 60°, os instrumentos GT[®] apresentaram maior resistência à

fadiga que os instrumentos GTX[®] 30/.06, 30/.04 e 20/.06, não sendo observadas diferenças para os instrumentos 20/.04.

Gao et al.²⁴ (2010) compararam a resistência à fadiga de instrumentos ProFile[®] Vortex produzidos com dois fios distintos: M-Wire e o fio de NiTi convencional, em duas velocidades de rotação diferentes. Os instrumentos que utilizaram o fio M-Wire apresentaram uma resistência à fadiga superior (aproximadamente 150% maior) do que os instrumentos ProFile[®]; entretanto, não foi observada diferença na resistência à fadiga com a variação nas velocidades de rotação.

You et al.⁶⁹ (2010) realizaram um estudo para examinar o tempo de vida útil de um instrumento rotatório de NiTi usado em movimento recíprocante e compararam o tempo requerido para o preparo de 120 canais radiculares curvos (20° a 45°), sendo 60 molares superiores (canais vestibulares) e 60 molares inferiores (canais mesiais) usando movimentos recíprocantes e contínuos. Dentro da limitação do estudo, os autores concluíram que a lima F2 pode ser usada com segurança até o comprimento de trabalho de canais curvos no mínimo 6 vezes em movimento recíprocante. O preparo recíprocante com a lima F2 foi mais rápido que o contínuo.

De Deus et al.¹⁷ (2010) ressaltaram que a cinemática do movimento é um dos fatores mais importantes na determinação da resistência à fadiga cíclica de um instrumento endodôntico. Instrumentos ProTaper[®] F2 apresentaram resistência à fadiga cíclica consideravelmente superior quando acionados em movimento recíprocante, em comparação aos mesmos instrumentos acionados em rotação contínua.

Al-Hadlaq et al.¹ (2010) compararam resistência e flexibilidade entre um sistema rotatório produzido com tecnologia M-Wire (GTX[®]) e dois sistemas rotatórios produzidos a partir de ligas convencionais de NiTi (GT[®] e ProFile[®]). Quinze limas

#30/.04 foram testadas. Os resultados mostraram que o sistema rotatório GTX[®] (M-Wire) apresentou maior resistência à fadiga flexural que os dois sistemas com liga convencional de NiTi (GT[®] e ProFile[®]). Por outro lado, nenhuma diferença estatística foi observada entre os sistemas GT[®] e ProFile[®].

Da Cunha Peixoto et al.¹⁵ (2010), com o objetivo de comparar a resistência flexural e à torção de ProFile GT[®] e GTX[®], tendo em conta as características estruturais e dimensionais, concluíram que os instrumentos GT[®] e GTX[®] revelaram aproximadamente a mesma composição química, ou seja 51at%Ni - 49at%Ti (56wt%Ni - 44wt%Ti) e, principalmente, continham a fase β . Em geral, os instrumentos GTX[®] foram significativamente mais resistentes à fadiga flexural do que os similares GT[®], mas exibiram menor resistência à torção ($p < 0,001$). Isso se deve a diferentes características estruturais e dimensionais em instrumentos GTX[®] em comparação aos GT[®].

O estudo de Varela-Patiño et al.⁶³ (2010) compararam a influência do tipo de movimento rotatório (alternado ou contínuo) na frequência de deformações e fraturas de instrumentos endodônticos ProTaper[®], ressaltando que o instrumento quando usado em movimento rotatório contínuo apresentou mais deformações e fraturas que os usados em movimentação de rotação alternada. Os resultados indicaram que os instrumentos usados com movimento de rotação alternada apresentaram maior média de número de usos (13,0) quando comparados aos do grupo de rotação contínua (10,1). Os instrumentos ProTaper[®] de modelagem (S1 e S2) foram os que obtiveram maior diferença no uso com movimento alternado, sendo o S2 o mais resistente à fratura ou deformação com os dois tipos de movimento usados.

Webber et al.⁷¹ (2011) descreveram o novo instrumento WaveOne[®] de NiTi, de uso único, que é utilizado para dar forma ao canal radicular. Na maioria dos casos, a

técnica requer somente a utilização de um instrumento manual antes da utilização da lima WaveOne[®] no preparo do canal. Usa-se um motor programado para mover as limas pra frente e pra trás no chamado “movimento recíprocante”. As limas são fabricadas com tecnologia M-Wire, que proporciona aumento da flexibilidade e da resistência à fadiga cíclica quando comparadas a outras limas rotatórias de NiTi. A utilização de uma única lima para instrumentar os canais é muito relevante em relação ao custo e ao tempo de tratamento. Há disponíveis três tipos de limas: Small 21.06, Primary 25.08 e Large 40.08, no comprimento de 21, 25 e 31mm. Os instrumentos são designados para trabalhar em corte reverso. Todos os instrumentos possuem secção transversal em forma de triângulo convexo na ponta e triângulo convexo na porção extremidade coronal. Esse designer proporciona uma maior flexibilidade. Os instrumentos giram no sentido anti-horário maior que no horário; no movimento anti-horário, o instrumento avança e corta a dentina, já no sentido horário o instrumento permite a remoção da dentina. O sistema possui um motor com bateria recarregável, cones de guta-percha e cones de papel absorvente padronizados para cada tipo de lima. O novo sistema WaveOne[®] representa um novo conceito no preparo de canais radiculares.

Yared⁶⁷ (2011) introduziu um novo conceito sobre preparo do canal com somente um instrumento de NiTi acionado a motor, sem uso prévio de instrumentação manual. O novo sistema de lima única de movimento recíprocante denominado Reciproc[®] inclui três instrumentos (R25, R40 e R50), um motor elétrico (VDW Silver Reciproc), pontas de papel absorvente e cones de guta-percha. Somente um instrumento Reciproc[®] é utilizado para preparar o canal dependendo do tamanho inicial do canal. Os instrumentos são feitos com ligas de NiTi M-Wire, que oferecem maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica quando comparados à liga de NiTi

convencional. Possui secção transversal em forma de “S”. Os três instrumentos possuem conicidade regressiva: No R25, o diâmetro da ponta é 0,25 mm e a conicidade 8% até o 3 mm da ponta; no R40 o diâmetro da ponta é de 0,40 mm e a conicidade 6% até o 3mm da ponta e no R50, o diâmetro da ponta é 0,50 mm e a conicidade de 5% até o 3 mm da ponta. Os instrumentos são utilizados em 10 ciclos por segundo do movimento recíprocante, aproximadamente a 300 rpm. Os ângulos de movimentação horária e anti-horária são diferentes. A seleção do instrumento Reciproc[®] é baseado na análise da radiografia pré-operatória. Quando o canal é parcial ou completamente invisível na radiografia, deve-se selecionar o R25. Em outros casos, quando a radiografia mostra o canal claramente até o ápice e o canal é considerado médio ou largo, deve-se inserir uma lima #30 passivamente no comprimento de trabalho (CT). Se o canal é considerado largo, deve-se utilizar o R50, porém se a lima #30 não entrar passivamente, deve-se optar por uma lima #20 para inserção passiva, e então o canal será considerado médio, optando-se pelo R40. Caso, a lima # 20 não entre passivamente, o canal é considerado atrésico, e deve-se optar pela lima R25. No movimento recíprocante, os ângulos horários e anti-horários determinam a amplitude do movimento de rotação para direita e esquerda. O instrumento Reciproc[®] deve ser introduzido no canal com pequenos movimentos de bicada sem remover o instrumento completamente do canal e a amplitude dos movimentos não deve exceder 3 a 4 mm. Uma pequena pressão deve ser aplicada. Após essa inserção, o instrumento deve ser removido para limpeza do canal, e uma lima #10 deve ser usada para checar a patência nos 2/3 do CT. Deve ser realizada irrigação abundante. Estudos preliminares demonstraram habilidade de centralização destes instrumentos, mesmo em canais severamente curvos. São considerados seguros quanto à fratura por causa do movimento recíprocante para

direita e esquerda, o que possibilita aos instrumentos não alcançarem o ângulo de fratura tanto na fratura por torção quanto por bloqueio. O tempo de trabalho é quatro vezes mais rápido quando comparado a preparos com NiTi rotatórios. Com o uso do sistema, há menor incidência de complicações, como desvio apical, degraus e bloqueio do canal quando comparado a técnicas tradicionais rotatórias, e eliminação de contaminação cruzada entre pacientes, pois o instrumento é descartado após a utilização.

Wan et al.⁷⁰ (2011) compararam a resistência à fadiga cíclica de quatro instrumentos endodônticos: limas rotatórias K3[®], ProFile[®], ProFile GTX[®] e SafeSider[®]. Instrumentos de 30/0.04 foram submetidos a testes de fadiga cíclica em canais de aço inoxidável artificialmente construídos com ângulos de 30° e 45° e raios de curvatura de 5 mm e 7,5 mm. Os autores concluíram que os instrumentos SafeSider[®] apresentaram tempo de uso prolongado sob fadiga cíclica em comparação com K3[®], ProFile[®] e ProFile GTX[®], sendo necessários estudos adicionais para explicar o aumento do tempo de vida destes. As limas ProFile GTX[®] foram significativamente mais resistentes do que as K3[®] ($p < 0,001$).

Plotino et al.⁴⁹ (2012) avaliaram a resistência à fadiga cíclica de instrumentos Reciproc[®] e WaveOne[®] em canais artificiais. Dois grupos de 15 instrumentos endodônticos de NiTi de tamanho idêntico da ponta de 0,25 mm foram testados: o grupo A (Reciproc[®] R25) e o grupo B (WaveOne[®]). Testes de fadiga cíclica foram executados em um canal artificial de aço inoxidável fabricados por tamanho e conicidade do instrumento. Um canal simulado com um ângulo de 60° de curvatura e raio de curvatura de 5 mm foi construído para ambos os instrumentos testados. Todos os instrumentos foram rodados até que a fratura ocorresse. O tempo de fratura (TTF) e o comprimento da ponta fraturada foram gravados e registrados.

Diferença estatisticamente significativa foi observada entre os instrumentos Reciproc[®] e WaveOne[®]. Os instrumentos Reciproc[®] R25 foram associados com um aumento significativo no tempo médio para fraturar quando comparados com instrumentos WaveOne[®] ($130,8 \pm 18,4$ s vs $97,8 \pm 15,9$ s). Não houve nenhuma diferença significativa no comprimento médio dos fragmentos fraturados entre os instrumentos. Os instrumentos Reciproc[®] foram associados com uma resistência à fadiga cíclica significativamente maior do que os instrumentos WaveOne[®].

Para Gutmann et al.²⁸ (2012), os instrumentos endodônticos feitos de ligas NiTi com efeito memória de forma tiveram um impacto revolucionário no tratamento de canais radiculares. As propriedades únicas do material de NiTi tornam-os particularmente adequados para os instrumentos rotatórios endodônticos. Este desenvolvimento tem promovido significativa melhoria nas propriedades metálicas visando ao desempenho e à segurança clínica na modelagem e limpeza dos canais radiculares. A integração da área de engenharia de superfície (eletropolimento) e / ou controle de microestrutura (tratamento térmico ou técnicas de fabricação inovadoras) na fabricação de limas endodônticas culminou em resultados mais favoráveis quanto à flexibilidade, resistência à fadiga e eficiência de corte dos instrumentos endodônticos.

Kim et al.³⁶ (2012) compararam a fadiga cíclica e resistência à torção de duas marcas de limas de NiTi (Reciproc[®] e WaveOne[®]) que são usadas por meio de movimento reciprocante. O instrumento Reciproc[®] R25 e a lima WaveOne[®] Primary, ambas com ponta ISO 25 e taper .08 até o 3 mm apical, foram selecionadas. A lima ProTaper[®] F2 foi utilizada como controle. Todas as limas utilizadas possuíam 25 mm de comprimento. Foram utilizados 10 instrumentos de cada para os teste de fadiga cíclica e resistência à torção. Cada instrumento foi inspecionado com um

microscópio cirúrgico odontológico para observar defeitos e deformidades antes do experimento. O teste de fadiga cíclica foi realizado em um dispositivo feito sob medida que permitia uma simulação reproduzível de um instrumento confinado em um canal curvo. Foram selecionados canais artificiais feitos de aço temperado com 0,6 mm de diâmetro apical, 6,06 mm de raio e ângulo de curvatura de 45°. O instrumento foi acionado com movimento de bicadas até ocorrer à fratura. O tempo da fratura foi detectado visualmente ou quando era audível. O número de ciclos até à falha (NCF) para cada instrumento foi calculado através da multiplicação do tempo (segundos) da falha pelo número de rotações ou ciclos por segundo, independentemente do sentido de rotação. O comprimento da fratura da ponta do instrumento foi medido usando paquímetro digital. Um bloco metálico com um orifício cúbico foi construído para que 5 mm da ponta de cada lima ficasse mantida rigidamente no mesmo lugar e foi preenchido com uma resina composta fotopolimerizável. Para comparar a propriedade mecânica do instrumento em torção, uma rotação uniforme a 2 rpm foi aplicada para a lima em um estado linear, utilizando um aparelho de teste de torção. A carga máxima de torção (N - cm) foi gravada até que a lima fraturasse à torção. Os fragmentos foram avaliados por meio do MEV. O NCF e a carga de torção final foram analisados por meio da análise de variância em um programa. O Reciproc[®] apresentou a melhor resistência à fadiga entre os grupos e o WaveOne[®] teve maior NCF quando comparada à ProTaper[®]. Os comprimentos médios do fragmento de fratura das três marcas não apresentaram diferença estatisticamente. A força de torção final foi mais elevada para WaveOne[®], seguida pela Reciproc[®] e ProTaper[®]. A fotomicrografia da superfície de fratura mostrou características semelhantes e típicas de falha por fadiga e torção cíclica para as três marcas. As limas Reciproc[®] e WaveOne[®] mostraram resistência à

fratura significativamente maior do que a ProTaper[®]. A lima Reciproc[®] se mostrou superior à WaveOne[®] na resistência à fadiga cíclica, mas igual quanto à força de torção.

Burklein et al.⁷ (2012) compararam a capacidade de modelagem e a eficácia de limpeza após a preparação de canais curvos em molares humanos extraídos usando os dois novos sistemas de lima única Reciproc[®] e WaveOne[®] comparados com a sequência completa do sistema rotatório Mtwo[®] e ProTaper[®]. Foram selecionados 80 molares com curvaturas entre 25° e 39°, com diâmetro apical compatível com lima #15. Para padronizar as radiografias foi utilizada uma plataforma radiográfica de silicone, assim como foi definido o tempo de exposição, distância filme-objeto e o processamento foi realizado em um processador automático. A radiografia inicial foi realizada com uma lima # 15 inserida na curvatura do canal. Baseados no ângulo e raio de curvatura dos canais e na distância entre o ápice e a junção cimento esmalte, os espécimes foram divididos em 4 grupos (n=20) a partir de radiografias realizadas antes da instrumentação. O comprimento de trabalho (CT) foi mensurado e os canais foram preparados da seguinte maneira: Grupo A: a sequência de instrumentos Mtwo[®] foi utilizada no CT de acordo com as instruções do fabricante até a lima 30.05; Grupo B: a sequência de instrumentos ProTaper[®] foi utilizada no CT de acordo com as instruções do fabricante até a lima F3; Grupo C: A lima Reciproc[®] R25 25.08 foi utilizada de acordo com as recomendações do fabricante; Grupo D: A lima WaveOne[®] Primary 25.08 foi utilizada de acordo com as recomendações do fabricante. Usando radiografias pré e pós-instrumentação, a modelagem das curvaturas do canal foi determinada pela análise da imagem por um programa de computador. O tempo de preparo e falhas de instrumentos também foram registrados. Debris e smear layer foram quantificados com base numa escala

de avaliação numérica. A instrumentação com Reciproc[®] foi significativamente mais rápida do que com todos os outros instrumentos ($p < 0,05$), enquanto a com WaveOne[®] foi significativamente mais rápida do que a com Mtwo[®] e a com ProTaper[®]. Nenhuma diferença significativa foi obtida entre os quatro instrumentos quanto à modelagem dos canais ($p = 0,382$). Quanto à limpeza dos canais, instrumentos Mtwo[®] e Reciproc[®] alcançaram resultados significativamente melhores do que os outros instrumentos na região apical. Nas partes média e cervical, não houve diferença significativa entre Mtwo[®], Reciproc[®] e WaveOne[®], enquanto o ProTaper[®] mostrou significativamente mais detritos residuais. Em relação à smear layer, não houve diferença significativa em relação aos diferentes terços dos canais. Não houve diferenças significativas obtidas entre os quatro instrumentos. O uso de limas Reciproc[®] e WaveOne[®] resultou em tempos de preparo consideravelmente mais curtos. A instrumentação com sistema Mtwo[®] e Reciproc[®] resultou significativamente em menores detritos na porção apical dos canais em comparação com os outros sistemas.

Gavini et al.²⁵ (2012) avaliaram a resistência à fadiga flexural de limas Reciproc[®] R25 de níquel-titânio, 25 mm, utilizadas em movimento de rotação contínua ou movimento recíprocante, em dispositivo de ensaios dinâmicos. Trinta e seis limas Reciproc[®] R25 foram divididas em 2 grupos ($n = 18$) de acordo com a cinemática aplicada: o do movimento rotatório contínuo (grupo RC) e o do movimento recíprocante (grupo MR). As limas foram submetidas a ensaios dinâmicos através de um dispositivo movido por um motor elétrico com 300 rpm de velocidade que permitiu a reprodução do movimento. As limas foram introduzidas no sulco de um anel de aço temperado, simulando a instrumentação de um canal radicular curvo com 40° e 5 mm de raio de curvatura. A fratura da lima foi detectada pelo sensor do

dispositivo e o tempo foi registrado. Os instrumentos movidos pelo movimento recíprocante chegaram a números significativamente mais elevados de ciclos antes da fratura (média de 1787,78 ciclos), quando comparados com os movidos pelo rotatório contínuo (média de 816,39 ciclos). Os resultados mostraram que o movimento recíprocante melhora resistência à fadiga flexural em instrumento de níquel-titânio Reciproc[®] R25 quando comparado com o movimento rotatório contínuo.

O estudo de Carreño¹¹ (2012) observou ao MEV a aparência morfológica da superfície de instrumentos recíprocantes constituídos por liga Ni-Ti M-Wire antes e após a sua utilização. Analisaram 12 instrumentos novos Reciproc[®] R25 (VDW, Munique, Alemanha) usados em 43 molares humanos extraídos. O comprimento de trabalho foi determinado e o ângulo de curvatura usado foi 40,3°. O preparo do canal foi realizado de acordo com as instruções do fabricante por um operador. Foram avaliados defeitos, imperfeições e características resultantes da fabricação de instrumentos novos e mudanças ou defeitos na superfície, tais como microfissuras, deformação plástica e fratura dos instrumentos utilizados. Os instrumentos novos mostraram marcas usuais de usinagem, presença de resíduos sobre as imperfeições superficiais na ponta dos instrumentos e o excesso de metal sobre as arestas de corte. Após a primeira utilização, a amostra foi dividida em dois grupos, o Grupo 1 e Grupo 2. Nos instrumentos usados, fraturas foram observadas após o segundo e o quarto usos, e deformação plástica após a terceira utilização. O defeito observado em todos os instrumentos a partir da primeira utilização foram as depressões, e o mais predominante foi o achatamento da ponta. Microfraturas foram observadas a partir do quarto uso no Grupo 1 e a partir da primeira utilização no Grupo 2.

Arias et al.⁴ (2012) compararam a resistência à fadiga cíclica das novas ligas M-Wire com movimento recíprocante, empregadas nos sistemas WaveOne[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e Reciproc[®] (VDW, Munique, Alemanha). Para tanto utilizaram instrumentos Reciproc[®] (n=60) e WaveOne[®] (n=60), fixados a um dispositivo específico, projetados e testados em canais de aço temperado com raio de 3 mm e ângulo de 60° de curvatura. O motor utilizado foi programado como definido por cada fabricante e o movimento recíprocante foi realizado. Trinta instrumentos de cada marca foram testados a 5 mm e 30 foram testados a 13 mm, a partir da extremidade. O tempo até a fratura foi registrado. Os autores concluíram que os instrumentos Reciproc[®] apresentaram-se mais resistentes à fadiga cíclica do que os WaveOne[®], em ambas as distâncias a partir da ponta.

Castelló-Escrivá et al.¹² (2012) compararam a resistência à fadiga cíclica de três sistemas de limas de NiTi: ProTaper[®], WaveOne[®] (WO) e Twisted File[®] (TF), através de testes de fadiga cíclica nos seguintes instrumentos: ProTaper F2, WO 25/ 0.08, e TF 25/0.08. Foram avaliados 184 instrumentos, em quatro diferentes curvaturas de canais artificiais, com diferentes ângulos e raios de curvatura. O tempo e os ciclos para a ocorrência de fratura foram calculados. De acordo com os autores, o movimento recíprocante do WaveOne[®] mostrou vida mais longa em relação à fadiga cíclica do que o movimento rotatório convencional da TF e ProTaper[®].

Ye et al.⁶⁸ (2012) caracterizaram as mudanças microestruturais das ligas M-Wire durante o processo de fadiga cíclica controlada. Os resultados do presente estudo sugerem que instrumentos endodônticos fabricados com M-Wire possuem maior força e resistência ao desgaste do que os instrumentos semelhantes feitos de fios de NiTi convencionais devido à única microestrutura martensítica nano-cristalina.

Jin et al.³¹ (2013), através de um estudo, avaliaram a aplicabilidade de uma técnica de movimento recíprocante com limas NiTi convencionais no preparo em canais radiculares. Para tanto, 44 canais artificiais foram divididos em 4 grupos: C ProFile[®] (n=12), C RaCe[®] (n=12), com movimento rotatório contínuo usando 4 limas, e os outros 2 grupos usaram as mesmas limas com movimento recíprocante sendo 10 blocos: ProFile[®] 25/06, e 10 blocos RaCe[®] 25/06. Os blocos de resina foram escaneados e as imagens superpostas antes e após a instrumentação. As mudanças morfológicas das limas testadas foram examinadas por MEV. Observaram que o tempo de preparo foi menor dos grupos com movimento recíprocante do que o contínuo. Não foi observada distorção nas limas com movimento contínuo diferentemente daquelas usadas com movimento recíprocante que exibiram uma distorção considerável e suscetibilidade à fratura.

O estudo de Lopes et al.⁴² (2013) avaliou a influência do movimento recíprocante sobre a fadiga de instrumentos endodônticos submetidos a testes estáticos e dinâmicos. Os instrumentos de NiTi rotatórios utilizados neste estudo foram o WaveOne[®] e o ProTaper[®] F2. Os Instrumentos WaveOne[®] foram operados em movimento recíprocante e os ProTaper[®] em rotação contínua. Não foi observada diferença significativa entre os instrumentos testados quanto aos valores da resistência flexural. Os resultados revelaram que os instrumentos operados em movimento recíprocante no modelo de teste dinâmico apresentaram tempo de fadiga prolongado.

Pedullà et al.⁴⁶ (2013) avaliaram a resistência à fadiga por flexão de instrumentos Reciproc[®] R25 (VDW, Munique, Alemanha), WaveOne[®] (VDW, Munique, Alemanha), Mtwo[®] (Suécia e Martina, Padova, Itália) e Twisted File[®] (TF; SybronEndo, Orange, CA). Para tanto utilizaram 180 instrumentos de NiTi, de quatro

marcas comercializadas, 2 para uso em movimento recíprocante (Reciproc[®] R25 e WaveOne[®] Primary), e 2 para uso em rotação contínua (Mtwo[®] e TF tamanho 25/.06). Para tanto, 45 instrumentos de cada marca foram divididos em 3 grupos (n=15) em função do movimento do ensaio: Grupo 1 (rotação contínua: 300 rpm), grupo 2 (movimento recíprocante - Reciproc[®]) e grupo 3 (movimento recíprocante - WaveOne[®]). A resistência à fadiga cíclica foi determinada por contagem do número de ciclos até a fratura, em ângulo de 60° de curvatura, com raio de 5 mm. Os autores concluíram que o movimento recíprocante demonstrou resistência à fadiga significativamente maior, em comparação com todas as marcas de rotação contínua; entretanto não houve diferença estatística entre os dois sistemas recíprocentes.

Pedullà et al.⁴⁷ (2013) avaliaram a resistência à fadiga cíclica de limas de NiTi recíprocantes (Reciproc[®] e WaveOne[®]) após imersão em solução de NaOCl ao longo de vários períodos de tempo. Para tal, um total de 90 novos instrumentos Reciproc[®] R25 e WaveOne[®] Primary foram testados. As 45 imagens da mesma marca foram divididas aleatoriamente em três grupos (n = 15) e submetidas ao seguinte protocolo de imersão em NaOCl 5% a 37°C: não imersão (controle), 1 ou 5 min de forma dinâmica. A imersão dinâmica e os seguintes ensaios de fadiga cíclica foram realizados utilizando os modos predefinidos apropriados (Reciproc[®] ou WaveOne[®]) em um motor endodôntico especialmente projetado. A resistência à fadiga cíclica do mesmo instrumento NiTi não foi significativamente afetada por imersão em NaOCl. A lima Reciproc[®] R25 apresentou maior resistência à fadiga cíclica em todos os grupos em comparação com a WaveOne[®] Primary ($p < 0,0001$).

França²¹ (2013) avaliou o desgaste nas lâminas de corte das limas Reciproc[®], após 3,6 e 9 usos em canais de dentes naturais. Foram utilizados 180 dentes pré-molares inferiores e 40 instrumentos R40. Após o preparo dos canais, os

instrumentos foram incluídos em corpos de prova e submetidos a cortes transversais a 3 mm e 6 mm, contados a partir da ponta do instrumento. Nas imagens dessas secções transversais obtidas no MEV foi mensurada a distância entre as extremidades das lâminas de corte. O desgaste dos instrumentos foi estabelecido pela diferença entre as medidas das distâncias dos instrumentos sem uso com a média de cada instrumento, nos diferentes grupos experimentais. Observou-se diferença significativa, quando comparados os grupos de 6 e 9 usos com o grupo controle. Já o grupo com 3 utilizações não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo controle. As diferenças percentuais de desgaste a 3 mm após 3, 6 e 9 utilizações foram de 5,96%, 8,01% e 18,09%, respectivamente, em relação ao grupo controle. As diferenças percentuais de desgaste a 6 mm, após 3, 6 e 9 utilizações foram de 2,32%, 9,54% e 21,00%, respectivamente, em relação ao grupo controle. O autor concluiu, assim, que ocorre desgaste significativo das lâminas de corte dos instrumentos Reciproc[®], já a partir do terceiro uso, reforçando a recomendação do fabricante em utilizar cada instrumento em um molar e, então, descartá-lo.

Ba-Hattab et al.⁵ (2013) compararam *in vitro* a capacidade de modelagem de três diferentes instrumentos rotatórios de níquel-titânio produzidos por diferentes métodos de fabricação. Assim, 30 canais simulados com curvatura de 35° em blocos de resina foram preparados com três diferentes sistemas de NiTi rotatórios AK[®]-AlphaKite (Brasseler, Alemanha), GTX[®] (Dentsply, Alemanha) e TF[®]-Twisted Files (SybronEndo, EUA). Os canais foram preparados de acordo com as instruções dos fabricantes. Imagens pré e pós-instrumentação foram registradas após avaliação em um microscópio com ampliação de 15 x a fim de observar os sinais de deformação. Os autores concluíram que o menor tempo de preparo foi registrado com TF (444 s)

e o mais longo com GTX[®] (714 s) ($p < 0,05$). Durante o preparo dos canais, nenhum instrumento fraturou-se e onze instrumentos TF e um AK[®] foram deformados.

Kim et al.³⁷ (2013) compararam a capacidade de modelagem das limas ProTaper[®] F2 e WaveOne[®] Primary quando usadas em canais radiculares curvos com movimento recíprocante e investigaram a durabilidade das limas após o uso por meio de MEV. Os resultados mostraram que não houve diferenças nas mudanças de volume de canal radicular e de área superficial, entre os dois grupos, após o preparo ($p > 0,05$). Os autores observaram que 60% das limas ProTaper[®] mostraram microfissuras na superfície enquanto que tais defeitos foram detectados em um único instrumento WaveOne[®]. A propriedade metalúrgica de resistir à fadiga cíclica mostrou-se mais favorável na lima WaveOne[®] sob avaliação microscópica.

Hoppe³⁰ (2013) avaliou a limpeza, o tempo, o transporte e a centralização de preparos de canais radiculares curvos utilizando os sistemas de rotação contínua ProTaper[®], recíprocante WaveOne[®] e uma sugestão de técnica híbrida. Foram selecionadas raízes mesiais de primeiros molares inferiores humanos permanentes extraídos. Após a definição dos ângulos de curvatura e raio, os canais ($n=60$) foram divididos em três grupos experimentais, conforme os sistemas de preparo usados (ProTaper[®], WaveOne[®], WaveOne[®] Técnica Híbrida). O diâmetro apical final foi padronizado em #25. A autora observou que nenhum instrumento fraturou durante o preparo dos canais radiculares. Na análise da superfície por microscopia óptica, não houve alterações visíveis nos instrumentos do sistema ProTaper[®], mesmo após 20 usos e 5 ciclos de esterilização. O instrumento Pathfile[®] (1/1) perdeu sua conformação na extremidade da porção ativa, após 20 usos. Dois instrumentos WaveOne[®] (2/10) apresentaram alterações, sendo um utilizado com a técnica híbrida, o qual obteve um maior desgaste da liga na ponta do instrumento e o outro,

utilizado sozinho, que se mostrou bastante deformado, expondo ranhuras e perda da sua forma estrutural, da ponta até metade da porção ativa. Pôde-se especular que essa alteração nos instrumentos únicos tenha ocorrido, mesmo com o tratamento da liga, por se tratar de um preparo que exige maior pressão para alcançar o comprimento de trabalho. Quando apenas um instrumento é utilizado para o preparo, maior estresse é gerado durante a instrumentação mecânica do que quando realizado com sequências completas de sistemas de preparo.

Saleh et al.⁵⁵ (2013) avaliaram a influência da experiência do operador sobre o tempo de vida útil do instrumento WaveOne[®] Primary (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) em canais curvos de molares superiores e inferiores extraídos, os quais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: operadores experientes e inexperientes. Dez limas foram alocadas em cada grupo (n=10). Cada canal foi preparado até que o comprimento de trabalho fosse atingido e o mesmo processo foi utilizado para preparar os canais acessórios até que houvesse fratura e separação do fragmento da lima. Os dois operadores prepararam um total de 324 canais curvos de molares superiores e inferiores. Não houve diferença significativa entre grupos, no número médio de canais preparados ($p=0,27$). A média de vida útil da lima WaveOne[®] Primary foi de 17,1 e 15,3 canais e a expectativa de vida mais longa foi de 25 e 20 canais, quando utilizada por operadores experientes e inexperientes, respectivamente. Não houve diferenças entre os grupos estatisticamente significativa em comprimento de fragmentos separados e localização. Dentro das limitações do estudo, o nível de experiência do operador parece não ter efeito sobre a vida útil da lima WaveOne[®] Primary no preparo de canais curvos.

Generalì et al.²⁶ (2014) determinaram a incidência de fraturas de limas reciprocantes WaveOne[®] Primary e o tempo necessário para modelagem de canais

curvos com base na experiência do operador. Um total de 109 canais méso-vestibulares de molares permanentes extraídos com um ângulo de curvatura 25°-45°, de acordo com Schneider, foram divididos aleatoriamente em quatro grupos. Um operador experiente (endodontista) e um inexperiente (estudante) modelaram um dos dois grupos: um com o instrumento WaveOne® Primary até o comprimento de trabalho e o outro após a criação de um trajeto de instrumentação com PathFile® 1, 2 e 3 no comprimento de trabalho. Não foi observada nenhuma deformação visível ou fratura. O operador experiente tende a terminar o preparo mais rápido do que o inexperiente, independentemente da técnica aplicada. A experiência do operador não influenciou a fratura dos instrumentos WaveOne® Primary. O tempo necessário para preparar os canais foi inversamente proporcional à experiência do operador. No entanto, a criação de um trajeto de penetração com instrumentos PathFile® reduziu o tempo necessário para o operador inexperiente preparar o canal.

Saber et al.⁵⁴ (2014) investigaram os efeitos da alteração da amplitude do ângulo do movimento recíprocante sobre a vida útil do instrumento WaveOne® até a fadiga, a capacidade de modelagem do canal, bem como o transporte apical, a relação de centralização da lima no canal e o tempo de preparo. Utilizaram 30 limas WaveOne® Primary divididas igualmente em 3 grupos de diferentes amplitudes no ângulo do movimento recíprocante: grupo G1 – 150° anti-horário (AH), 30° horário (H); G2- 120° AH, 30° H e G3 - 90° AH e 45° H. O estudo mostrou que o tempo até a fratura aumentou à medida que a amplitude oscilatória diminuiu. Quanto maior a amplitude oscilatória, menor o tempo de preparo do canal radicular e maior o transporte e descentralização do canal. Portanto, quanto menor a amplitude de oscilação do movimento, menor o risco de fratura, mais centralizado será o preparo com menor transporte de canal, porém o tempo para instrumentação é maior.

Kiefner et al.³⁴ (2014) compararam a resistência à fadiga cíclica de dois instrumentos de NiTi semelhantes geometricamente, usados clinicamente através de movimentos rotatórios contínuos e reciprocantes. Para tanto, quatro grupos de dezoito instrumentos cada - Reciproc[®] # 25 e #40 (R25 e R40) e Mtwo[®] #25 e #40 (M25 e M40) - foram testados em movimentos rotatórios reciprocantes e contínuos empregando-se um dispositivo experimental. Um canal radicular artificial (diâmetro 1,4 mm; ângulo de curvatura 60 ° e raio de curvatura 5 mm) foi incluído em um bloco de aço inoxidável. Para simular as condições clínicas, em vez de girar a lima em posição estática, procedeu-se um ajuste a fim de se produzir um movimento para cima e para baixo contínuo ao longo do eixo vertical do instrumento. O tempo necessário para fraturar (TTF), os ciclos de “push-pull” (PPC) e o número de ciclos até a fratura (NCF) foram determinados e as superfícies dos instrumentos fraturados foram examinadas sob MEV. O tempo médio até ocorrer a fratura foi de 34,44 ± 8,58 min. para R25, 35,77 ± 4,82 min para R40, ambas em movimento reciprocante, 12,15 ± 1,74 min para M25 e 13,27 ± 2,02 min para M40, ambas em movimento rotatório contínuo, ao passo que 28,52 ± 3,27 min para R25 e 23,87 ± 1,52 min para R40 (movimento rotatório contínuo); 31,07 ± 1,79 min para M25 e 31,08 ± 3,26 min para M40 (ambos em movimento reciprocante). Houve diferença significativa para a resistência cíclica à fadiga entre o movimento reciprocante e os grupos de movimento rotatório contínuo. As limas Reciproc[®] em movimento reciprocante tiveram um NCF significativamente maior do que as Mtwo[®], quando usadas em rotação contínua. A maior resistência a falhas foi mostrada por limas Reciproc[®] em movimento reciprocante, seguidas por Mtwo[®] em movimento reciprocante e Reciproc[®] em movimento contínuo. As limas Mtwo[®] em movimento rotatório contínuo apresentaram a menor resistência. A análise em MEV da superfície de

fratura confirmou características típicas de falha por fadiga cíclica. Os autores concluíram que os movimentos recíprocos provocaram um aumento da resistência à fadiga cíclica de instrumentos de NiTi.

Caballero et al.⁸ (2014) avaliaram o uso e defeitos superficiais em limas Twisted files[®] (TF) tamanho 25, conicidade 0.08 e limas Reciproc[®] R25 após a instrumentação do canal radicular. Utilizaram 120 molares inferiores com curvatura do canal radicular variando de 15° a 30° e raio de 4 a 5 mm, os quais foram divididos aleatoriamente em dois grupos de acordo com a instrumentação de lima única: TF, tamanho 25, conicidade 0.08 ou limas R25. Um total de quinze limas por grupo foram avaliadas antes e após três, seis, nove e doze usos. Os instrumentos foram fixados em suportes feitos sob medida e fotografados usando MEV em aumentos de 260 a 1200 x. A presença de defeitos superficiais (deformação plástica, microfissuras, fratura, crateras, rompimento das arestas de corte e bordas sem corte) recebeu escores a partir das imagens antes e pós-uso. Defeitos superficiais foram observados após a instrumentação de seis canais radiculares no grupo TF e após a instrumentação de nove canais radiculares no grupo R25. A deformação plástica e interrupção das arestas de corte foram os defeitos predominantes observadas no grupo TF e crateras e bordas rombas foram observadas em limas R25. A presença de defeitos foi significativamente maior após usos sucessivos em ambos os grupos ($p < 0,05$), mas as TF mostraram mais defeitos superficiais do que as limas R25 ($p < 0,001$). Detritos dentinários foram observados em todos os instrumentos. Nenhum instrumento encontrou-se fraturado. Foi possível a instrumentação em seis canais radiculares com limas TF e nove canais radiculares com R25 antes da presença de defeitos superficiais.

Pirani et al.⁴⁸ (2014) avaliaram a resistência à fadiga cíclica de dois instrumentos de NiTi e analisaram a sua superfície, morfologia fractográfica e matriz sob MEV/espectroscopia de energia dispersiva (EDS) e microscopia óptica. Utilizaram instrumentos WaveOne[®] Primary e ProTaper[®] Universal F2, os quais foram sujeitos a testes de fadiga em um canal artificial com raio de 5,0 mm e 60° de ângulo de curvatura. Setenta e dois instrumentos foram divididos em três grupos (n = 24), de acordo com a cinemática selecionada: WaveOne[®] usando movimento reciprocante(A); ProTaper[®] usando movimento alternativo (B), ou rotação (C). O tempo para fratura foi registrado e a análise metalográfica foi realizada com microscópio óptico para avaliar as propriedades da liga. Foram encontradas diferenças significativas no Grupo A, que foi estatisticamente mais resistente à fadiga cíclica ($p < 0,05$) do que os outros grupos. A análise fractográfica da WaveOne[®] mostrou múltiplas origens de “cracks” com uma área de propagação de fadiga mais ampla do que os instrumentos ProTaper[®], em que uma única origem de “crack” pôde ser detectada. A análise EDS confirmou composição equiatômica de NiTi. A análise metalográfica em microscópio óptico revelou em instrumentos WaveOne[®] a presença de grãos nano-cristalinos martensíticos incorporados em matriz de austenita, presença que não pôde ser encontrada nas limas ProTaper[®]. Os instrumentos WaveOne[®] revelaram maior resistência à fadiga, sugerindo tempo de trabalho prolongado em aplicações clínicas.

Park et al.⁴⁵ (2014) compararam a eficiência de limas com movimento reciprocante (Reciproc[®] e WaveOne[®]) mensurando o tempo de trabalho para modelagem do canal e avaliaram a reutilização destas por meio de MEV em 100 canais radiculares curvos de molares extraídos. O tempo de trabalho foi determinado e a patência foi confirmada usando a lima #15. Cada lima foi repetidamente usada

em no máximo 10 canais para comparar a mudança da eficiência. Concluíram que, nos dois grupos, as limas podem ser utilizadas no máximo em 5 canais com deformações estruturais mínimas. Quanto ao tempo de trabalho a WaveOne[®] mostrou ser mais rápida.

A fim de investigar a incidência de fratura e deformação observadas nos instrumentos Reciproc[®] após a sua utilização clínica, Plotino et al.⁵⁰ (2014) analisaram 1696 instrumentos Reciproc[®] NiTi que foram descartados após utilização clínica normal ao longo de 30 meses (1580 instrumentos R25, 76 R40 e 40 R50). Cada instrumento foi utilizado para a modelagem de um único dente. Todos os instrumentos utilizados foram inspecionados sob um microscópio para analisar sinais de fratura ou de deformação e, no caso de fraturas, o comprimento das limas foi medido. Um total de 8 instrumentos Reciproc[®] R25 foram fraturados durante os tratamentos, o que representou 0,47% do número de instrumentos utilizados e 0,21% dos canais tratados. Seis Reciproc[®] R25 sofreram deformação durante a utilização clínica (0,35% do número de instrumentos utilizados e 0,15% dos canais tratados). A deformação relatada foi o desenrolar das lâminas, um em 1 mm a partir da ponta e cinco entre 2 e 3 mm da ponta. Não houve deformações ou fratura nos instrumentos Reciproc[®] R40 e R50. Os autores concluíram que a instrumentação dos canais radiculares, seguindo as recomendações do fabricante, pode ser realizada com limas Reciproc[®] com uma incidência muito baixa de fratura e deformação dos instrumentos.

Com o objetivo de avaliar, por meio de MEV, instrumentos endodônticos do sistema rotatório NiTi, antes e após o uso, considerando limpeza, defeitos e deformações, Arantes et al.³ (2014) utilizaram 20 instrumentos, das marcas Twisted File[®], BioRaCe[®], Mtwo[®] e EndoWave[®], os quais foram fotografados com aumento de 190x

quanto à presença de sujidade. As limas foram lavadas e novamente fotografadas para visualizar defeitos tendo como critérios a presença ou não de borda irregular, ranhura, microcavidade e rebarba. Realizou-se preparo dos canais radiculares simulados, nova limpeza e análise microscópica dos instrumentos após cinco usos. Após análise em MEV e de posse dos escores dos avaliadores, não houve diferença estatisticamente significativa quanto a deformações entre os grupos ($p > 0,05$). O autor concluiu que todos os instrumentos estavam sujos, exceto os da marca Mtwo[®]. A presença de defeitos foi observada em todos os instrumentos Twisted File[®], enquanto que para os instrumentos BioRaCe[®] e Mtwo[®] este índice foi menor. Os instrumentos EndoWave[®] não apresentaram os defeitos citados. Quanto à deformação para os grupos avaliados, os mesmos comportaram-se de forma semelhante. Quanto à presença de desgaste após cinco usos, todos os instrumentos mostraram mudanças em suas lâminas de corte.

Capar et al.¹⁰ (2014) compararam a resistência à fadiga cíclica de novos instrumentos endodônticos - ProTaper[®] Next X2 (M-Wire), OneShape[®] (NiTi convencional), Revo-S[®] Shaping Universal (NiTi convencional) e HyFlex[®] 25/0.6 (fio de NiTi com memória controlada) com a dos instrumentos Revo-S[®]. Quatro grupos de 20 instrumentos NiTi foram testados em canais de aço com um raio de 3 mm e um ângulo de 60° de curvatura. As limas HyFlex[®] tiveram a maior resistência à fadiga e a Revo-S[®] teve a menor resistência entre os grupos ($p < 0,001$).

Dagna et al.¹⁶ (2014) avaliaram in vitro a resistência à fadiga cíclica de três instrumentos de uso único de NiTi. Assim, usaram 40 limas de cada uma das seguintes marcas: Reciproc[®] (R25), OneShape[®] (OS), WaveOne[®] Primary (WO) e ProTaper[®] (PT) F2 (como controle), as quais foram testadas em quatro canais artificiais curvos com diferentes ângulos e raios de curvatura. O número de ciclos até

a fratura foi determinado. Em geral, todos os instrumentos de uso único foram mais resistentes do que os rotatórios tradicionais utilizados como controle. O instrumento R25 apresentou a maior resistência à fadiga cíclica. As limas rotatórias OneShape[®] e WaveOne[®] Primary apresentaram valores semelhantes de resistência à fadiga cíclica, superiores à ProTaper[®] F2. Dentro das limitações do estudo, os autores concluíram que os instrumentos rotatórios OneShape[®] parecem ter boa resistência mecânica, similar às limas de NiTi desenvolvidas para movimento recíprocante.

A fim de avaliar as alterações topográficas de superfície em três limas de NiTi usando movimentos rotatórios ou recíprocantes, por meio de microscopia de força atômica (AFM), Fatma, Ozgur¹⁹ (2014) investigaram cinco pontos das limas Protaper[®] F2, Reciproc[®] R25 e WaveOne[®] Primary, os quais foram digitalizados no pré-e pós- uso em 1×1 e $5 \times 5 \mu\text{m}^2$. Não houve diferenças significativas no pré-operatório entre os sistemas de limas NiTi em áreas de 1×1 ou $5 \times 5 \mu\text{m}^2$. No pós-operatório, a WaveOne[®] Primary teve mais irregularidades de superfície ($5 \times 5 \mu\text{m}^2$) do que os demais testados.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar, in vitro, a presença de detritos e defeitos superficiais de instrumentos endodônticos de níquel-titânio recíprocos WaveOne® Primary e Reciproc® R25 por meio de microscopia eletrônica de varredura antes e após o uso.

4 Material e Método

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 MATERIAL

Para a realização deste estudo, *in vitro*, foi utilizada uma amostra não aleatória por conveniência de limas do sistema reciprocante das marcas, WaveOne[®] e Reciproc[®] utilizadas no preparo do canal radicular de 26 raízes mesiais de molares inferiores antes e após o uso. As limas foram divididas em dois grupos: Grupo I - WaveOne[®] e Grupo II - Reciproc[®] e representadas abaixo.

Tabela 1 – Limas Endodônticas Usadas

Marcas	Conicidade	n	Tamanho
WaveOne ^{®1}	0.8	13	25
Reciproc ^{®2}	0.8	13	25

¹ Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça; ²VDW, Munich, Alemanha

4.2 MÉTODO

4.2.1 Seleção da Amostra

O projeto desse estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas sob o número de protocolo CAAE 05784412.4.0000.5020 (Anexo 1).

Foram selecionados 26 molares inferiores humanos extraídos, com raízes completamente formadas, , os quais foram doados pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas. Após essa seleção preliminar, os dentes foram numerados com caneta para retroprojeter a fim

de facilitar a tabulação dos dados e a seguir foram agrupados em uma lâmina de cera utilidade contendo 10 dentes.

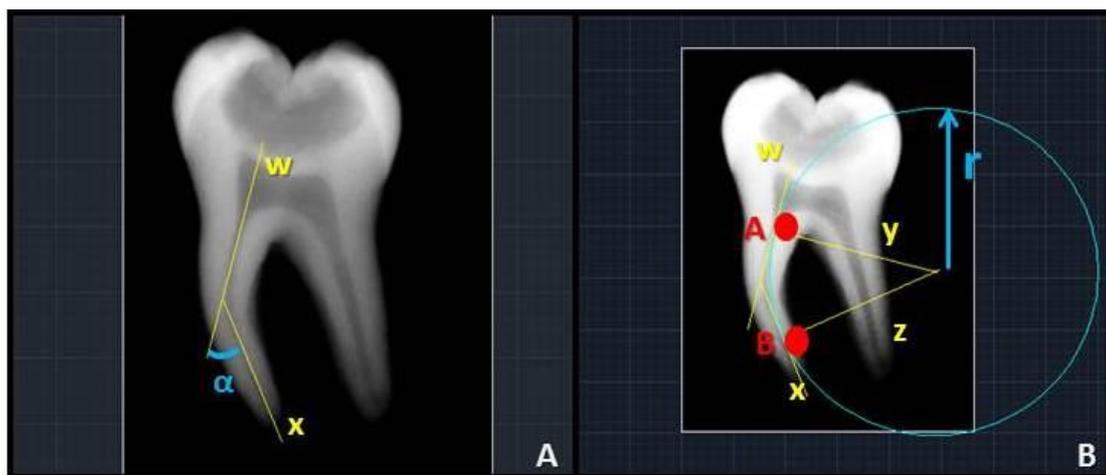
Para calcular o ângulo e o raio de curvatura das raízes mesiais de acordo com Método de Schneider⁵⁷ (1971) e Pruett et al.⁵¹ (1997), realizou-se uma tomada radiográfica orto-radial dos elementos dentais com películas oclusais (Filme Oclusal IO-41 Kodak), com exposição de 0,5 segundos e distância foco-filme de 10 cm para visualização e medição do grau e raio de curvatura (Figura 1). Cada película oclusal permitiu a adaptação de 10 dentes para realização da tomada radiográfica. As radiografias foram digitalizadas e importadas para o programa AutoCad[®] 2012.

De acordo com o método de Schneider⁵⁷ (1971), sobre o filme radiográfico, traçou-se uma linha na direção do eixo principal do canal e outra que ligava o forame apical à intersecção com a primeira, onde a curvatura se iniciava. O ângulo formado pela intersecção entre estas linhas foi considerado o de curvatura da raiz. Foram selecionados os dentes que possuíam canais radiculares com ângulo de curvatura entre 20 e 40°, classificados como curvatura moderada a severa respectivamente. Os dentes com angulação fora desses padrões foram excluídos e substituídos para o estudo.

Utilizando-se a mesma radiografia, foi determinado o raio de curvatura de acordo com Pruett et al.⁵¹ (1997) e traçou-se uma linha no sentido do longo eixo a partir da embocadura do canal. Em seguida, foi traçada uma segunda linha, a partir da saída do forame, seguindo o longo eixo do canal no terço apical. Em razão da curvatura, houve dois pontos nas retas traçadas onde o canal começou a desviar e sobre estes foi tangenciado um círculo cujo raio (r), mensurado em milímetros (mm), foi definido como raio de curvatura. Quanto menor o raio, mais acentuada foi a curvatura do

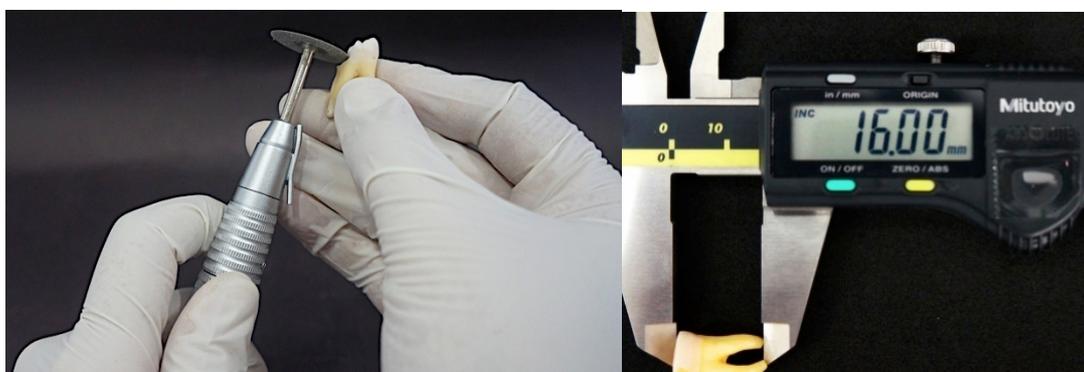
canal radicular. Foram incluídos na amostra os molares com raízes mesiais que possuísem raio de curvatura ≤ 10 mm (Figura 1).

Figura 1- A) Cálculo do ângulo de curvatura (α) da raiz mesial; B) Determinação do raio de curvatura (r) da raiz mesial.



Para padronização da amostra, todos os dentes deveriam ter o comprimento de 16 mm medidos por meio de um paquímetro digital (Mitutoyo, São Paulo, Brasil). Os dentes com mais de 16 mm tiveram sua porção coronal cortada com auxílio de um disco diamantado (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) montado em peça de mão até se chegar ao comprimento requerido (Figura 2).

Figura 2- Padronização do comprimento do dente

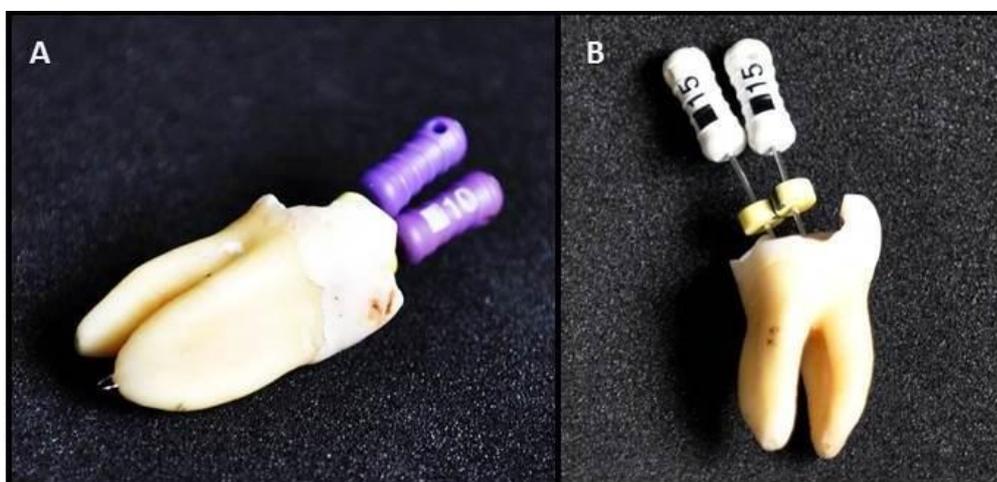


Em seguida, foi realizada a cirurgia de acesso com broca esférica nº1015 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) acoplada em caneta de alta rotação (Kavo®) e posterior desgaste compensatório da parede mesial com broca Endo Z (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) sob refrigeração.

Para determinar o comprimento de trabalho (CT) uma lima tipo K#10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi introduzida nos canais Mésio-Vestibular (MV) e Mésio-Lingual (ML) em direção apical até que a ponta da mesma fosse visualizada no forame. A seguir, recuou-se 1 mm do comprimento obtido, determinando assim, o CT. Identificou-se ainda a presença de forames independentes nos canais mesiais por meio da inserção de limas tipo k #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os dentes com canais mesiais que terminassem em apenas um forame foram excluídos da pesquisa.

Visando à padronização do diâmetro anatômico, foram inseridas limas tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), de modo que a ponta da lima penetrasse no canais radiculares e se ajustasse ao forame apical a fim de definir os instrumentos reciprocantes a serem utilizados (Figura 3).

Figura 3 - A) Odontometria e confirmação visual de forames separados; B) Confirmação do diâmetro anatômico no comprimento de trabalho (CT).



4.2.2 Confeção dos Corpos de Prova

Previamente à confecção dos corpos de prova, os ápices dos dentes selecionados foram cobertos com cera utilidade para que a resina acrílica não penetrasse no forame apical.

Cada dente foi posicionado com auxílio de um bastão de godiva (Nova DFL, Rio de Janeiro, Brasil) na ponta do delineador anatômico (BIOART B2, São Carlos, Brasil) para que fosse inserido paralelo ao molde. Então preparou-se uma porção de resina acrílica incolor autopolimerizável (VipiFlash, São Paulo, Brasil) que foi incluída nos casulos de uma forma de silicone para posterior inserção do dente. Após a polimerização, os blocos de resina foram distribuídos por sorteio aleatoriamente em dois grupos com 13 dentes cada (Grupo I: WaveOne® e Grupo II: Reciproc®), como mostra a Figura 4.

Figura 4- Corpos de prova confeccionados.



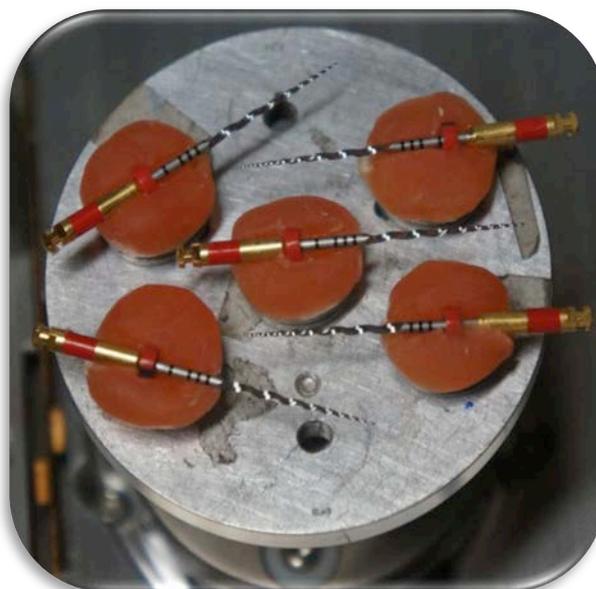
4.2.3 Fotomicrografias das limas antes da instrumentação dos canais radiculares por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Vinte e seis instrumentos novos (13 WaveOne® e 13 Reciproc®) foram removidos da embalagem para análise microscópica sem nenhum tratamento de limpeza visto que os mesmos são estéreis. O operador, utilizando dos EPIs necessários e valendo-se de uma pinça clínica, apreendeu os instrumentos endodônticos pelo

cabo a fim de que não interferisse nos resultados do experimento e os fixou em cera utilidade no porta-amostra do MEV. Tais amostras foram capturadas por meio de Microscópio eletrônico de varredura (Quanta Fei 250, Toronto, Canadá - Laboratório de Ciências Mineralógicas do Curso de Geologia da UFAM, Manaus, AM).

Foram colocadas cinco limas no suporte metálico do MEV (Figura 5), observando-se como referência para a leitura das imagens da lâmina de corte (parte ativa) de cada lima um ponto no cabo do instrumento (sulco de entalhe voltado para cima) e a segunda aquisição das imagens com o sulco de entalhe voltado para baixo a fim de que a parte ativa da lima fosse sempre visualizada em ambos os lados.

Figura 5 - Instrumentos agrupados para análise superficial antes da instrumentação.



Após visualização de cada amostra realizou-se análise das imagens da lâmina de corte (parte ativa) das limas sendo as fotomicrografias tomadas em dois pontos: um a 2 mm da ponta do instrumento e outro de 2 a 4 mm¹⁸, curvatura máxima da raiz, com aumento padrão de 150 vezes a partir do diâmetro inicial⁵⁹.

Em seguida iniciou-se a leitura microscópica do instrumento, procedendo-se a gravação de todas as fotomicrografias em CD (Compact Disc) sendo, a seguir, inseridas no programa PowerPoint® para observação dos avaliadores.

Após a tomada das fotomicrografias, os instrumentos foram colocados em tubos de polipropileno fechados e enumerados.

4.2.4 Instrumentação dos Canais Radiculares

Todos os instrumentos foram utilizados com o soft programado para o sistema a ser utilizado com contra ângulo de redução 6:1 (Sirona, Bensheim, Alemanha) com um torque limitado por um motor elétrico (Motor VDW Silver Reciproc) e para realizar o preparo químico-mecânico com maior estabilidade, os corpos de prova foram fixados em uma morsa, de modo a padronizar a instrumentação.

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

Instrumentou-se os canais do Grupo I com o sistema WaveOne® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) de acordo com as recomendações do fabricante. Inicialmente foi realizado a irrigação e posteriormente o cateterismo com as limas tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), seguido pela instrumentação com a lima K #15 no CT e com o instrumento Primary 25.08 da WaveOne® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), conforme o programa WaveOne ALL pré-definido para o sistema. O instrumento WaveOne® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) 25.08 selecionado foi introduzido de forma passiva em movimentos de bicada com alcance máximo de 3 a 4 mm; após cada 3 mm alcançado, retirou-se o instrumento, limpou-

se a sua haste ativa com uma gaze embebida em NaOCl 2,5%, irrigando e aspirando novamente. Essa cinemática foi realizada no mínimo três vezes até se chegar ao CT. Para checar a patência nos 2/3 do CT uma lima #10 foi utilizada.

Os canais do Grupo II foram instrumentados com o sistema Reciproc[®] (VDW, Munique, Alemanha) de acordo com as recomendações do fabricante. Inicialmente foi realizado o cateterismo com as limas tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), seguido pela instrumentação com a lima K #15 no CT e com o instrumento Reciproc[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) 25.08, na opção Reciproc All no motor elétrico pré-definido para o sistema. O instrumento selecionado foi introduzido de forma passiva em movimentos de bicada com alcance máximo de 3 a 4 mm; após cada 3 mm alcançado, retirou-se o instrumento, limpou-se a sua haste ativa com uma gaze embebida em NaOCl 2,5%, irrigando o canal radicular e aspirando-se novamente. Essa cinemática foi realizada no mínimo três vezes até se chegar ao CT. Para checar a patência nos 2/3, uma lima #10 foi utilizada.

4.2.5 Fotomicrografias das limas após a instrumentação dos canais radiculares por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Após a instrumentação, as limas foram submetidas a um processo de limpeza associando recursos termo-químicos na lavagem em cuba ultrassônica (Cristófoli, Campo Mourão, Brasil), com sistema de aquecimento por dez minutos utilizando água/detergente enzimático Endozime[®] na diluição de 5mL por litro de água⁵⁹.

Concluído o processo de limpeza, os instrumentos foram colocados em uma plataforma de cera para secar e em seguida rearmazenados em tubos de

polipropileno fechado em ambiente livre de poeira ou impurezas para novamente realizar a leitura em MEV, conforme o protocolo já descrito anteriormente.

4.2.6 Análise das Fotomicrografias

As imagens obtidas antes e após a instrumentação dos canais radiculares foram analisadas por dois avaliadores (especialistas em endodontia) previamente calibrados pelo teste Kappa intra e interexaminadores (0,92 e 0,91, respectivamente), a fim de constatar alterações e falhas de fabricação nas lâminas de corte das limas. Considerou-se também a presença ou não de detritos nos sítios examinados.

Os avaliadores receberam uma planilha (Apêndice 1) contendo o número das fotomicrografias o local avaliado e o lado do instrumento (entalhe para cima ou para baixo), além dos critérios de avaliação dos defeitos e deformações. As imagens foram projetadas em Power Point®, sendo identificadas por um algarismo arábico (1 a 208).

Para estabelecimento dos escores, os avaliadores observavam e analisavam as imagens das limas na tela de um computador antes e após o uso, a fim de identificar a presença de defeitos como borda irregular, ranhura, microcavidade e rebarba (Arantes et al.³, 2014), usando quatro diferentes escores adotados por Troian et al.⁶² (2006), a conhecer: 1 - lima sem nenhuma área com defeito na superfície examinada; 2 - lima com cerca de uma a três áreas com defeitos na superfície examinada; 3 - lima com cerca de quatro a cinco áreas com defeitos na superfície examinada; 4 - lima com mais de cinco áreas com defeitos na superfície examinada.

Para a realização da análise, os examinadores foram orientados previamente para, em caso de dúvida entre um escore e outro, optar pelo mais alto.

4.2.7 Análise Estatística

Os dados foram analisados no programa GMC, versão 8.1 (Campos⁹, 2002). A estatística descritiva foi utilizada para apresentação dos resultados e na comparação das variáveis contínuas entre os grupos foram utilizados os testes de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis. O nível de significância utilizado nas análises foi de 5%.

5 Resultado

5 RESULTADO

Primeiramente serão apresentados os resultados sobre a presença de detritos, defeitos e deformações estudados isoladamente, com suas respectivas análises estatísticas, e posteriormente os resultados dos escores que englobam a análise de todos os defeitos em cada instrumento.

5.1 Análise dos detritos

Quanto à presença ou ausência de detritos nos instrumentos analisados, os resultados foram apresentados na Tabela 2 e nas Figuras 6, 7, 8 e 9.

Tabela 2 - Resultados da totalidade das amostras analisadas, antes e após a instrumentação, quanto à presença ou não de detritos nos instrumentos.

Detritos	WaveOne[®]	Reciproc[®]
Presença	26 (100%)	26 (100%)
Ausência	0 (0%)	0 (0%)

(U - 338 – p>0.05)

Observa-se na Tabela 2 que todos os espécimes, tanto antes, quanto após a instrumentação com o processo de lavagem apresentaram presença de detritos.

Os dados originais da presença ou ausência de detritos (Tabela 2) foram submetidos ao teste estatístico de aderência à curva normal que apontou para uma distribuição amostral não-normal com a probabilidade de H_0 de 0,00 % (Apêndice 2). Sendo assim, optou-se pela realização do teste estatístico não paramétrico U de Mann-Whitney (Apêndice 3) que acusou não significância estatística para os dados analisados ($p>0,05$).

Figura 6 – Presença de detritos nas lâminas dos instrumentos WaveOne® Primary antes do uso

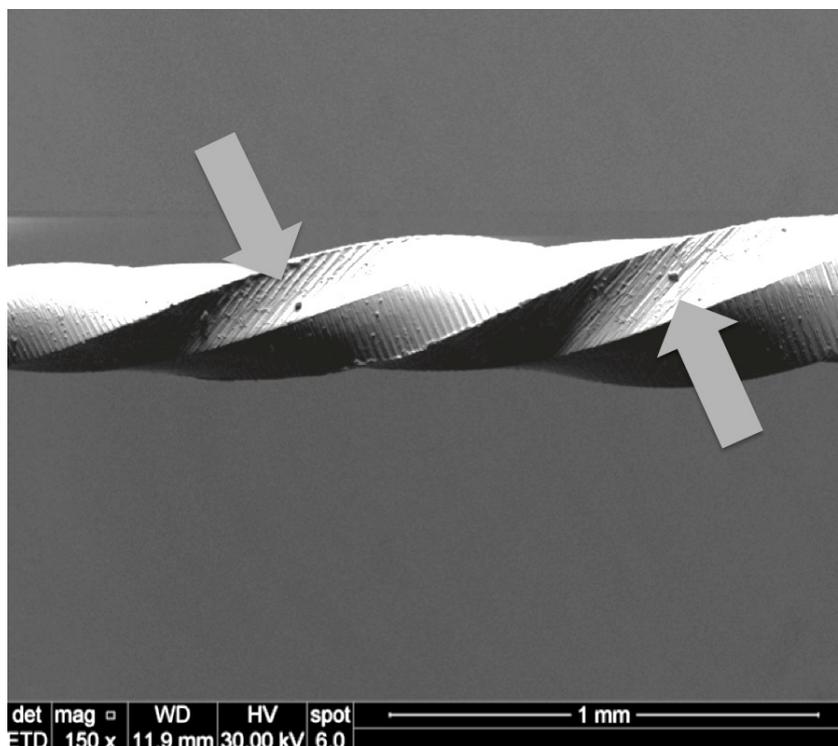


Figura 7– Presença de detritos nas lâminas dos instrumentos WaveOne® Primary após o uso

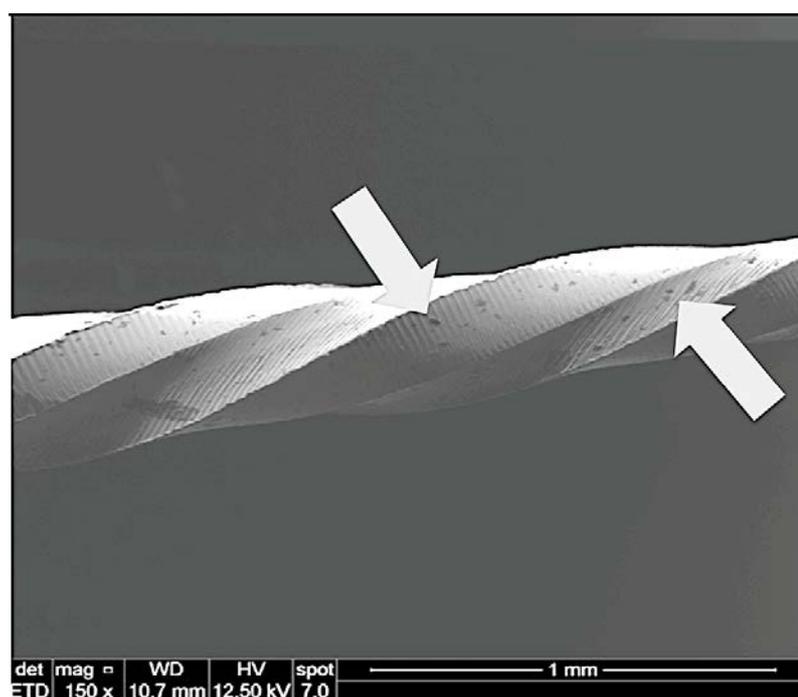


Figura 8 – Presença de detritos nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 antes do uso

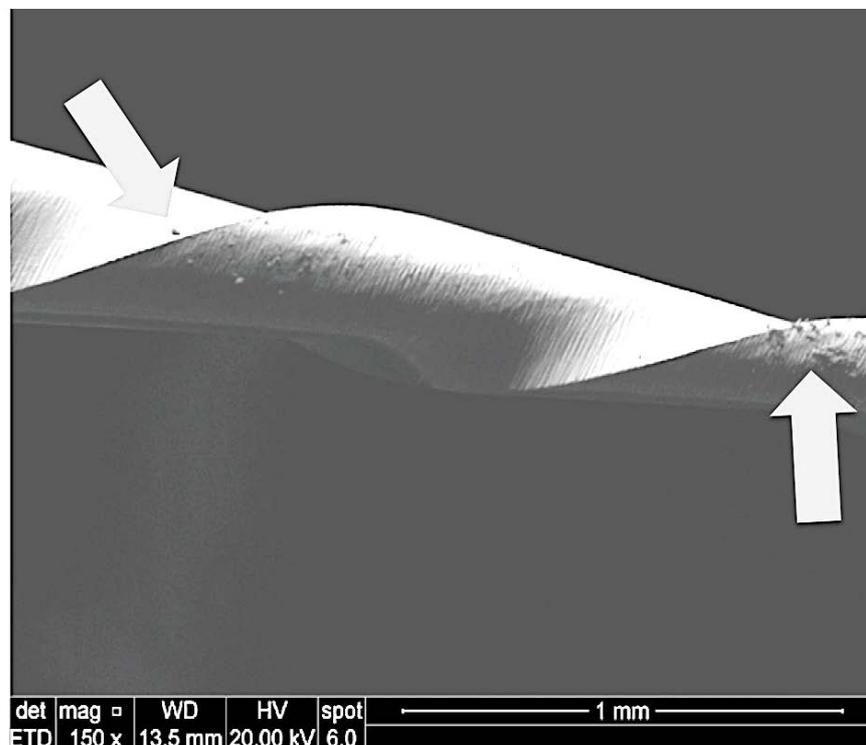
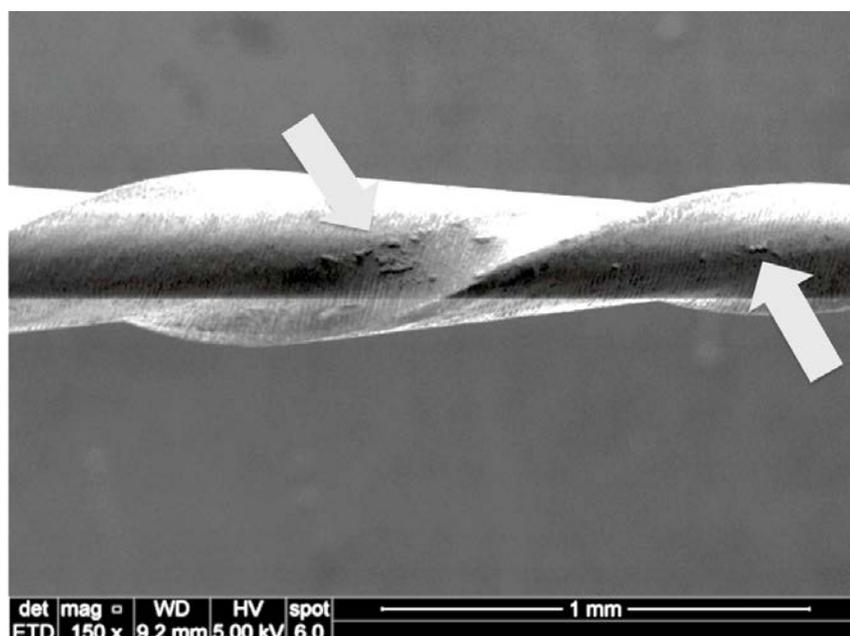


Figura 9 – Presença de detritos nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 após o uso



5.2 Análise dos defeitos e deformações na superfície dos instrumentos

Os resultados observados nas fotomicrografias quanto aos defeitos e deformações das superfícies dos instrumentos, antes e após a instrumentação através do MEV, da ponta até 2mm e dos 2mm até os 4mm destas, foram apresentados em 4 tópicos, sendo estes: borda irregular, ranhura, microcavidade e rebarba.

5.2.1 Defeito tipo Borda Irregular

A Tabela 3 indica os resultados totais antes e após o uso dos instrumentos quanto à presença do defeito tipo borda irregular na ponta até 4mm da parte ativa, estando os 104 dados originais dispostos nos Apêndices 4 e 5.

Os resultados acusam que em todos os espécimes dos instrumentos WaveOne[®] foi encontrado o defeito borda irregular em ambos os momentos do estudo. Já quanto aos resultados dos instrumentos Reciproc[®], apenas 9 e 7 espécimes apresentaram este defeito nos dois comprimentos avaliados antes do uso e 10 instrumentos em ambos os comprimentos apresentaram o defeito após a utilização.

Tabela 3- Resultados antes e após o uso com os instrumentos quanto à presença do defeito tipo borda irregular.

	Grupo I WOPRE	Grupo II WOPOS	Grupo III RPPRE	Grupo IV RPPOS
2mm Ponta	13	13	9	10
2-4mm	13	13	7	10

Legenda: WOPRE – Instrumentos WaveOne pré-instrumentação; WOPOS – Instrumentos WaveOne pós-instrumentação; RPPRE- Instrumentos Reciproc pré-instrumentação e RPPOS – Instrumentos Reciproc pós-instrumentação.

Os dados que originaram a Tabela 3 foram submetidos a testes estatísticos preliminares visando verificar a característica da distribuição amostral. O teste de aderência à curva normal evidenciou uma probabilidade de igualdade de H_0 com valor de 0,00%, caracterizando dessa forma que a distribuição amostral era não

normal (Apêndice 6). Diante disso, os testes estatísticos realizados foram os não-paramétricos. Como neste estudo foram utilizadas comparações múltiplas e dados amostrais independentes, utilizou-se o teste de Kruskal Wallis, que evidenciou diferença estatística significativa com o H_0 no valor de 0,01 (Apêndice 7). Foi realizada a comparação entre médias dos postos amostrais duas a duas para especificar o resultado do teste de Kruskal Wallis observadas na Tabela 4 e os dados originais do teste foram apresentados no Apêndice 8.

Tabela 4- Comparação entre médias dos postos amostrais

Amostras comparadas		Significância
WOPRE 2mmponta	X WOPOS 2mmponta	ns
WOPRE 2mmponta	X RPPRE 2mmponta	5%
WOPRE 2-4mm	X WOPOS 2-4mm	ns
WOPRE 2-4mm	X RPPRE 2-4mm	0,1%
WOPOS 2-4mm	X RPPOS 2-4mm	ns
WOPOS 2mmponta	X RPPOS 2mmponta	ns
RPPRE 2mmponta	X RPPOS 2mmponta	ns
RPPRE 2-4mm	X RPPOS 2-4mm	ns

Legenda: WOPRE – Instrumentos WaveOne pré-instrumentação; WOPOS – Instrumentos WaveOne pós-instrumentação; RPPRE- Instrumentos Reciproc pré-instrumentação e RPPOS – Instrumentos Reciproc pós-instrumentação; ns – não significativa ($p>0,05$).

A análise estatística dos resultados do defeito borda irregular evidenciam que os instrumentos WaveOne® antes da utilização nos comprimentos avaliados quando comparados com os instrumentos Reciproc® apresentam maior número do defeito borda irregular ($p<0,05$). Após a instrumentação, os espécimes dos instrumentos WaveOne® em ambos os comprimentos e os espécimes do instrumento Reciproc® não apresentaram diferença estatística significativa em nenhuma das comparações ($p>0,05$).

Nas Figuras 10, 11, 12 e 13 pode-se observar exemplos do defeito Borda Irregular.

Figura 10 – Presença de borda irregular nas lâminas dos instrumentos WaveOne®

Primary antes do uso

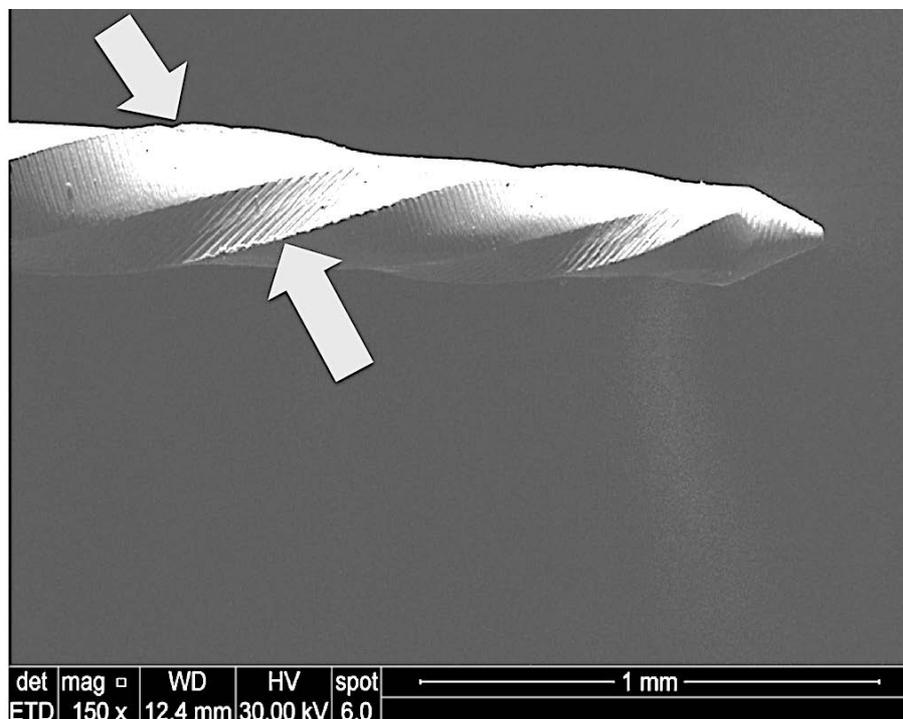


Figura 11 – Presença de borda irregular nas lâminas dos instrumentos WaveOne®

Primary após o uso

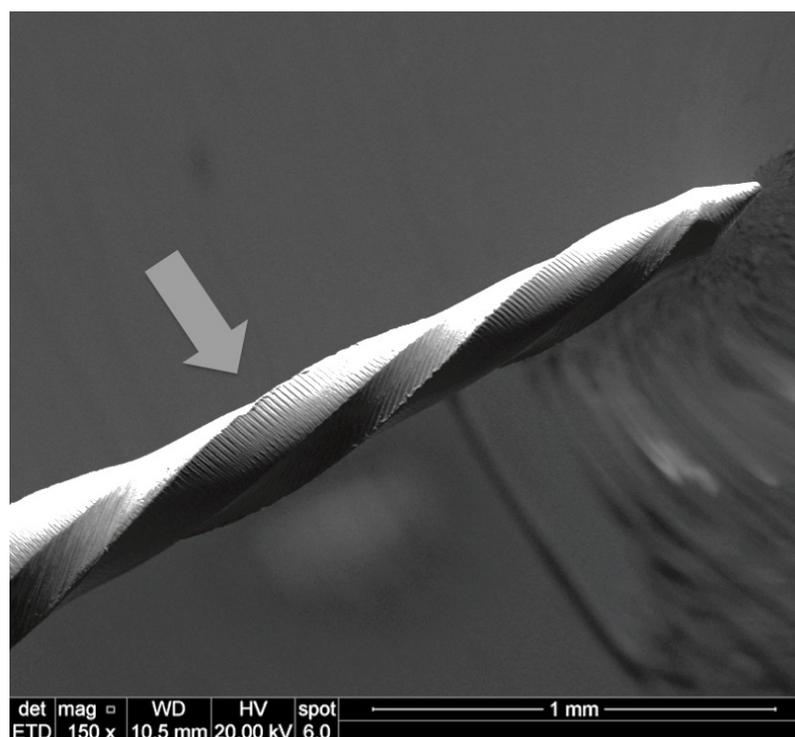


Figura 12 – Presença de borda irregular nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 antes do uso

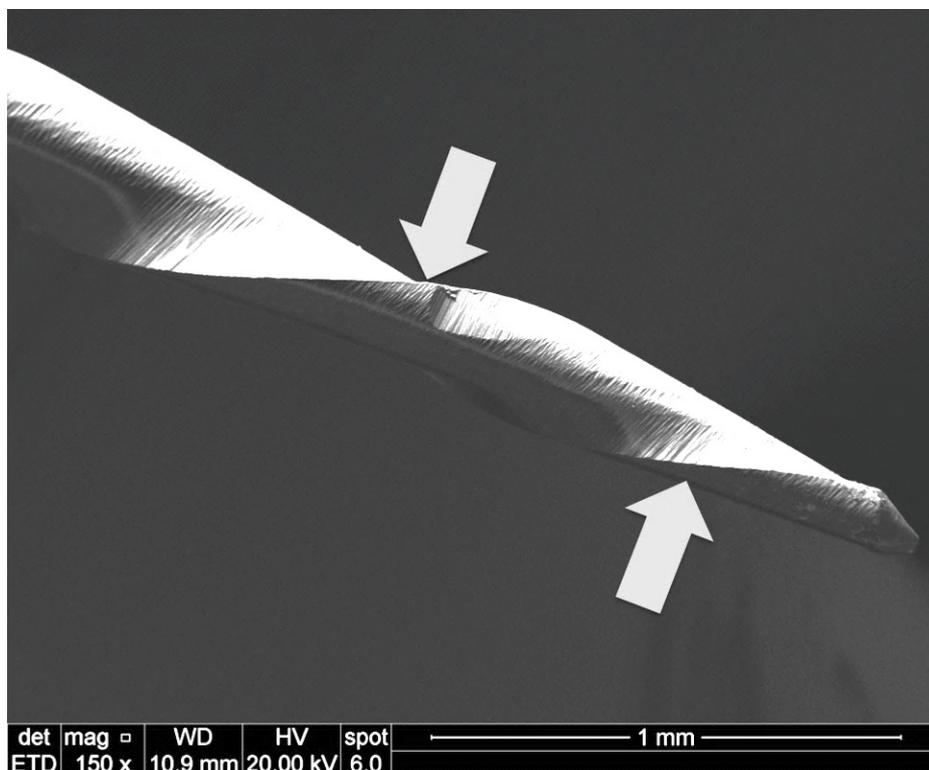
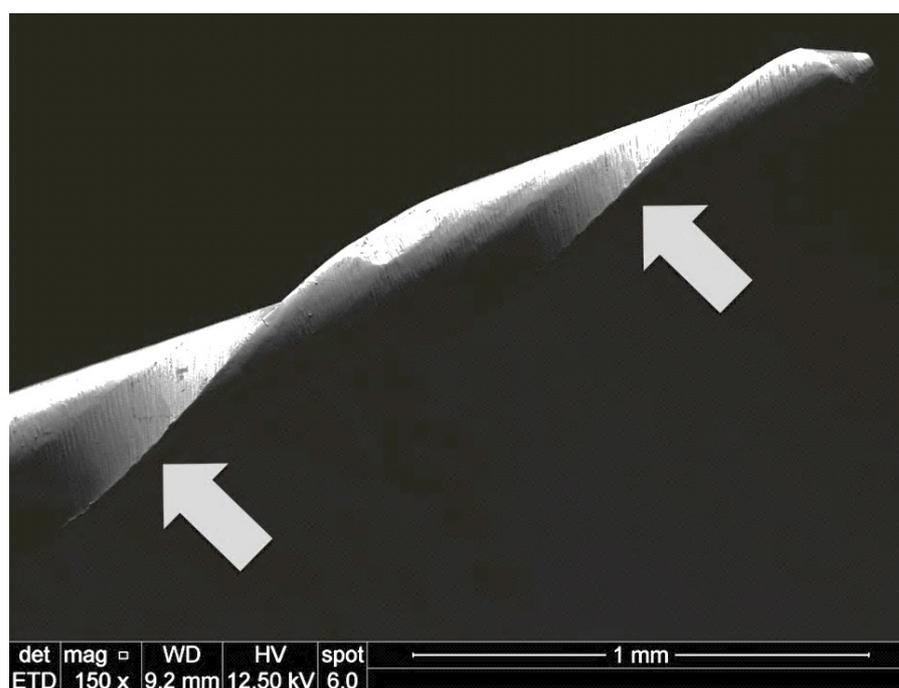


Figura 13 – Presença de borda irregular nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 após o uso



5.2.2 Defeito tipo Ranhura

A Tabela 5 indica os resultados totais antes e após o uso com os instrumentos quanto a presença do defeito tipo Ranhura na ponta até 4mm da parte ativa, os dados originais estão dispostos nos Apêndices 4 e 5.

Os resultados acusam que em mais de 90% dos espécimes dos instrumentos WaveOne[®] foram encontrados o defeito tipo Ranhura em ambos os momentos do estudo. Já os resultados dos instrumentos Reciproc[®], apenas 2 dos espécimes apresentaram este defeito nos primeiros 2mm antes do uso e 2 instrumentos em ambos os comprimentos apresentaram o defeito após a utilização.

Tabela 5 - Resultados quanto à presença do defeito tipo Ranhura

	Grupo I WOPRE	Grupo II WOPOS	Grupo III RPPRE	Grupo IV RPPOS
2mm Ponta	12	12	2	2
2-4mm	13	11	0	2

Legenda: WOPRE – Instrumentos WaveOne pré-instrumentação; WOPOS – Instrumentos WaveOne pós-instrumentação; RPPRE- Instrumentos Reciproc pré-instrumentação e RPPOS – Instrumentos Reciproc pós-instrumentação.

Os dados que originaram a Tabela 5 foram submetidos a testes estatísticos preliminares visando verificar a característica da distribuição amostral. O teste de aderência à curva normal evidenciou uma probabilidade de igualdade de H_0 com valor de 0,00%, caracterizando dessa forma que a distribuição amostral era não normal (Apêndice 9). Diante disso utilizou-se o teste de Kruskal Wallis, que evidenciou diferença estatística significativa com o H_0 no valor de 0,01 (Apêndice 10). Foi realizada a comparação entre médias dos postos amostrais duas a duas observadas na Tabela 6 e os dados originais do teste encontram-se no Apêndice 11.

Tabela 6 - Comparação entre médias dos postos amostrais

Amostras comparadas		Significância
WOPRE 2mmponta	X WOPOS 2mmponta	ns
WOPRE 2mmponta	X RPPRE 2mmponta	0,1%
WOPRE 2-4mm	X WOPOS 2-4mm	ns
WOPRE 2-4mm	X RPPRE 2-4mm	0,1%
WOPOS 2-4mm	X RPPOS 2-4mm	0,1%
WOPOS 2mmponta	X RPPOS 2mmponta	0,1%
RPPRE 2mmponta	X RPPOS 2mmponta	ns
RPPRE 2-4mm	X RPPOS 2-4mm	ns

Legenda: WOPRE – Instrumentos WaveOne pré-instrumentação; WOPOS – Instrumentos WaveOne pós-instrumentação; RPPRE- Instrumentos Reciproc pré-instrumentação e RPPOS – Instrumentos Reciproc pós-instrumentação; ns – não significativa ($p>0,05$).

A análise estatística dos resultados do defeito ranhura evidenciam que os instrumentos WaveOne[®] antes e após a utilização nos comprimentos avaliados quando comparados com os instrumentos Reciproc[®] apresentam maior número do defeito ($p<0,05$). Após a instrumentação, os espécimes dos instrumentos WaveOne[®] quando comparados entre si, bem como os do Reciproc[®], em ambos os comprimentos não apresentaram diferença estatística significativa quanto ao aumento deste tipo de defeito ($p>0,05$).

Nas Figuras 14, 15, 16 e 17 pode-se observar exemplos do defeito Ranhura.

Figura 14 – Presença de ranhura nas lâminas dos instrumentos WaveOne® Primary antes do uso

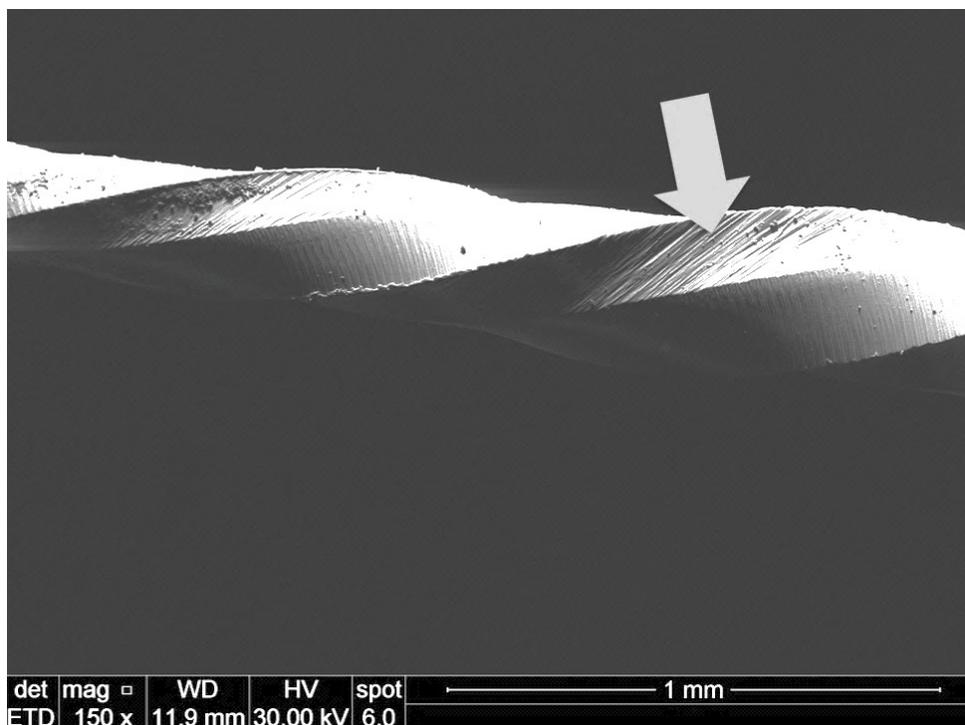


Figura 15 – Presença de ranhura nas lâminas dos instrumentos WaveOne® Primary após o uso

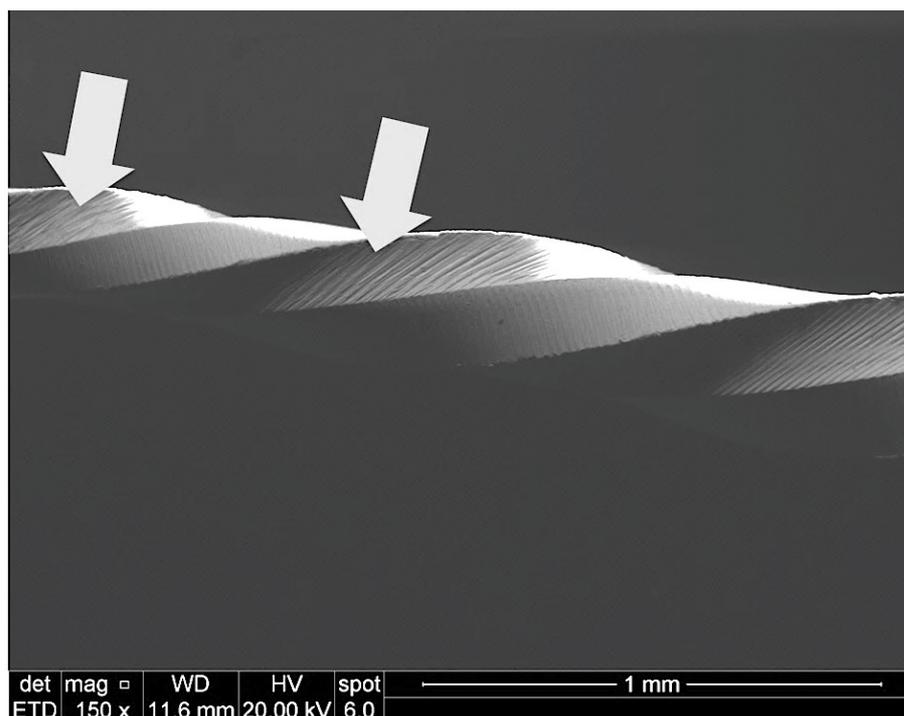


Figura 16 – Presença de ranhura nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 antes do uso

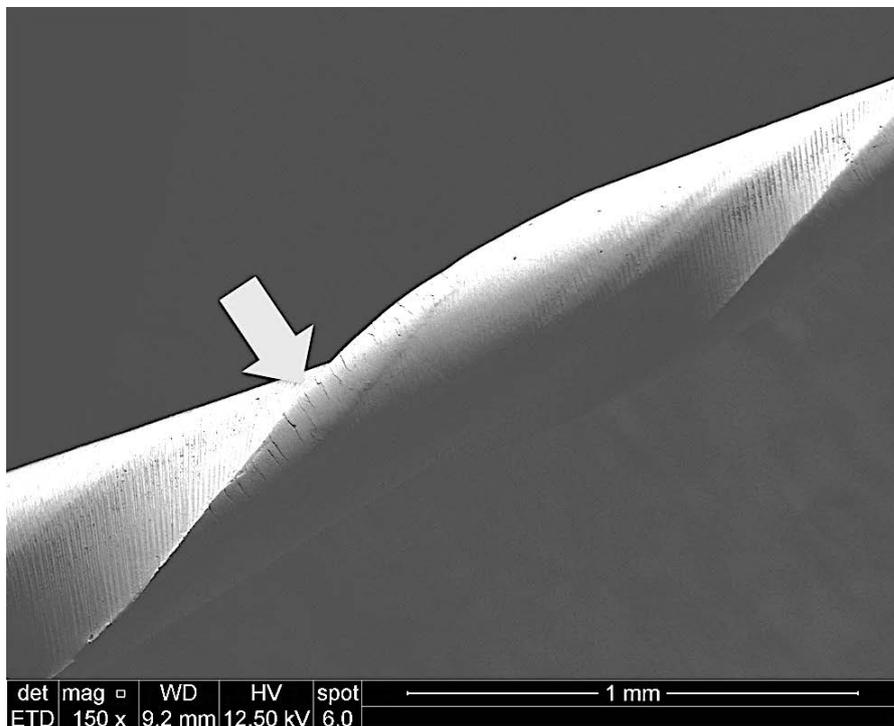
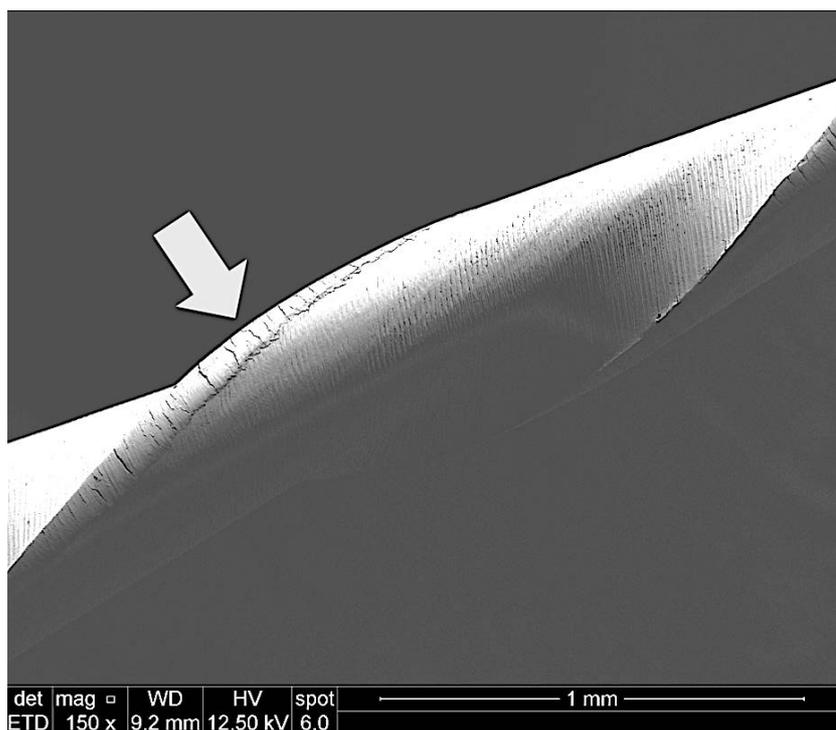


Figura 17 – Presença de ranhura nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 após o uso



5.2.3 Defeito tipo Microcavidade

A Tabela 7 indica os resultados antes e após o uso com os instrumentos quanto à presença do defeito Microcavidade a 2mm da ponta e de 2- 4mm da parte ativa, estando os dados originais dispostos nos Apêndices 4 e 5. Os resultados acusam que em ambos os instrumentos foram encontrados poucos e/ou nenhum defeito tipo Microcavidade em ambos os momentos e comprimentos avaliados neste estudo.

Tabela 7- Resultados quanto à presença do defeito tipo Microcavidade

	Grupo I WOPRE	Grupo II WOPOS	Grupo III RPPRE	Grupo IV RPPOS
2mm Ponta	0	2	1	1
2-4mm	0	1	1	0

Legenda: WOPRE – Instrumentos WaveOne pré-instrumentação; WOPOS – Instrumentos WaveOne pós-instrumentação; RPPRE- Instrumentos Reciproc pré-instrumentação e RPPOS – Instrumentos Reciproc pós-instrumentação.

Os dados que originaram a Tabela 7 evidenciaram uma probabilidade de igualdade de H_0 com valor de 0,00%, caracterizando dessa forma que a distribuição amostral era não normal (Apêndice 12). Diante disso utilizou-se o teste de Kruskal Wallis, que evidenciou diferença estatística não significativa com o H_0 no valor 44,48 (Apêndice 13).

Nas Figuras 18, 19, 20 e 21 pode-se observar exemplos do defeito Microcavidade.

Figura 18 – Ausência de microcavidade nas lâminas dos instrumentos WaveOne®

Primary antes do uso

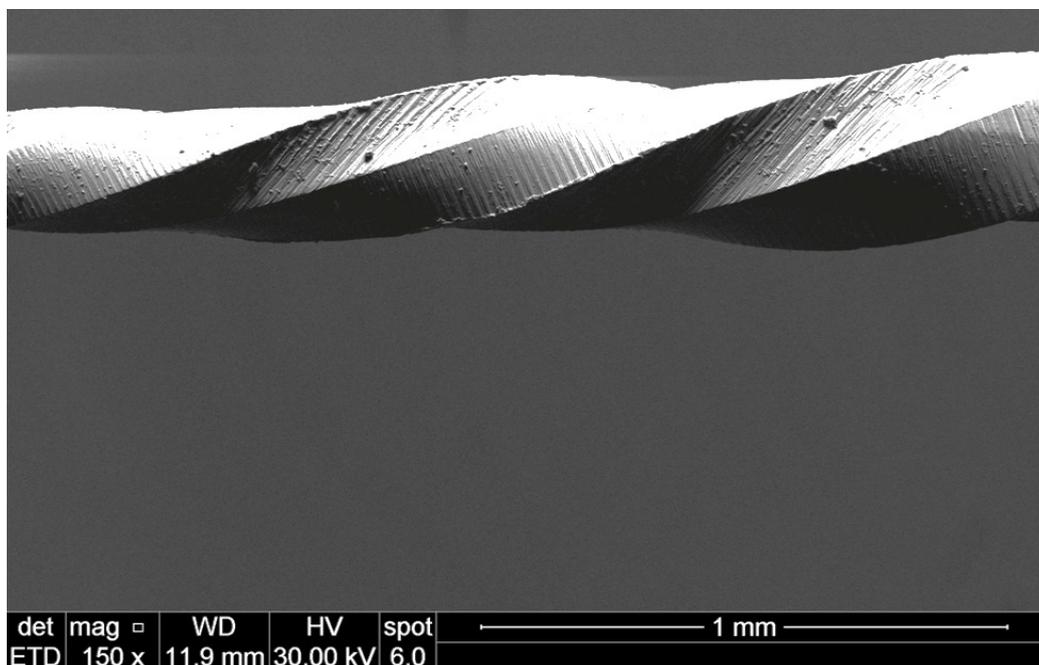


Figura 19 – Presença de microcavidade nas lâminas dos instrumentos WaveOne®

Primary após o uso

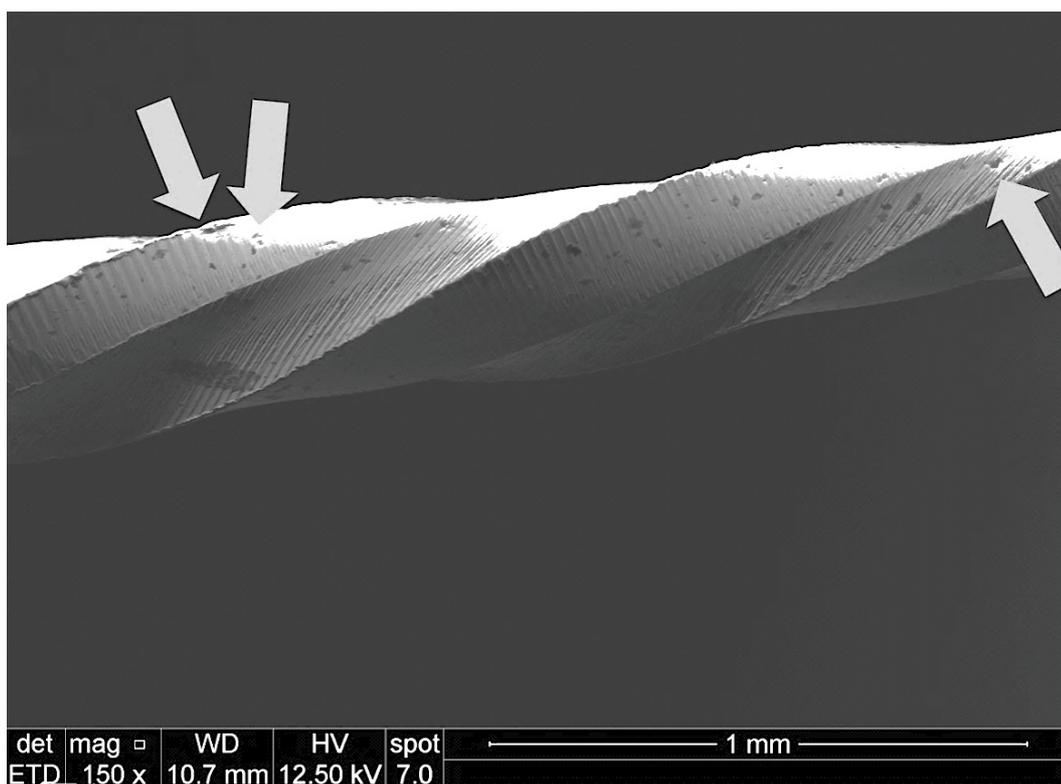


Figura 20 – Presença de microcavidade nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 antes do uso

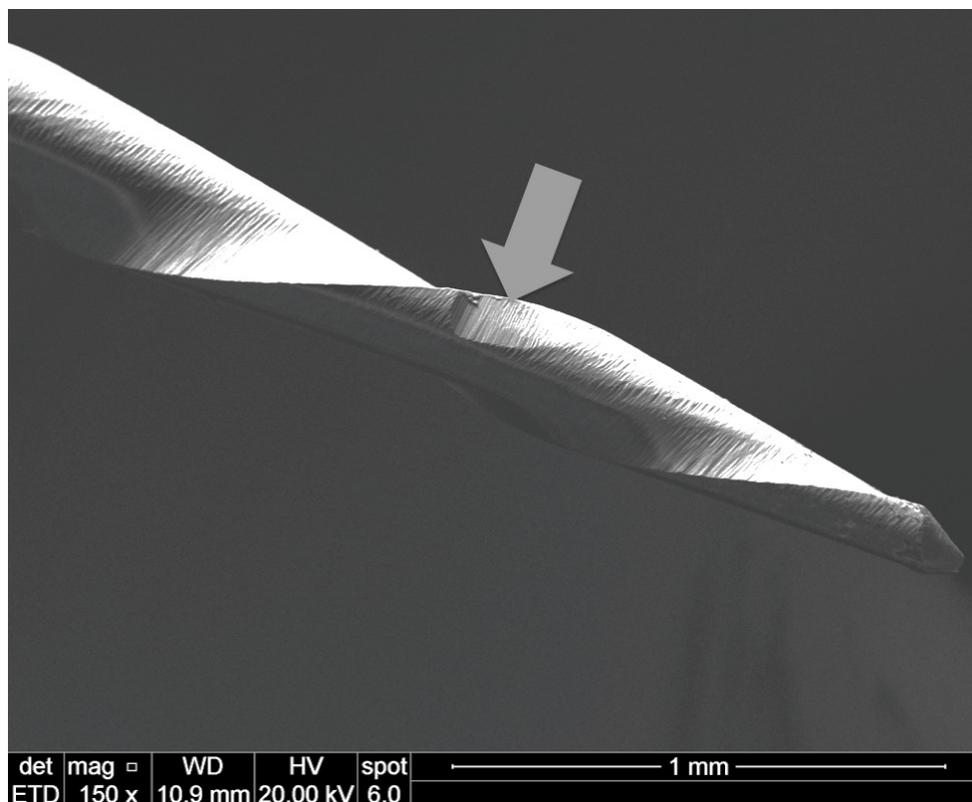
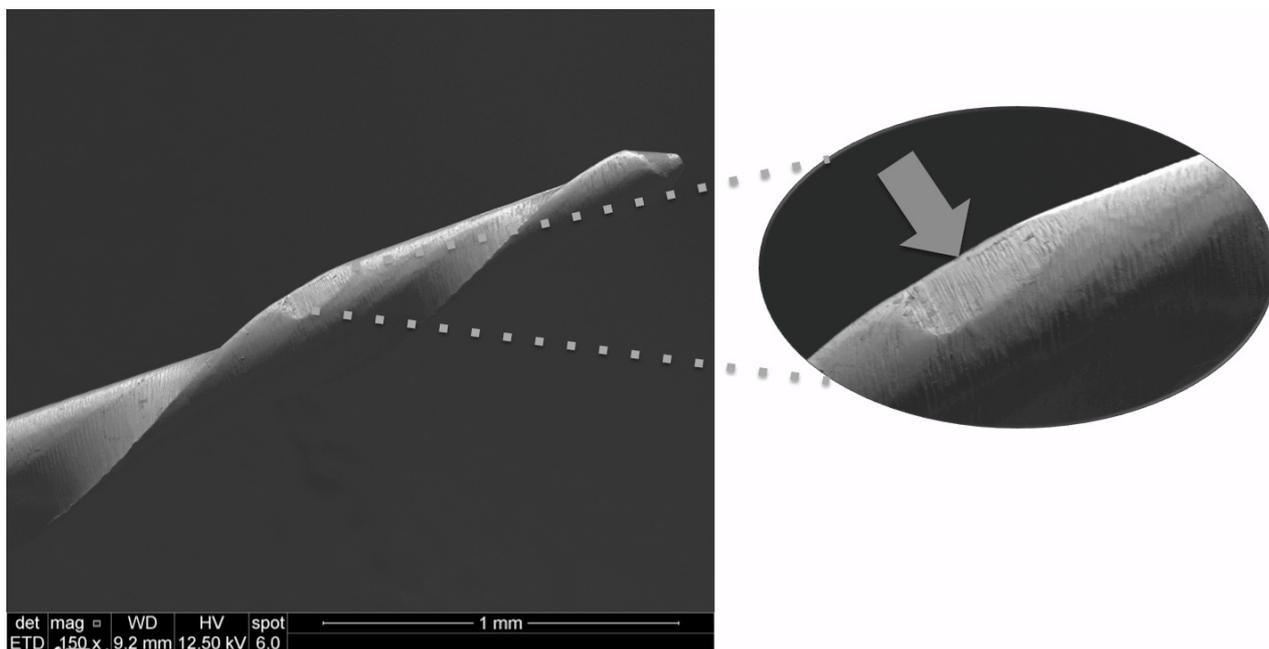


Figura 21 – Presença de microcavidade nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 após o uso



5.2.4 Defeito tipo Rebarba

A Tabela 8 indica os resultados antes e após o uso com os instrumentos quanto à presença do defeito tipo Rebarba na ponta até 4mm da parte ativa. Os dados originais estão dispostos nos Apêndices 4 e 5.

Os resultados acusam que em mais de 90% dos espécimes dos instrumentos WaveOne[®] foram encontrados o defeito tipo Rebarba em ambos os momentos do estudo. Já nos resultados dos instrumentos Reciproc[®], apenas um dos espécimes apresentou este defeito nos primeiros 2mm e 4 mm após o uso.

Tabela 8 - Resultados quanto à presença do defeito tipo Rebarba

	Grupo I WOPRE	Grupo II WOPOS	Grupo III RPPRE	Grupo IV RPPOS
2mm Ponta	12	11	0	1
2-4mm	12	12	0	1

Legenda: WOPRE – Instrumentos WaveOne pré-instrumentação; WOPOS – Instrumentos WaveOne pós-instrumentação; RPPRE- Instrumentos Reciproc pré-instrumentação e RPPOS – Instrumentos Reciproc pós-instrumentação.

Os dados que originaram a Tabela 8 evidenciaram uma probabilidade de igualdade de H_0 com valor de 0,00%, caracterizando dessa forma que a distribuição amostral era não normal (Apêndice 14). Diante disso utilizou-se o teste de Kruskal Wallis, que evidenciou diferença estatística significativa com o H_0 no valor 0,01 (Apêndice 15).

Foi realizada a comparação entre médias dos postos amostrais duas a duas observadas na Tabela 9 e os dados originais do teste constam no Apêndice 16.

Tabela 9- Comparação entre médias dos postos amostrais

Amostras comparadas		Significância
WOPRE 2mm ponta	X WOPOS 2mm ponta	ns
WOPRE 2mm ponta	X RPPRE 2mm ponta	0,1%
WOPRE 2-4mm	X WOPOS 2-4mm	ns
WOPRE 2-4mm	X RPPRE 2-4mm	0,1%
WOPOS 2-4mm	X RPPOS 2-4mm	0,1%
WOPOS 2mm ponta	X RPPOS 2mm ponta	0,1%
RPPRE 2mm ponta	X RPPOS 2mm ponta	ns
RPPRE 2-4mm	X RPPOS 2-4mm	ns

Legenda: WOPRE – Instrumentos WaveOne pré-instrumentação; WOPOS – Instrumentos WaveOne pós-instrumentação; RPPRE- Instrumentos Reciproc pré-instrumentação e RPPOS – Instrumentos Reciproc pós-instrumentação; ns – não significativa ($p > 0,05$).

A análise estatística dos resultados do defeito rebarba evidenciam que os instrumentos WaveOne[®] antes e após a utilização em ambos os comprimentos avaliados quando comparados com os instrumentos Reciproc[®] apresentam maior número do defeito rebarba ($p < 0,05$). Após a instrumentação os espécimes dos instrumentos WaveOne[®], quando comparados entre si, bem como os do Reciproc[®], em ambos os comprimentos não apresentaram diferença estatística significativa quanto ao aumento deste tipo de defeito após o uso ($p > 0,05$).

Nas Figuras 22, 23, 24 e 25 pode-se observar exemplos do defeito tipo Rebarba.

Figura 22 – Presença de rebarba nas lâminas dos instrumentos WaveOne[®] Primary antes do uso

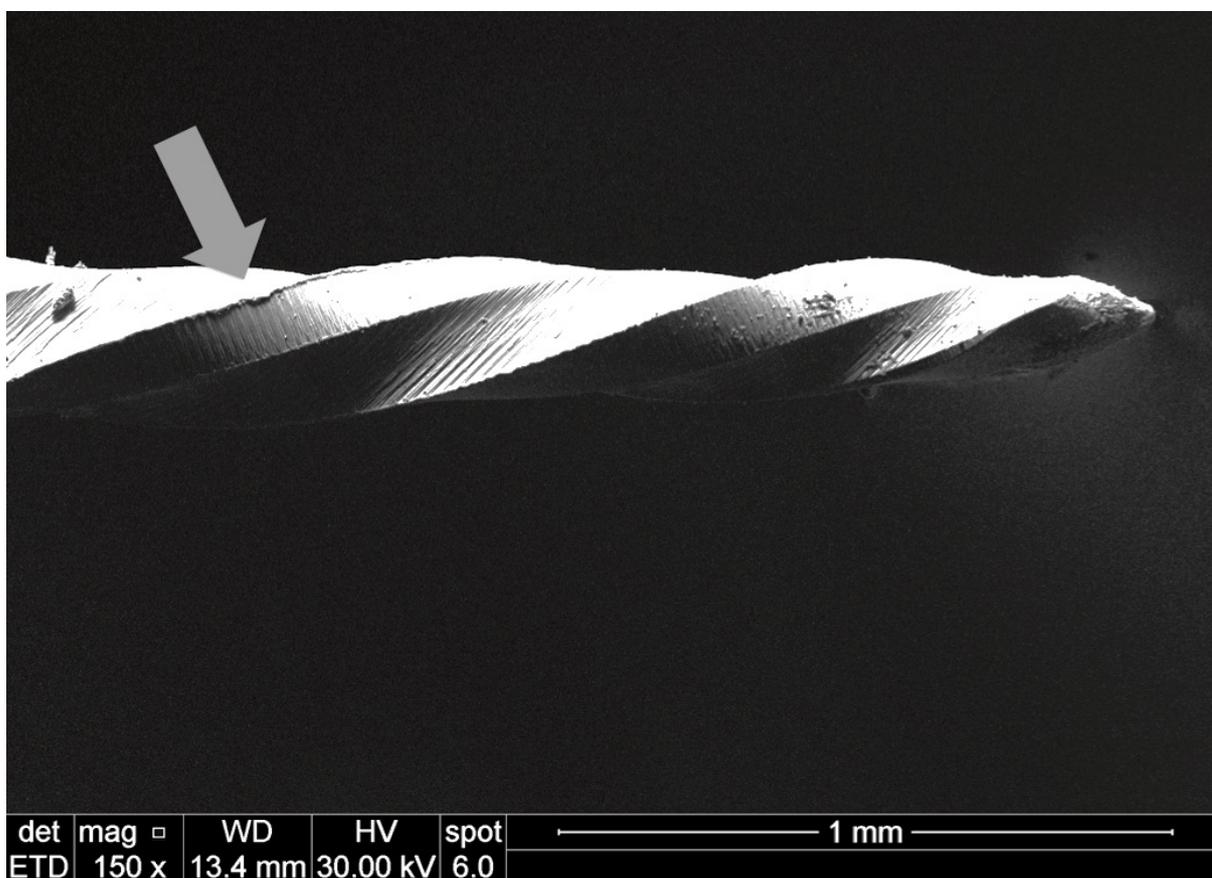


Figura 23 – Presença de rebarba nas lâminas dos instrumentos WaveOne® Primary após o uso

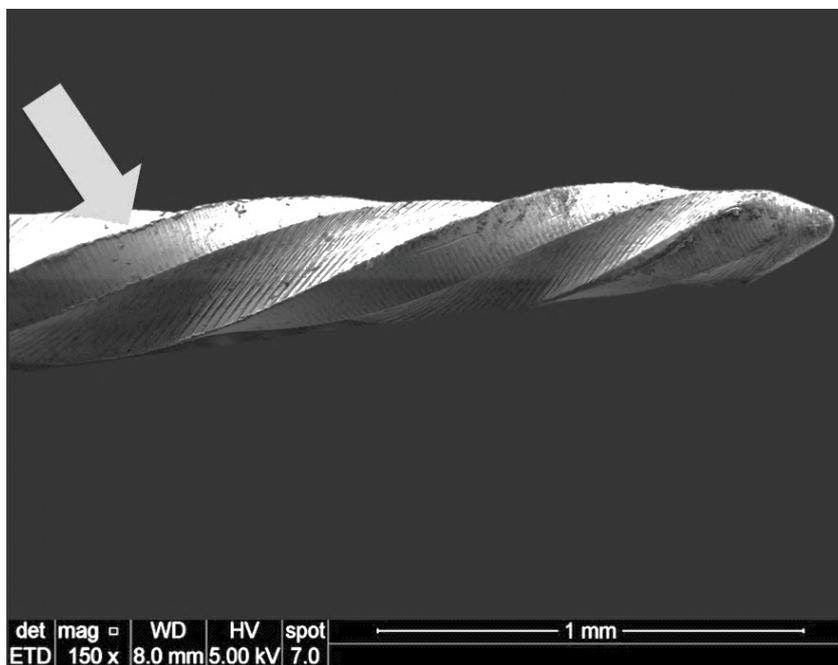


Figura 24 – Ausência de rebarba nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 antes do uso

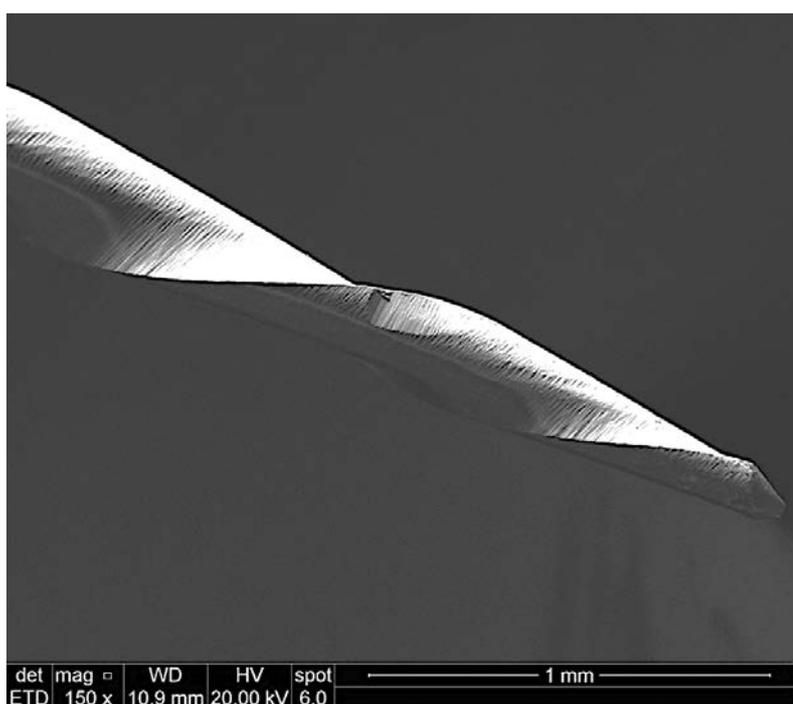
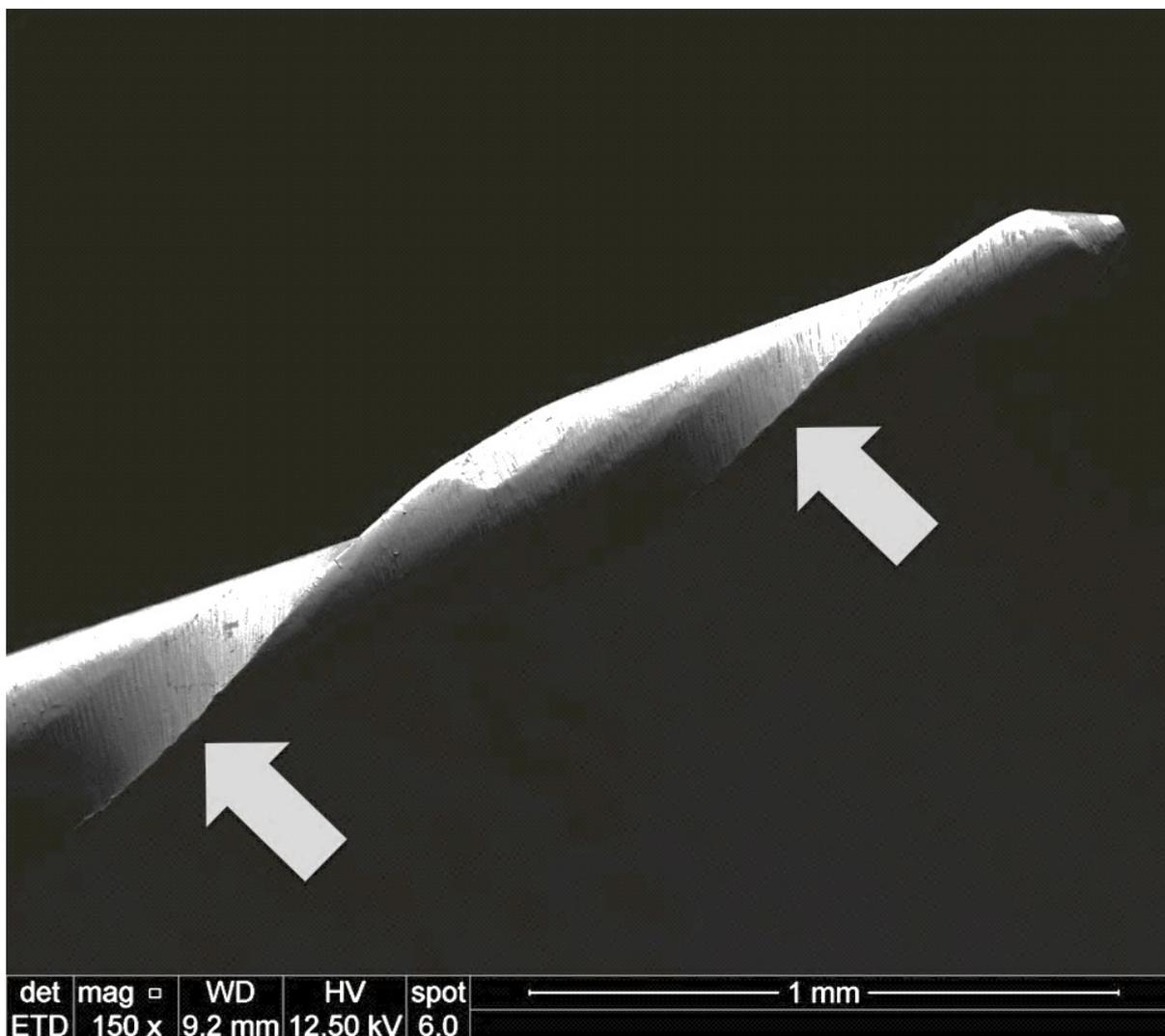


Figura 25 – Presença de rebarba nas lâminas dos instrumentos Reciproc® R25 após o uso



5.3 Análise por meio do Escore de Defeitos e Deformações

A Tabela 10 indica os resultados absolutos antes e após o uso na ponta até 4mm da parte ativa com os instrumentos quanto à classificação pelo escore de defeitos e deformações, conforme a classificação indicada no Material e Método. O escore usado possui uma gradação de 1 a 4, em que é possível classificar os instrumentos considerando a presença dos 4 tipos de defeitos ou deformações em uma mesma análise. Os dados originais estão dispostos nos Apêndices 17 e 18.

Os resultados absolutos demonstram que os instrumentos Reciproc[®] antes do uso obtiveram, a 2 mm da ponta e de 2-4mm, uma média de 1,76 e 1,61 respectivamente na classificação do escore e, após a utilização foram classificados nos mesmos comprimentos com médias de 1,84 e 1,85 respectivamente.

Já os instrumentos WaveOne[®] antes do uso obtiveram na ponta e nos 4mm uma média de 2,85 e 3,0 respectivamente na classificação do escore e, após a utilização foram classificados nos mesmos comprimentos com médias de 2,54 e 2,69 respectivamente.

Tabela 10- Dados absolutos com média originada pela aplicação do escore

	2mmPonta/pré	2-4mm/pré	2mmPonta/pós	2-4mm/pós
Reciproc [®]	2	2	2	2
	1	1	2	2
	2	2	2	2
	2	2	2	2
	2	1	2	2
	1	1	1	1
	2	2	2	2
	1	1	2	2
	1	1	1	1
	2	2	2	2
	2	2	2	2
	2	2	2	2
	3	2	2	2
Média e DV	1,76	1,61	1,84	1,85
WaveOne [®]	2	3	2	3
	3	3	3	3
	3	3	3	3
	3	3	2	3
	3	3	3	3
	3	3	3	3
	3	3	3	2
	3	3	3	4
	3	3	2	2
	2	3	3	3
	3	3	2	2
	3	3	2	2
	3	3	2	2
Média e DV	2,85	3,0	2,54	2,69

Os dados da Tabela 10 evidenciaram uma probabilidade de igualdade de H_0 com valor de 0,00%, caracterizando dessa forma que a distribuição amostral era não normal (Apêndice 19). Diante disso utilizou-se o teste de Kruskal Wallis, que evidenciou diferença estatística significativa com o H_0 no valor 0,01 (Apêndice 20).

Foi realizada a comparação entre médias dos postos amostrais duas a duas observadas na Tabela 11 e os dados originais do teste encontram-se presentes no Apêndice 21.

Tabela 11 - Comparação entre médias dos postos amostrais

Amostras comparadas	Significância
WOPRE 2mm ponta X RPPRE 2mm ponta	0,1%
WOPRE 2-4mm X RPPRE 2-4mm	0,1%
WOPRE 2mm ponta X WOPOS 2mm ponta	5%
WOPRE 2-4mm X WOPOS 2-4mm	5%
RPPRE 2mm ponta X RPPOS 2mm ponta	ns
RPPRE 2-4mm X RPPOS 2-4mm	ns
WOPOS 2-4mm X RPPOS 2-4mm	0,1%
WOPOS 2mm ponta X RPPOS 2mm ponta	0,1%

Legenda: WOPRE – Instrumentos WaveOne pré-instrumentação; WOPOS – Instrumentos WaveOne pós-instrumentação; RPPRE- Instrumentos Reciproc pré-instrumentação e RPPOS – Instrumentos Reciproc pós-instrumentação; ns – não significativa ($p > 0,05$).

A análise estatística dos resultados da aplicação do escore evidenciam que os instrumentos WaveOne® antes da utilização, em ambos os comprimentos avaliados, quando comparados com os instrumentos Reciproc® apresentaram maior número de defeitos e deformações ($p < 0,01$).

Após a instrumentação, os espécimes dos instrumentos WaveOne® quando comparados entre si em ambos os comprimentos apresentaram maiores deformações após o primeiro uso ($p < 0,05$). Já os instrumentos Reciproc® quando comparados entre si em ambos os comprimentos não apresentaram deformações significativas após o primeiro uso ($p > 0,05$).

As comparações cruzadas entre os instrumentos WaveOne[®] e Reciproc[®] em ambos os comprimentos após o uso apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,01$) onde observa-se uma melhor performance dos instrumentos Reciproc[®] quanto à manutenção das características físicas originais.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

A utilização de dentes extraídos na pesquisa em Endodontia tem a vantagem de possibilitar, em parte, a reprodutibilidade das condições clínicas^{44,64}. Entretanto, a variabilidade morfológica do sistema de canais radiculares em um mesmo grupo dentário torna a padronização dos dentes extremamente complexa^{7,64}. Por isso, para a composição dos grupos experimentais, utilizou-se rigorosos critérios de inclusão, a fim de conseguir-se melhor padronização dos dentes selecionados. No presente estudo, utilizou-se dentes humanos (raízes mesiais de molares inferiores), diferentemente dos de Estrela¹⁸ (2008) e de Kim et al.³⁶ (2012), essencial na reprodução da dureza do tecido dentinário, a qual interfere nos desgastes dos instrumentos.

O raio de curvatura parece exercer uma influência decisiva no que se refere à fratura do instrumento nos testes de fadiga⁵¹; assim, quanto menor o raio de curvatura menos ciclos serão necessários para que ocorra a fratura. Para tanto, selecionou-se molares extraídos com raio de curvatura $\leq 10\text{mm}$ e ângulos de curvatura entre 20° e 40° , escolhidos com base em valores médios obtidos na literatura^{18,61}.

Paralelamente a um aprimoramento das técnicas operatórias, o instrumento disponível também vem se modificando com o intuito de permitir melhor modelagem do canal radicular, maiores elasticidade e flexibilidade, diminuindo a possibilidade de provocar deformações no conduto radicular e propiciar mais segurança em relação à ausência de fratura²¹. Os instrumentos utilizados neste estudo são vendidos como de uso único, característica que poderia evitar a deterioração do metal resultante do uso clínico prolongado, o que reduz mas não elimina o risco de fadiga e de fratura deste.

Estudos descritos na literatura avaliam o efeito acumulativo de múltiplos usos clínicos na incidência de fratura por fadiga de instrumentos reciprocantes, como os de Burklein et al.⁷ (2012) que demonstraram o uso seguro de Reciproc[®] R25 como instrumento único em 4 canais radiculares sem sofrer fratura, o de Gavini et al.²⁵ (2012), que ressaltaram que estes instrumentos resistem em média 1787,78 ciclos, portanto o dobro do usual, em movimento recíprocante até a fratura e o de Carreño¹¹ (2012) que mostrou poder 66,6% dos instrumentos Reciproc[®] R25 avaliados serem usados em 4 molares inferiores, sem deformação plástica ou fratura. Embora a conceptualização e as recomendações do fabricante sejam baseadas na utilização da lima Reciproc[®] e WaveOne[®] em um único dente, os estudos de Park et al.⁴⁵ (2014) e de Caballero et al.⁸ (2014) concluíram que as limas Reciproc[®] poderiam ser utilizadas em 5 ou 9 canais radiculares, respectivamente, uma vez que não apresentaram deformações anatômicas. Estes resultados devem ser avaliados com cautela pois as deformações mecânicas da lima podem diminuir sua eficiência biomecânica. Tal fato pode ser comprovado por meio do desgaste significativo das lâminas de corte dos instrumentos Reciproc[®] observado por França²¹ (2013), já a partir do terceiro uso, reforçando a recomendação do fabricante em utilizar cada instrumento em um molar e, então, descartá-lo.

A avaliação da superfície de instrumentos de NiTi novos e usados por meio de MEV tem sido estudada por diversos autores^{2,13,56,60}. Entretanto, este é provavelmente um dos poucos estudos reportados até a presente data acerca da avaliação das características superficiais das lâminas de corte dos instrumentos de NiTi reciprocantes Reciproc[®] e WaveOne[®], bem como da presença de detritos nas mesmas, assemelhando-se ao de Carreño¹¹ (2012) o qual investigou apenas o instrumento Reciproc[®].

Para a análise dos detritos, defeitos e deformações, utilizou-se o MEV, assim como fizeram Barletta et al.⁶ (2006), Chianello et al.¹³ (2008), Pedullá et al.⁴⁶ (2013) e França²¹ (2013), visto ser esse método indicado para a visualização topográfica das superfícies das limas, em maior aumento, elucidando possíveis alterações não demonstradas visivelmente ou por lupas de menor resolução.

Um aspecto questionável que parece conferir maior resistência à fratura de instrumentos endodônticos é o tipo de liga da qual são constituídos. As limas reciprocantes Reciproc[®] e WaveOne[®] são feitas de ligas de NiTi M-Wire, desenvolvidas por um processo especial de tratamento térmico, que proporciona maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica, se comparadas às de NiTi convencionais; entretanto, os dados apresentados pela literatura são controversos: instrumentos feitos a partir de ligas M-Wire não foram encontrados por ser mais resistentes à fadiga do que instrumentos produzidos com o processo de usinagem tradicional de NiTi²⁰ ou, pelo contrário, parece haver dados suficientes para apoiar a influência dos processos de fabricação em favor da liga de NiTi M-Wire⁵³. Outros estudos também demonstraram que a cinemática empregada é determinante, isto é, os instrumentos utilizados em movimento recíprocante obtiveram melhores resultados no que diz respeito à resistência à fadiga cíclica do que instrumentos utilizados em movimento rotatório contínuo^{34,36,63}.

No sistema Reciproc[®], a secção transversal em formato de “S” ocupa toda a parte ativa do instrumento, enquanto no sistema WaveOne[®] ela varia, com a presença de superfície radial na ponta e que se modifica até o formato triangular convexo próximo ao intermediário. Durante a instrumentação de canais curvos, os instrumentos com secção triangular, de maior flexibilidade, têm uma maior distribuição de stress por toda sua extensão e obtêm as menores concentrações de

stress quando comparados a instrumentos de secção em “S”, quadrangular ou retangular, sendo menos vulneráveis a deformações plásticas, diferindo dos achados do presente estudo onde as limas Reciproc[®] obtiveram menor frequência de defeitos e deformações, quando comparadas às observadas nas lâminas de corte da lima WaveOne[®] 35 (Tabela 10).

A presença de detritos (excessos ou partículas metálicas) sobre a superfície e bordas cortantes de instrumentos novos, resultante da usinagem, assim como defeitos e deformações na morfologia das limas têm sido reportados. A presença de defeitos de fabricação em algumas limas observada em nosso estudo difere dos achados de Barletta et al.⁶ (2006) que não constataram tais defeitos em seis limas de NiTi (Profile, Maillefer) analisadas antes do preparo de canais radiculares; entretanto corrobora os achados do mesmo autor, no que se refere às áreas de desgaste observadas em 75% das limas empregadas após o preparo de canais radiculares de pacientes em seu estudo. Tripi et al.⁶⁰ (2001) reportaram haver encontrado defeitos na maioria dos instrumentos novos, analisados e Chianello et al.¹³ (2008) observaram que nenhum instrumento novo de NiTi estava livre de imperfeições e a maioria apresentava 2 a 7 tipos de defeitos em suas superfícies. É importante ressaltar que a presença de imperfeições encontradas sobre os instrumentos novos podem contribuir para a deterioração do instrumento ou podem culminar no aparecimento de defeitos maiores², conforme demonstrado por Carreño¹¹ (2012) em seu estudo, onde as linhas de usinagem bastante marcadas observadas no instrumento Reciproc[®] R25 sofreram alterações ao longo dos usos clínicos, servindo como sítio de microfraturas, as quais seguiram sempre a direção dessas linhas. A melhora do acabamento da superfície destes instrumentos poderia favorecer a redução de sua deterioração em usos múltiplos¹¹.

Apesar dos instrumentos endodônticos reciprocantes usados em nosso estudo serem estéreis, desde a fabricação, todas as amostras apresentaram detritos em suas lâminas de corte antes e após o uso (Tabela 2), corroborando os achados de Carreño et al.¹¹ (2012) que observaram marcas usuais de usinagem, presença de detritos sobre as imperfeições superficiais na ponta dos instrumentos e o excesso de metal sobre as arestas de corte em 41,6% das limas Reciproc[®] novas investigadas. A presença de debris e outros tipos de sujidades, como resíduos e fragmentos metálicos provenientes da fabricação, pode levar à contaminação no tratamento endodôntico, impedir a limpeza adequada dos condutos, causar desvio do canal anatômico e até mesmo impedir o vedamento apical desejado⁵². O insucesso do tratamento endodôntico ocorre na região apical, considerada crítica, podendo ser provocado por deposição de raspas dentinárias, tecido orgânico e material que possa servir de obstáculo às substâncias irrigadoras e ao percurso dos instrumentos endodônticos na delimitação do canal anatômico, como também na configuração do canal cirúrgico. No entanto, existe pouca preocupação em se observar se tais insucessos advêm da falta de limpeza adequada das limas endodônticas. A limpeza e a esterilização parecem não ter sido suficientes nas limas analisadas no presente estudo, devendo-se dar ênfase a este aspecto em estudos futuros.

Fatma, Ozgur¹⁹ (2014), ao compararem, no pré-operatório, os instrumentos ProTaper[®], WaveOne[®] e Reciproc[®] mostraram defeitos estruturais similares confirmando que o processo de fabricação de instrumentos de níquel-titânio, muitas vezes resulta em excesso de metal e superfície irregular, caracterizado por bordas irregulares, ranhuras, rebarbas e microcavidades.

Apesar do presente estudo ter avaliado a presença ou ausência de detritos, constatou-se maior quantidade destes nas limas WaveOne[®], o que pode ser

explicada por sua secção transversal convexa modificada (concauidade na ponta)^{37,46} permitir o acúmulo destes nessa zona, possibilitando que parte seja expelida coronalmente durante o movimento de instrumentação e a outra parte permaneça aderida na secção, o que pode explicar o menor risco de extrusão de detritos pelo forame apical, constatada no estudo de Marques⁴³ (2012), quando comparada com uma secção transversal que não seja côncava, como é o caso do Sistema Reciproc[®].

Dos defeitos e deformações investigados neste estudo, foram mais prevalentes as bordas irregulares (Tabela 3), seguidas das ranhuras, rebarbas e microcavidades nas lâminas de corte das limas reciprocantes (Tabelas 5, 7 e 8), sendo as primeiras produzidas provavelmente pela fricção dos instrumentos contra as paredes dos canais radiculares ou ainda derivadas do processo de usinagem, corroborando os achados de Caballero et al.⁸ (2014) e diferindo dos achados de Carreño¹¹ (2012), onde as microcavidades foram mais frequentes.

Pôde-se constatar maior prevalência de ranhuras nas limas WaveOne[®] Primary do que nas Reciproc[®] (Tabela 5), podendo provavelmente tal fato ser a marcante diferença das guias radiais desses instrumentos. A presença de ranhuras aumenta o estado de tensão em relação a uma haste polida e pode funcionar como pontos concentradores, levando os instrumentos à falha prematura.

A alta frequência de microcavidades observada em alguns estudos^{8,11}, atribuída ao constante contato entre o instrumento e a solução irrigadora (NaOCl) ao longo dos múltiplos usos dos instrumentos, não pôde ser observada neste estudo (Tabela 7), em razão de terem sido usados apenas na instrumentação dos canais MV e ML de molares inferiores uma única vez.

O grande número de defeitos do tipo rebarba encontrados nas limas WaveOne[®] (Tabela 8), se comparadas à Reciproc[®] pode diminuir a capacidade de corte dos instrumentos, por alterarem o ângulo e a agucidade da aresta de corte⁴², aumentando a rugosidade das paredes do canal e interferindo no selamento da obturação do sistema de canais radiculares. Além disso, quando liberadas durante a instrumentação permanecem no interior do canal ou podem alcançar a região periapical.

As limas WaveOne[®] apresentaram maior número de defeitos e deformações (borda irregular, ranhura, rebarba), diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) quando comparadas às Reciproc[®] (Tabelas 3, 4, 5, 6, 8, 9), estando em concordância com Plotino et al.⁴⁹ (2012), Pedullà et al.⁴⁶ (2013), Dagna et al.¹⁶ (2014) e Plotino et al.⁵⁰ (2014) que demonstraram ter as limas Reciproc[®] melhores propriedades físicas do que as WaveOne[®], nomeadamente no que toca à resistência à fadiga cíclica, bem como com Fatma, Ozgur¹⁹ (2014) que observaram, no pós-operatório, maior irregularidade de superfície no instrumento WaveOne[®] Primary. Tal fato também pôde ainda ser comprovado por meio das maiores médias dos escores obtidos, quando da análise da presença dos defeitos e deformações, antes e após o uso, dos instrumentos endodônticos WaveOne[®] Primary investigados (Tabelas 10 e 11), até 2 mm da ponta e de 2-4mm (2,85 e 3,0; 2,54 e 2,69, respectivamente), o que demonstra a observação de pelo menos uma até cinco áreas com defeitos e deformações nessas limas se comparados aos Reciproc[®].

Ainda com relação à média dos escores, pôde-se perceber que esta aumentou após o uso nas limas Reciproc[®] nos dois comprimentos observados, embora não tenha havido significância estatística, diferentemente do que ocorreu com as médias das WaveOne[®] que diminuíram ($p = 0,05$), o que neste último caso pode ser atribuído

ao fato de que os sistemas recíprocos movimentam-se adiante e atrás, o que aumenta o tempo de contato das lâminas de corte desse instrumento com as paredes de dentina, o que por si só determina mais desgaste de suas lâminas^{4,12,21}, consequentemente produzindo o provável desgaste das marcantes bordas irregulares e rebarbas vistas anteriormente ao uso, o que mais uma vez reforça a recomendação do fabricante em utilizar cada instrumento em um molar e, então, descartá-lo.

Nenhum dos vinte e seis instrumentos endodônticos avaliados apresentou fratura, diferentemente do observado por Kim et al.³⁶ (2012) e Carreño¹¹ (2012), tendo este último observado a ocorrência de microfaturas, destacando-se as longitudinais localizadas a 2-3mm da ponta do instrumento, sempre na borda cortante, após o segundo uso das limas. Já Caballero et al.⁸ (2014) observaram fraturas nas limas Reciproc[®] R25 apenas após o décimo segundo uso. Isso provavelmente pode ter ocorrido em razão de no presente estudo os instrumentos terem sido usados uma única vez, seguindo a recomendação dos fabricantes, além do preparo ter sido realizado por um único operador, especialista em Endodontia, experiente no uso de sistemas recíprocos. A experiência do operador parece influenciar na resistência do instrumento à fratura^{40,65}, embora estudos recentes^{26,55} comprovem que o nível de experiência do operador parece não ter efeito sobre a vida útil da lima WaveOne[®] Primary no preparo de canais curvos.

Sugere-se, a partir do constatado no presente estudo, a implementação de tratamentos superficiais a fim de melhorar o acabamento, como por exemplo o polimento mecânico, o tratamento químico com soluções ácidas e o polimento eletrolítico, como também a realização de estudos adicionais comparando as

características superficiais dos instrumentos reciprocantes investigados em relação ao número de usos.

7 Conclusão

7 CONCLUSÃO

Com base nos achados, pôde-se concluir que:

- Todas as limas reciprocantes investigadas apresentaram detritos antes e após a instrumentação do sistema de canais radiculares;
- Dentre os defeitos e deformações analisados, as bordas irregulares foram os mais frequentes, seguidos das ranhuras, rebarbas e microcavidades, antes e após o uso;
- As limas WaveOne[®] Primary apresentaram mais defeitos e deformações se comparadas às Reciproc[®], antes e após o uso, nos dois comprimentos investigados.

*Referências**

REFERÊNCIAS*

1. Al-Hadlaq SMS, AlJarbou FA, AlThumairy RI. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-Wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2010; 36(2):305–7.
2. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WA, Kovarik L, Buie C, et al. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2009; 35(11):1589–93.
3. Arantes WB, Silva CM da, Lage-Marques JL, Habitante S, Rosa LCL, Medeiros JMF de. SEM analysis of defects and wear on Ni–Ti rotary instruments. *Scanning.* 2014; 36(4): 411-8.
4. Arias A, Perez-Higueras JJ, De la Macorra JC. Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of Reciproc and WaveOne new files. *J Endod.* 2012; 38(9):1244-8.
5. Ba-Hattab R1, Pröhl AK, Lang H, Pahncke D. Comparison of the shaping ability of GT[®] Series X, Twisted Files and AlphaKite rotary nickel-titanium systems in simulated canals. *BMC Oral Health.* 2013; 13: 72.
6. Barletta FB, Oliveira EPM de, Vier-Pelisser FV, Kochfl DB. Análise em MEV de áreas de sujidade e de desgaste em limas de níquel titânio em relação ao seu número de uso. *JBE.* 2006; 6(25):150-7.
7. Burklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus mtwo and protaper. *Int Endod J.* 2012; 45(5): 449-61.

*De acordo com o manual da FOAr/UNESP, adaptadas das normas Vancouver.

Disponível no site: <http://www.foar.unesp.br/#!/biblioteca/manual>

8. Caballero H, Rivera F, Salas H. Scanning electron microscopy of superficial defects in Twisted files and Reciproc nickel-titanium files after use in extracted molars. *Int Endod J*. 2014 Apr 27. [Epub ahead of print].
9. Campos GM. GMC versão 8.1 Ribeirão Preto: Laboratório de pesquisa em endodontia; 2002 [acesso em 2013 Dez 21]. Disponível em <<http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc>>.
10. Capar ID, Ertas H, Arslan H. Comparison of cyclic fatigue resistance of novel nickel-titanium rotary instruments. *Aust Endod J*. 2014 Apr 2. [Epub ahead of print].
11. Carreño DNR. Evaluación bajo microscopía electrónica de barrido de la superficie de instrumentos Reciproc® posterior al uso [Monografía de Especialización]. Caracas Zelândia: Universidade Central da Venezuela; 2012.
12. Castelló-Escrivá R, Alegre-Domingo T, Faus-Matoses V, Román-Richon S, Vicente J, Faus-Llácer VJ. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of ProTaper, WaveOne and Twisted Files. *J Endod*. 2012; 38(11):1521-4.
13. Chianello G, Specian VL, Hardt LC, Raldi DP, Lage-Marques JL, Habitante SM. Surface finishing of unused rotary endodontic instruments: a SEM study. *Braz Dent J*. 2008;19(2):109-13.
14. Cruz Filho AM, Alencar CSM, Carvalho Júnior JR, Borges AH, Baratto Filho F. Análise ex vivo do desvio apical em canais radiculares curvos por meio de tomografia computadorizada cone beam 3D. *Rev Sul-Bras Odontol*. 2009; 6(4): 353-9.
15. Da Cunha Peixoto IF, Pereira ES, da Silva JG, Viana AC, Bueno VT, Bahia MG. Flexural fatigue and torsional resistance of ProFile GT and ProFile GT series X instruments. *J Endod*. 2010;36(4):741-4.

16. Dagna A, Poggio C, Beltrami R, Colombo M, Chiesa M, Bianchi S. Cyclic fatigue resistance of OneShape, Reciproc, and WaveOne: an in vitro comparative study. *J Conserv Dent*. 2014; 17(3):250-4.
17. De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J*. 2010; 43(12):1063-8.
18. Estrela CB. Avaliação da resistência à fadiga de instrumentos rotatórios do Sistema Pro Taper Universal por meio de ensaio dinâmico [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2008.
19. Fatma Y, Ozgur U. Evaluation of surface topography changes in three NiTi file systems using rotary and reciprocal motion: An atomic force microscopy study. *Microsc Res Tech*. 2014; 77(3): 177-82.
20. Figueiredo AM, Modenesi P, Buono V. Low-cycle fatigue life of superelastic NiTi wires. *Int J Fatigue*. 2009; 31(4):751-8.
21. França RC. Avaliação do desgaste das lâminas de corte do sistema Reciproc através da utilização do microscópio eletrônico de varredura MEV [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2013.
22. Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, et al. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod*. 2008; 34(8):1003-5.
23. Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *Int Endod J*. 2012; 45(9):802-6.

24. Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Johnson WB. Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod.* 2010; 36(7):1205-9.
25. Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GTM, Kawakami DAS. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod.* 2012; 38(5): 684-7.
26. Generali L, Righi E, Todesca MV, Consolo U. Canal shaping with WaveOne reciprocating files: influence of operator experience on instrument breakage and canal preparation time. *Odontology.* 2014; 102(2):217-22.
27. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of 3 files comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, pathfile-protaper system, and stainless steel hand k-files by using computed tomography. *J Endod.* 2010; 36(5): 904-7.
28. Gutmann JL, Gao Y, Wilkinson K, Maxwell R, Ammon D. Evaluation of the impact of raw materials on the fatigue and mechanical properties of profile vortex rotary instruments. *J Endod.* 2012; 38 (3): 398-401.
29. Hartmann MSM, Barletta FB, Camargo Fontanella VR, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod.* 2007; 33(8): 962-5.
30. Hoppe CB. Comparação do desempenho dos sistemas de níquel-titânio de rotação contínua, alternada e sua associação no preparo de canais radiculares curvos: estudo in vitro [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2013.
31. Jin SY, Woocheol L, Kang M, Hur B, Kim HC. Single file reciprocating technique using conventional nickel–titanium rotary endodontic files. *Scanning.* 2013; 35(6): 349-54.

32. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. *J Endod.* 2008; 34(11):1406-9.
33. Kell T, Azarpazhooh A, Peters OA, El-Mowafy O, Tompson B, Basrani B. Torsional profiles of new and used 20/.06 GT series X and GT rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2009; 35(9):1278-81.
34. Kiefner P, Ban M, De-Deus G. Is the reciprocating movement per se able to improve the cyclic fatigue resistance of instruments? *Int Endod J.* 2014; 47(5): 430-6.
35. Kim HC, Kim HJ, Lee CJ, Kim BM, Park JK, Versluis A. Mechanical response of nickel titanium instruments with different cross-sectional designs during shaping of simulated curved canals. *Int Endod J.* 2009;42(7):593–602.
36. Kim HC, Kwak SW, Cheung GS, Ko DH, Chung SM, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod.* 2012; 38(4):541-4.
37. Kim HC, Hwang YJ, Jung DW, You SY, Kim HC, Lee WC. Micro-computed tomography and scanning electron microscopy comparisons of two nickel–titanium rotary root canal instruments used with reciprocating motion. *Scanning.* 2013; 35(2): 112-8.
38. Kramkowski TR, Bahcall J. An in vitro comparison of torsional stress and cyclic fatigue resistance of ProFile GT and ProFile GT Series X rotary nickel-titanium files. *J Endod.* 2009; 35(3):404-7.
39. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod.* 2009; 35(3):401-3.
40. Lopes HP, Elias CN. Fratura dos instrumentos endodônticos de NiTi acionados a motor. *Fundamentos teóricos e práticos. Rev Bras Odontol.* 2001; 58(3): 207-10.

41. Lopes HP, Siqueira Jr JF. Endodontia: biologia e técnica. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010.
42. Lopes HP, Vieira MVB, Elias CN, Siqueira Jr JF, Mangelli M, Lopes WSP, et al. Fatigue life of WaveOne and ProTaper instruments operated in reciprocating or continuous rotation movements and subjected to dynamic and static tests. ENDO (Lond Engl). 2013;7(3):217–22.
43. Marques ADS. Análise comparativa “in vitro” da extrusão apical de detritos originado por diferentes técnicas de instrumentação canal – técnica de forças balanceadas | sistema Protaper® | sistema WaveOne™ | sistema Reciproc® [Dissertação de Mestrado]. Porto: Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa; 2012.
44. Nagy CD, Bartha K, Bernath M, Verdes E, Szabó J. The effect of root canal morphology on canal shape following instrumentation using different techniques. Int Endod J. 1997; 30(2): 133–40.
45. Park SK, Kim YJ, Shon WJ, You SY, Moon YM, Kim HC, et al. Clinical efficiency and reusability of the reciprocating Nickel-Titanium instruments according to the root canal anatomy. Scanning. 2014; 36 (2):246–51.
46. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. J Endod. 2013; 39(2): 258-61.
47. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Palermo F, Gambarini G, Rapisarda E. Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. Int Endod J. 2013; 46(2):155-9.
48. Pirani C, Paolucci A, Ruggeri O, Bossù M, Polimeni A, Gatto MR, Gandolfi MG, Prati C. Wear and metallographic analysis of WaveOne and reciproc NiTi instruments before and after three uses in root canals. Scanning. 2014 Jul 17. [Epub ahead of print].

49. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J.* 2012; 45 (7):614–8.
50. Plotino G, Grande NM, Porciani PF. Deformation and fracture incidence of Reciproc instruments: a clinical evaluation. *Int Endod J.* 2014 Apr 22. [Epub ahead of print].
51. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel- titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997; 23 (2):77-85.
52. Reiss-Araújo CJ, Araújo SS, Albuquerque DS de, Rios MA, Portella MD. Limpeza em limas endodônticas pós-uso e pré-esterilização. *RGO.* 2008; 56(1):17-20.
53. Rodrigues RC, Lopes HP, Elias CN, Amaral G, Vieira VT, De Martin AS. Influence of different manufacturing methods on the cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 2011;37(11):1553–7.
54. Saber SE, Nagy MM, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2014 Mar 27. [Epub ahead of print].
55. Saleh AM, Tavanafar S, Vakili-Gilani P, Al Sammerraie NJ, Rashid F. Influence of operator's experience level on lifespan of the WaveOne Primary file in extracted teeth. *Restor Dent Endod.* 2013; 38(4):222-6.
56. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod.* 2000; 26(3):161-5.
57. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2): 271-5.
58. Shah M, Patel M, Amim A, Kharod P, Joshi C. Fracture resistance of Wave-One rotatory file used in reciprocation motion. *BUJOD.* 2013; 3(1): 14-8.

59. Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Bonifácio KC, Dametto FR, Silva LAB. The use of ultrasound for cleaning the surface of stainless steel and nickel–titanium endodontic instruments. *Int Endod J*. 2001; 34 (8): 581–5.
60. Tripi TR, Bonaccorso A, Tripi V, Condorelli GG, Rapisarda E. Defects in GT rotary instruments after use: an SEM study. *J Endod*. 2001; 27(12):782-5.
61. Tripi TR, Bonaccorso A, Condorelli GG. Cyclic fatigue of different nickel-titanium endodontic rotary instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006; 102(4):106- 14.
62. Troian CH, Só MVR, Figueiredo JAP, Oliveira EPM. Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. *Int Endod J*. 2006; 39 (8):616–25.
63. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, et al. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod* 2010; 36(1):157–9.
64. Versiani MA, Pascon EA, Sousa CJ, Borges MA, Sousa-Neto MD. Influence of shaft design on the shaping ability of 3 nickel-titanium rotary systems by means of spiral computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; 105(6): 807-13.
65. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on ProFile failures. *Int Endod J*. 2001; 34(1):47-53.
66. Yared GM. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*. 2008; 41(4): 339–44.
67. Yared G. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: a new concept. [internet]. Toronto: [editor desconhecido]; 2011. [acesso 2011 dez 10]. Disponível em: <<http://endodonticourses.com/cmsAdmin/uploads/RECIPROC-OL-Article.pdf>>

68. Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J Endod.* 2012; 38(1):105-7.
69. You SY, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee WC. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod.* 2010. 52(1): 1-4.
70. Wan J, Rasimick BJ, Musikant BL, Deutsch AS. A comparison of cyclic fatigue resistance in reciprocating and rotary nickel-titanium instruments. *Aust Endod J.* 2011;37(3):122-7.
71. Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle C, West J. The WaveOne single-file reciprocating system. *Roots.* 2011;1(1):28–33.
72. Wei X, Ling J, Jiang J, Huang X, Liu L. Modes of failure of ProTaper nickel-titanium rotary instruments after clinical use. *J Endod.* 2007;33(3):276-9.

Anexo

ANEXO

Anexo 1 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTUDO DA COMPARAÇÃO DE DOIS MÉTODOS TOMOGRÁFICOS PARA AVALIAÇÃO DO DESVIO APICAL DURANTE O PREPARO BIOMECÂNICO DE CANAIS RADICULARES MESIAIS DE MOLARES INFERIORES COM AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS DE INSTRUMENTOS RECÍPROCANTES POR MEIO DA MEV.

Pesquisador: Aida Renée Assayag Hanan

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 05780312.7.0000.5020

Instituição Proponente: Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 729.883

Data da Relatoria: 23/07/2014

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de Rosto - adequada;

TCLE - solicitação de dispensa de TCLE adequada;

Termo de Anuência - adequada

Declaração de doação pelo banco de dentes humanos - adequada.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com análise deste colegiado, somos de parecer favorável ao projeto exposto

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

MANAUS, 28 de Julho de 2014

Assinado por:
Eliana Maria Pereira da Fonseca
 (Coordenador)

Apêndices

Apêndice 2 - Teste estatístico de aderência à curva normal que apontou para uma distribuição amostral não-normal.

Teste de aderência à curva normal: Valores originais								
A. Freqüências por intervalos de classe:								
Intervalos de classe	:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	:	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental	:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B. Cálculo do Qui quadrado:				Interpretação				
Graus de liberdade	:	4	A distribuição amostral testada					
Valor do Qui quadrado	:	99.09	não é normal					
Probabilidade de Ho	:	0.0000 %						

Apêndice 3 - Resultado do teste estatístico não paramétrico U de Mann-Whitney

Mann-Whitney

Valores de U:

U(1) = 338
U(2) = 338

Valor calculado de z: 0.0000
Probabilidade de igualdade (H0): 50.00 %

Não-significante, amostras iguais (alfa > 0.05)

Apêndice 6 - Teste estatístico de aderência à curva normal que apontou para uma distribuição amostral não-normal.

Teste de aderência à curva normal: Valores originais							
A. Freqüências por intervalos de classe:							
Intervalos de classe :	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Curva normal :	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental :	0.00	15.38	0.00	50.00	34.62	0.00	0.00
B. Cálculo do Qui quadrado:				Interpretação			
Graus de liberdade :	4	A distribuição amostral testada					
Valor do Qui quadrado :	55.11	não é normal					
Probabilidade de Ho :	0.0000 %						

Apêndice 7 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis.

Resultados do teste de Kruskal-Wallis	
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado :	31.1680
Valor do X ² para 7 graus de liberdade:	31.17
Probabilidade de Ho para esse valor :	0.01 %

Significante ao nível de 1 % (alfa = 0,01)	

Apêndice 8 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis – Comparações múltiplas

Comparação entre médias dos postos das amostras							
Amostras comparadas (comparações duas a duas)			Diferenças entre médias	Valores críticos (Ó)			Signifi- cância
				0,05	0,01	0.001	
WOPREponta	X	WOPRE4mm	: 0.0000	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPREponta	X	WOPOSponta	: 0.0000	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPREponta	X	WOPOS4mm	: 0.0000	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPREponta	X	RPPREponta	: 16.1538	13.6129	18.0378	23.3351	5 %
WOPREponta	X	RPPRE4mm	: 24.2308	13.6129	18.0378	23.3351	0,1 %
WOPREponta	X	RPPOSponta	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPREponta	X	RPPOS4mm	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPRE4mm	X	WOPOSponta	: 0.0000	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPRE4mm	X	WOPOS4mm	: 0.0000	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPRE4mm	X	RPPREponta	: 16.1538	13.6129	18.0378	23.3351	5 %
WOPRE4mm	X	RPPRE4mm	: 24.2308	13.6129	18.0378	23.3351	0,1 %
WOPRE4mm	X	RPPOSponta	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPRE4mm	X	RPPOS4mm	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPOSponta	X	WOPOS4mm	: 0.0000	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPOSponta	X	RPPREponta	: 16.1538	13.6129	18.0378	23.3351	5 %
WOPOSponta	X	RPPRE4mm	: 24.2308	13.6129	18.0378	23.3351	0,1 %
WOPOSponta	X	RPPOSponta	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPOSponta	X	RPPOS4mm	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPOS4mm	X	RPPREponta	: 16.1538	13.6129	18.0378	23.3351	5 %
WOPOS4mm	X	RPPRE4mm	: 24.2308	13.6129	18.0378	23.3351	0,1 %
WOPOS4mm	X	RPPOSponta	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
WOPOS4mm	X	RPPOS4mm	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
RPPREponta	X	RPPRE4mm	: 8.0769	13.6129	18.0378	23.3351	ns
RPPREponta	X	RPPOSponta	: 4.0385	13.6129	18.0378	23.3351	ns
RPPREponta	X	RPPOS4mm	: 4.0385	13.6129	18.0378	23.3351	ns
RPPRE4mm	X	RPPOSponta	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
RPPRE4mm	X	RPPOS4mm	: 12.1154	13.6129	18.0378	23.3351	ns
RPPOSponta	X	RPPOS4mm	: 0.0000	13.6129	18.0378	23.3351	ns

Apêndice 9 - Teste estatístico de aderência à curva normal que apontou para uma distribuição amostral não-normal.

Teste de aderência à curva normal: Valores originais								
A. Freqüências por intervalos de classe:								
Intervalos de classe	:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	:	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental	:	2.88	0.00	31.73	59.62	0.00	0.00	5.77
B. Cálculo do Qui quadrado:								
				Interpretação				
Graus de liberdade	:	4	A distribuição amostral testada					
Valor do Qui quadrado	:	47.10	não é normal					
Probabilidade de Ho	:	0.0000 %						

Apêndice 10 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis.

Resultados do teste de Kruskal-Wallis	
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado	: 73.0280
Valor do X ² para 7 graus de liberdade	: 73.03
Probabilidade de Ho para esse valor	: 0.00 %

Significante ao nível de 1 % (alfa = 0,01)	

Apêndice 11 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis – Comparações múltiplas

Comparação entre médias dos postos das amostras						
Amostras comparadas (comparações duas a duas)	Diferenças entre médias	Valores críticos (Ó)			Signifi- cância	
		0,05	0,01	0.001		
WOPREponta X WOPRE4mm	: 4.0385	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
WOPREponta X WOPOSponta	: 0.0000	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
WOPREponta X WOPOS4mm	: 0.0000	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
WOPREponta X RPREponta	: 40.3846	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPREponta X RPPRE4mm	: 48.4615	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPREponta X RPPOSponta	: 40.3846	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPREponta X RPPOS4mm	: 40.3846	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPRE4mm X WOPOSponta	: 4.0385	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
WOPRE4mm X WOPOS4mm	: 4.0385	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
WOPRE4mm X RPREponta	: 44.4231	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPRE4mm X RPPRE4mm	: 52.5000	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPRE4mm X RPPOSponta	: 44.4231	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPRE4mm X RPPOS4mm	: 44.4231	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPOSponta X WOPOS4mm	: 0.0000	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
WOPOSponta X RPREponta	: 40.3846	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPOSponta X RPPRE4mm	: 48.4615	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPOSponta X RPPOSponta	: 40.3846	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPOSponta X RPPOS4mm	: 40.3846	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPOS4mm X RPREponta	: 40.3846	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPOS4mm X RPPRE4mm	: 48.4615	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPOS4mm X RPPOSponta	: 40.3846	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
WOPOS4mm X RPPOS4mm	: 40.3846	11.7034	15.5076	20.0618	0,1 %	
RPREponta X RPPRE4mm	: 8.0769	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
RPREponta X RPPOSponta	: 0.0000	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
RPREponta X RPPOS4mm	: 0.0000	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
RPPRE4mm X RPPOSponta	: 8.0769	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
RPPRE4mm X RPPOS4mm	: 8.0769	11.7034	15.5076	20.0618	ns	
RPPOSponta X RPPOS4mm	: 0.0000	11.7034	15.5076	20.0618	ns	

Apêndice 12 - Teste estatístico de aderência à curva normal que apontou para uma distribuição amostral não- normal.

Teste de aderência à curva normal: Valores originais								
A. Freqüências por intervalos de classe:								
Intervalos de classe	:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	:	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental	:	0.00	0.00	10.58	83.65	0.00	0.00	5.77
B. Cálculo do Qui quadrado:					Interpretação			
Graus de liberdade	:	4	A distribuição amostral testada					
Valor do Qui quadrado	:	90.68	não é normal					
Probabilidade de Ho	:	0.0000 %						

Apêndice 13 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis.

Resultados do teste de Kruskal-Wallis	
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado	: 6.8487
Valor do X ² para 7 graus de liberdade	: 6.85
Probabilidade de Ho para esse valor	: 44.48 %

Não-significante (alfa > 0,05)	

Apêndice 14 - Teste estatístico de aderência à curva normal que apontou para uma distribuição amostral não- normal.

Teste de aderência à curva normal: Valores originais								
A. Freqüências por intervalos de classe:								
Intervalos de classe	:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	:	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental	:	1.92	0.00	0.00	82.69	10.58	0.00	1.92
B. Cálculo do Qui quadrado:					Interpretação			
Graus de liberdade	:	4	A distribuição amostral testada					
Valor do Qui quadrado	:	88.60	não é normal					
Probabilidade de Ho	:	0.0000 %						

Apêndice 15 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis.

Resultados do teste de Kruskal-Wallis	
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado	: 78.8019
Valor do X ² para 7 graus de liberdade	: 78.80
Probabilidade de Ho para esse valor	: 0.00 %

Significante ao nível de 1 % (alfa = 0,01)	

Apêndice 16 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis – Comparações múltiplas

Comparação entre médias dos postos das amostras							
Amostras comparadas (comparações duas a duas)			Diferenças entre médias	Valores críticos (Ó)			Signifi- cância
				0,05	0,01	0.001	
WOPREponta	X WOPRE4mm	:	0.0000	10.4935	13.9044	17.9877	ns
WOPREponta	X WOPOSponta	:	4.0385	10.4935	13.9044	17.9877	ns
WOPREponta	X WOPOS4mm	:	0.0000	10.4935	13.9044	17.9877	ns
WOPREponta	X RPPREponta	:	48.4615	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPREponta	X RPPRE4mm	:	48.4615	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPREponta	X RPPOSponta	:	44.4231	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPREponta	X RPPOS4mm	:	44.4231	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPRE4mm	X WOPOSponta	:	4.0385	10.4935	13.9044	17.9877	ns
WOPRE4mm	X WOPOS4mm	:	0.0000	10.4935	13.9044	17.9877	ns
WOPRE4mm	X RPPREponta	:	48.4615	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPRE4mm	X RPPRE4mm	:	48.4615	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPRE4mm	X RPPOSponta	:	44.4231	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPRE4mm	X RPPOS4mm	:	44.4231	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPOSponta	X WOPOS4mm	:	4.0385	10.4935	13.9044	17.9877	ns
WOPOSponta	X RPPREponta	:	44.4231	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPOSponta	X RPPRE4mm	:	44.4231	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPOSponta	X RPPOSponta	:	40.3846	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPOSponta	X RPPOS4mm	:	40.3846	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPOS4mm	X RPPREponta	:	48.4615	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPOS4mm	X RPPRE4mm	:	48.4615	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPOS4mm	X RPPOSponta	:	44.4231	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
WOPOS4mm	X RPPOS4mm	:	44.4231	10.4935	13.9044	17.9877	0,1 %
RPPREponta	X RPPRE4mm	:	0.0000	10.4935	13.9044	17.9877	ns
RPPREponta	X RPPOSponta	:	4.0385	10.4935	13.9044	17.9877	ns
RPPREponta	X RPPOS4mm	:	4.0385	10.4935	13.9044	17.9877	ns
RPPRE4mm	X RPPOSponta	:	4.0385	10.4935	13.9044	17.9877	ns
RPPRE4mm	X RPPOS4mm	:	4.0385	10.4935	13.9044	17.9877	ns
RPPOSponta	X RPPOS4mm	:	0.0000	10.4935	13.9044	17.9877	ns

Apêndice 19 - Teste estatístico de aderência à curva normal que apontou para uma distribuição amostral não-normal.

Teste de aderência à curva normal: Valores originais								
A. Freqüências por intervalos de classe:								
Intervalos de classe	:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	:	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental	:	0.00	14.42	10.58	44.23	28.85	0.00	1.92
B. Cálculo do Qui quadrado:								
				Interpretação				
Graus de liberdade	:	4	A distribuição amostral testada					
Valor do Qui quadrado	:	29.51	não é normal					
Probabilidade de Ho	:	0.0000 %						

Apêndice 20 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis.

Resultados do teste de Kruskal-Wallis	
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado	: 63.8637
Valor do X ² para 7 graus de liberdade	: 63.86
Probabilidade de Ho para esse valor	: 0.00 %

Significante ao nível de 1 % (alfa = 0,01)	

Apêndice 21 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis – Comparações múltiplas

Comparação entre médias dos postos das amostras							
Amostras comparadas (comparações duas a duas)			Diferenças entre médias	Valores críticos (Ó)			Signifi- cância
				0,05	0,01	0.001	
RPPREponta	X	WOPREponta	: 44.4615	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
RPPREponta	X	RPPRE4mm	: 5.9231	13.6618	18.1026	23.4189	ns
RPPREponta	X	WOPOS4mm	: 51.3846	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
RPPREponta	X	RPPOSponta	: 1.4615	13.6618	18.1026	23.4189	ns
RPPREponta	X	WOPOSponta	: 30.6154	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
RPPREponta	X	RPPOS4mm	: 1.4615	13.6618	18.1026	23.4189	ns
RPPREponta	X	WOPOS4mm	: 35.6154	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
WOPREponta	X	RPPRE4mm	: 50.3846	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
WOPREponta	X	WOPRE4mm	: 6.9231	13.6618	18.1026	23.4189	ns
WOPREponta	X	RPPOSponta	: 43.0000	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
WOPREponta	X	WOPOSponta	: 13.8461	13.6618	18.1026	23.4189	5 %
WOPREponta	X	RPPOS4mm	: 43.0000	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
WOPREponta	X	WOPOS4mm	: 8.8462	13.6618	18.1026	23.4189	ns
RPPRE4mm	X	WOPRE4mm	: 57.3077	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
RPPRE4mm	X	RPPOSponta	: 7.3846	13.6618	18.1026	23.4189	ns
RPPRE4mm	X	WOPOSponta	: 36.5385	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
RPPRE4mm	X	RPPOS4mm	: 7.3846	13.6618	18.1026	23.4189	ns
RPPRE4mm	X	WOPOS4mm	: 41.5385	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
WOPRE4mm	X	RPPOSponta	: 49.9231	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
WOPRE4mm	X	WOPOSponta	: 20.7692	13.6618	18.1026	23.4189	1 %
WOPRE4mm	X	RPPOS4mm	: 49.9231	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
WOPRE4mm	X	WOPOS4mm	: 15.7692	13.6618	18.1026	23.4189	5 %
RPPOSponta	X	WOPOSponta	: 29.1538	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
RPPOSponta	X	RPPOS4mm	: 0.0000	13.6618	18.1026	23.4189	ns
RPPOSponta	X	WOPOS4mm	: 34.1538	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
WOPOSponta	X	RPPOS4mm	: 29.1538	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %
WOPOSponta	X	WOPOS4mm	: 5.0000	13.6618	18.1026	23.4189	ns
RPPOS4mm	X	WOPOS4mm	: 34.1538	13.6618	18.1026	23.4189	0,1 %

Autorizo a reprodução deste trabalho
(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 06 de outubro de 2014

Aida Renée Assayag Hanan