

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

EFEITO DO REUSO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE  
SUPERFÍCIE E DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE  
INSTRUMENTOS DE NiTi

MARIANA MENA BARRETO BASTOS

Manaus-AM  
2016

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

EFEITO DO REUSO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE  
SUPERFÍCIE E DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE  
INSTRUMENTOS DE NiTi

MARIANA MENA BARRETO BASTOS

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

ORIENTADOR: Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Junior

Manaus – AM  
2016

## Ficha Catalográfica

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

B327e Bastos, Mariana Mena Barreto  
Efeito do reuso sobre as características de superfície e da  
composição química de instrumentos de NiTi / Mariana Mena  
Barreto Bastos. 2016  
51 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Emílio Carlos Sponchiado Junior  
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal  
do Amazonas.

1. Endodontia. 2. Instrumentos odontológicos. 3. Instrumentação.  
4. Microscopia. I. Sponchiado Junior, Emílio Carlos II. Universidade  
Federal do Amazonas III. Título

MARIANA MENA BARRETO BASTOS

EFEITO DO REUSO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE  
SUPERFÍCIE E DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE  
INSTRUMENTOS DE NiTi

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

Manaus, 1 de Março de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Junior, Presidente  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dra. Aida Renée Assayag Hanan, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

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

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Ana e Mário ( in memoriam ),  
que sempre me deram apoio, incentivo e amor  
incondicional. Dedico essa minha conquista  
com o mais profundo amor e respeito.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por toda sabedoria e saúde que me concedestes, por estar ao meu lado em cada momento de minha vida.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Jr** e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, pela oportunidade de ser sua orientada novamente. Por todos as orientações e auxílios que foram primordiais para a realização dessa pesquisa. Pela paciência e incentivo desde a época de graduação a seguir a carreira acadêmica. Agradeço a convivência diária, as conversas, conselhos e oportunidades que jamais conseguiria sozinha. Obrigada por todo conhecimento que foi me passado. O senhor é um verdadeiro mestre. Sentirei falta!

À minha **professora Dra. Aida Renée Assayag Hanan** pelo grande auxílio durante toda a pesquisa. Obrigada pela sua grande generosidade em sempre ajudar e ensinar. Aprendi muito com a sua convivência durante as aulas e clínicas que participei durante o estágio docente. Obrigada pelas conversas, conselhos e amizade construída. Acredito que uma das suas principais qualidades é a generosidade. Obrigada por tudo! Desde já, fico com saudades!

Aos meus pais, Ana e Mário ( in memoriam ), minha gratidão eterna. Vocês são meus amores eternos. Pai, você é meu anjo da guarda. Mãe, você é minha companheira fiel.

À minha **mãe e professora Dra. Ana Mena Barreto Bastos**, por todo incentivo desde sempre a seguir a carreira docente. Obrigada por sempre me ajudar nas buscas dos meus sonhos e principalmente por ter me auxiliado e realizado uma

parte da pesquisa comigo. Seguirei seu bom exemplo de mulher e professora todos os dias.

Ao meu irmão **Bruno Mena Barreto Bastos**, que sempre me incentivou a ir em busca dos meus sonhos profissionais. Você sempre foi meu exemplo.

Ao meu noivo **Gabriel Matheus Pivoto João**, pela paciência e carinho, por sempre me apoiar e me acompanhar na busca dos meus sonhos. Obrigada por viver comigo as lutas e conquistas diárias. Que seja assim sempre!

Aos demais familiares e amigos, cujo incentivo, apoio e torcida foram fundamentais para o realização dessa conquista.

Obrigada à todos os alunos da turma de mestrado em Odontologia UFAM 2014-2016, pela convivência, experiências compartilhadas e amizade construída. Desejo sucesso a todos!

Ao meu amigo, parceiro de Mestrado **João Bosco Formiga Relvas**, pela prontidão em ajudar, e pela amizade construída durante o mestrado. Sua ajuda e amizade foram essências para a conclusão da pesquisa. Desejo futuramente que tenhamos a oportunidade de trabalharmos juntos na docência. Muito obrigada por tudo, amigo!

À Universidade Federal do Amazonas, em especial a **Faculdade de Odontologia**, em nome dos atuais gestores: **Prof. José Eduardo Gomes Domingues** e **Profa. Dra. Carina Toda** por todo apoio institucional.

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

MARIANA MENA BARRETO BASTOS. Título: Efeito do reuso sobre as características de superfície e da composição química de instrumentos de NiTi. 2016. 42 folhas. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM.

## RESUMO

Instrumentos endodônticos de NiTi foram analisados por meio de um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) acoplado a um Espectômetro de Raio X por Energia Dispersiva (EDAX), antes e após o uso, com o objetivo de avaliar a presença de defeitos, deformações e analisar a sua composição química. Para isso, trinta instrumentos foram separados em 3 grupos, 10 limas ProTaper Next<sup>®</sup>X1(PNX1), 10 limas ProTaper Next<sup>®</sup>X2 (PNX2) e 10 limas WaveOne<sup>®</sup> (WO), as quais foram Elétromicrografadas com aumento de 250 vezes, na região da ponta, 2mm e a 4mm da ponta. Os instrumentos foram utilizados no preparo de 60 blocos de canais simulados fabricados em resina poliéster. Inicialmente foi realizado o cateterismo com lima tipo K #10 e no comprimento de trabalho (CT), seguido pela instrumentação de acordo com cada grupo. Grupo 1: 10 blocos de canais simulados foram instrumentados com o sistema ProTaper Next<sup>®</sup>, utilizando a lima X1 para instrumentação do terço cervical e médio e a X2 para o terço apical. O grupo 2: 10 blocos foram instrumentados com a lima Primary 25.08 do sistema WaveOne<sup>®</sup> de acordo com as recomendações do fabricante. Os instrumentos foram utilizados primeiramente 1 vez e depois reutilizados 2 vezes, sempre em canais simulados novos. A limas foram lavadas em cuba ultrassônica e submetidas a nova análise microscópica pelo MEV e EDAX. Em seguida, as elétromicrografias foram tomadas na ponta do instrumento, a 2mm e a 4mm da ponta, com aumento de 250X. Para estabelecimento dos scores foram observados a presença de bordas irregulares, ranhuras, microcavidades e rebarbas. Cada instrumento quando comparados entre si no mesmo comprimento durante os três tempos de utilização não apresentaram diferença estatística em relação ao aumento dos defeitos ( $p>0,05$ ). Em relação aos escores, a análise estatística dos resultados evidenciou que somente as limas WO apresentaram maior número de defeitos e deformações no comprimento de 4mm, nos 3 tempos de avaliação do estudo ( $p< 0,05$ ). Foi observado na análise dos elementos químicos que as limas PNX1 apresentaram perdas significativas de Ni quando comparada as médias antes do uso e após a terceira utilização ( $p<0,01$ ); nas limas PNX2 e WO houve perda significativa de Ni nos três tempos do uso ( $p<0,01$ ). Em relação ao Ti, nas limas PNX1 não houve perda significativa ao longo do uso ( $p>0,05$ ), porém, nas limas PNX2 apresentou perda significativa entre antes e a primeira instrumentação e entre o primeiro e terceiro uso ( $p<0,01$ ). Nas limas WO, houve perda significativa quando comparamos antes e após a primeira utilização e antes com o terceiro uso. Assim, o reuso demonstrou que os instrumentos apresentaram todos os defeitos e deformações em algum comprimento e momento da pesquisa porém não aumentaram conforme o uso. Ocorreu perda apenas de Ni nas limas ProTaper Next<sup>®</sup> X1 após o uso e nas limas ProTaper Next<sup>®</sup> X2 e WaveOne<sup>®</sup> houve perda de Ni e Ti após as 3 utilizações.

Palavras-chave: Endodontia; instrumentos odontológicos; microscopia.

MARIANA MENA BARRETO BASTOS. Título: Efeito do reuso sobre as características de superfície e da composição química de instrumentos de NiTi. 2016. 42 folhas. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM.

## ABSTRACT

Endodontic instruments NiTi were analyzed using a Scanning Electron Microscope (SEM) coupled to a Spectrometer X-ray by Energy Dispersive (EDAX), before and after use, in order to assess the presence of defects, deformations and analyze its chemical composition. To this end, thirty instruments were divided into 3 groups, 10 Protaper Next<sup>®</sup>X1 files (PNX1), 10 Protaper Next<sup>®</sup>X2 files (PNX2) and 10 WoveOne<sup>®</sup> files (WO), which were electromicrograph 250-fold increase in tip region, the tip of 2mm and 4mm. The instruments were used in the preparation of 60 simulated canals blocks made of polyester resin. Initially we performed the catheterization with K file # 10 and the length (CT), followed by instrumentation according to each group. Group 1: 10 blocks of simulated canals were instrumented with ProTaper NEXT<sup>®</sup> system using the file X1 to instrumentation of the cervical and middle third and X2 to the apical third. Group 2: 10 blocks were instrumented with the WaveOne<sup>®</sup> 25.08 Primary file system according to the manufacturer's recommendations. The instruments were first used one time and then reused 2 times, always in new simulated channels. The files were washed in ultrasonic tank and subjected to new microscopic analysis by SEM and EDAX. Then the elétromicrografias were taken at the tip of the instrument, the tip of 2mm and 4mm, with an increase of 250X. To establish the scores were observed the presence of jagged edges, grooves, wells and burrs. Each instrument when compared with each other in the same length over the three days of use showed no statistical difference in relation to the increase in defects ( $p > 0.05$ ). Regarding the scores, statistical analysis of the results showed that only WO files showed a higher number of defects and deformations in the length of 4mm, the third time evaluation of the study ( $p < 0.05$ ). It has been observed in the analysis of the chemical elements that PNX1 files showed significant losses compared to the average Ni before use and after the third application ( $p < 0.01$ ); PNX2 the files and WO significant loss of Ni in the three days of use ( $p < 0.01$ ). Regarding Ti, PNX1 files in no significant loss during use ( $p > 0.05$ ), but the files PNX2 showed significant loss between before and the first instrumentation and between the first and third use ( $p < 0, 01$ ). In WO files, a significant loss when compared before and after the first use and prior to the third use. Thus, reuse demonstrated that the instruments had all defects and deformations at some length and time of the study but not increased with use. Loss occurred only in ProTaper Ni NEXT<sup>®</sup> X1 files after use and the ProTaper files NEXT<sup>®</sup> X2 and WaveOne<sup>®</sup> was no loss of Ni and Ti after 3 uses.

Key words: endodontics; Dental instruments; microscopy

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>13</b>
2.1. Descrição dos métodos utilizados .....	13
2.1.1 Aleatorização simples dos grupos .....	14
2.1.2. Análise da Superfície das limas antes da instrumentação por meio do Microscópio Eletrônico de Varredura .....	14
2.1.3. Análise Química antes da instrumentação .....	17
2.1.4. Instrumentação do blocos de canais simulados .....	17
2.1.5. Elétromicrografias das limas após a instrumentação dos canais radiculares por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) .....	19
2.1.6. Análise das Elétronmicrografias .....	20
2.1.7. Análise Química após a instrumentação .....	21
2.2. Análise Estatística .....	21
<b>3. ARTIGO</b> .....	<b>22</b>
3.1. Introdução .....	22
3.2. Material e Métodos .....	24
3.2.1. Instrumentação dos blocos .....	25
3.2.2. Elétromicrografias das limas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) .....	26
3.2.3. Análise Química dos instrumentos .....	28
3.2.4. Análise das Elétromicrografias .....	28
3.3 RESULTADOS .....	29
Análise Quantitativa dos defeitos e deformações dos instrumentos .....	29
3.4 DISCUSSÃO .....	39
3.5 CONCLUSÃO .....	44
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>45</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico visa à limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares, sendo que seus principais objetivos são de remover o tecido pulpar, microrganismos e seus produtos através do preparo químico-mecânico, proporcionando um espaço adequado para o preenchimento hermético com o material obturador. (YARED, 2008; BURKLEIN et al., 2012).

Esses objetivos biomecânicos são essenciais para o sucesso da terapia endodôntica. No entanto, nenhum instrumento é capaz de limpar todo o sistema de canais radiculares e, especialmente, na zona crítica apical a eficiência da limpeza é limitada pela complexa ramificação do sistema (YARED, 2008; BURKLEIN et al., 2012).

A ciência endodôntica nos últimos anos tem passado por um grande avanço das técnicas de instrumentação e seus materiais. O desenvolvimento tecnológico possibilitou a confecção de novos instrumentos, fabricados com ligas de níquel-titânio que possuem características peculiares como as propriedades de efeito memória de forma e superelasticidade. A flexibilidade e resistência à fadiga clínica são propriedades essenciais para o desempenho clínico de instrumentos endodônticos em canais curvos. (GAMBARINI et al., 2012; HANAN et al., 2015).

Muitos fatores contribuem 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 Níquel-Titânio (NiTi) e o tratamento da superfície do instrumento ( CARREÑO, 2012).

Diferentes estratégias de fabricação têm sido propostas 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. Estas incluem diferentes tratamentos termomecânicos, modificações nas características químicas, no processo de fabricação da liga e as variações no design da secção transversal. Mais recentemente, foi introduzido um novo conceito sobre preparação do canal radicular com somente um instrumento NiTi acionado a motor, sem uso prévio de instrumentação manual (GAMBARINI et al., 2012; YARED, 2008; YARED, 2011).

O profissional deve observar alguns fatores importantes para diminuir o risco de fraturas de limas acionadas a motor: o treino é fundamental para o uso de instrumentos rotatórios NiTi, as limas devem ser trocadas de acordo com o fabricante ou sempre que observado alterações visuais em sua superfície após cada emprego, os condutos devem sempre estar inundados com a solução irrigadora, deve-se utilizar limas manuais de menor calibre para o procedimento de cateterismo, o motor deve trabalhar em velocidade entre 250 e 350 rpm ou de acordo com o sistema a ser utilizado, com níveis de torque moderados, pois com velocidade de 350rpm ocorre alta incidência de travamento, deformação e fratura do instrumento (ARANTES et al., 2014).

Atualmente existem instrumentos de NiTi que trabalham com sistema de lima única e com a cinemática recíprocante. Os instrumentos são feitos a partir de uma liga *M-Wire* de NiTi que oferece superelasticidade, flexibilidade e resistência a fadiga cíclica quando comparado ao tradicional NiTi, essa 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 original. Em

relação ao tempo de trabalho, é quatro vezes mais rápido do que os sistemas de níquel-titânio tradicionais e proporciona a eliminação da contaminação cruzada entre pacientes, pois o instrumento é descartado após a utilização (YARED,2011; KIM et al., 2012).

Esses sistemas alternativos foram fabricados com a finalidade de simplificar a instrumentação radicular através da redução do número de etapas e de instrumentos sobretudo, promovendo a desinfecção e forma apropriada do canal. O sistema WaveOne<sup>®</sup> ( Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) é um desses instrumentos que trabalham com sistema de lima única e com cinemática reciprocante. 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<sup>®</sup> giram no sentido anti-horário a 170° e em seguida no sentido horário a 50° ( PIRANI et al., 2014; KIM et al., 2012).

A nova geração de limas rotatórias em NiTi para instrumentação dos canais radiculares é a ProTaper Next<sup>®</sup> (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça)) é composto por um conjunto de instrumentos que são projetados com diâmetros variáveis, isso faz com que seja possível preparar completamente canais radiculares usando menos instrumentos do que o número exigido pelos sistemas rotatórios convencionais. Ela também é fabricada em Liga *M-Wire* apresentando as características e benefícios dessa liga. Possui secção transversal em forma de retângulo, gira fora do centro de massa do instrumento. Isso faz com que apenas duas arestas de corte do instrumento tenham atrito com as paredes do conduto,

enquanto que as outras giram livremente, reduzindo a torção das espiras e conseqüentemente fratura das limas (WU et al., 2015; CAPAR et al., 2014).

A ProTaper Next<sup>®</sup> possui 5 instrumentos X1, X2, X3, X4, X5 sendo que as limas X1 tem função de modelagem do sistema de canais radiculares (*Shaping*). X1(17.04) para instrumentação do terço cervical e médio e X2(25.06) utilizada na instrumentação do terço apical. As limas X3, X4, X5 são opcionais durante o tratamento.

Tendo em vista a necessidade de potencializar o desempenho dos instrumentos rotatórios e reciprocantes e minimizar o risco de fratura, se faz necessário avaliar como se comportam as características de superfície e composição química desses instrumentos conforme os mesmos são reutilizados. Durante a fase de produção ou análise de materiais, quase sempre se torna necessário analisar a sua microestrutura. Esta análise microestrutural é muito importante pois permite entender as correlações microestrutura - defeitos – propriedades (MALISKA et al., 2012; PEREIRA et al., 2012).

A técnica mais utilizada para este tipo de análise é a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). No caso da microscopia, o contraste da imagem é resultado da diferença de reflectividade da luz nas diversas regiões da microestrutura, uma vez que o sistema é constituído basicamente pela fonte de iluminação e do sistema de lentes. Para materiais que são opacos a luz visível, como é o caso dos metais, somente a superfície pode ser observada e a mesma precisa ser cuidadosamente preparada de maneira a revelar os detalhes da microestrutura (MALISKA et al., 2012).

O MEV tem seu potencial ainda mais desenvolvido com a adaptação na câmara da amostra de detectores de raios-X permitindo a realização de análise química na

amostra em observação. Através da captação pelos detectores e da análise dos raios-X característicos emitidos pela amostra, resultado da interação dos elétrons primários com a superfície, é possível obter informações qualitativas e quantitativas da composição da amostra na região estudada. Este procedimento facilita a identificação de variações de composição química em uma superfície. Atualmente quase todos os MEV são equipados com detectores de raios-X, sendo que devido a confiabilidade e principalmente devido a facilidade de operação, a grande maioria faz uso do Espectrômetro de energia dispersiva (EDAX).

Por isso, 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. Para isso, é de suma importância a utilização do MEV que associado ao EDAX adquirido em conjunto, identifica em uma única partícula os elementos químicos e as características superficiais do elemento de estudo e estas informações podem auxiliar na compreensão das características morfológicas e químicas dos instrumentos de NiTi dando suporte para otimizar sua fabricação e seu uso nos protocolos de instrumentação dos sistemas de canais radiculares.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Neste estudo foi utilizada uma amostra aleatória por conveniência de 30 limas do sistema ProTaper Next<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup> utilizadas no preparo do canal radicular de 60 blocos de canais simulados fabricados em resina poliéster transparente antes e após o uso. As limas foram identificadas de 1 a 10 ProTaper Next<sup>®</sup> X1, 11 a 20 ProTaper Next<sup>®</sup> X2 e de 21 a 30 para o grupo WaveOne<sup>®</sup>.

Este estudo foi classificado como experimental in vitro controlado e realizado no laboratório de ensaios mecânicos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

### **2.1. Descrição dos métodos utilizados**

Foram utilizados no estudo 60 blocos padronizados de canais simulados curvos em forma de J, fabricados em resina poliéster transparente. Os blocos de canais simulados foram numerados com caneta para retroprojeter a fim de facilitar a tabulação dos dados.

Todos os blocos apresentaram comprimento de 16 mm, ângulo de curvatura de 30° e raio de curvatura de 3 milímetros.

O comprimento de trabalho (CT) foi determinado com auxílio de uma lima tipo K #10 (Dentsply Maillefer) inserida no interior do canal simulado em direção apical até que a ponta da mesma fosse visualizada no final do canal. A seguir, foi recuado 1mm do comprimento obtido, determinando assim, o CT.

### **2.1.1 Aleatorização simples dos grupos**

Todos os canais simulados foram aleatoriamente designados para os grupos ProTaper Next<sup>®</sup> (PN) e WaveOne<sup>®</sup> (WO). Foi utilizado o programa Random Sequence Generator<sup>®</sup>, a partir de uma lista de números, onde os primeiros 20 números da lista foram do grupo PN, sendo 10 números para o grupo PN X1 e os outros 10 para o grupo PN X2 e os próximos 10 números foram alocados no grupo WO. Durante todo o estudo, os experimentos foram realizados por um único operador especialista em Endodontia.

### **2.1.2. Análise da Superfície das limas antes da instrumentação por meio do Microscópio Eletrônico de Varredura**

Trinta instrumentos novos ( 20 ProTaper Next<sup>®</sup>, sendo 10 instrumentos PNX1, 10 instrumentos PNX2 e 10 WaveOne<sup>®</sup> ) foram removidos da embalagem para análise por meio da microscopia eletrônica de varredura sem nenhum tratamento de limpeza visto que os mesmos são estéreis. Os instrumentos foram identificados de 1 a 10 ProTaper Next<sup>®</sup> X1, 11 a 20 ProTaper Next<sup>®</sup> X2 e de 21 a 30 para o grupo WaveOne<sup>®</sup>.

Após a formação do vácuo, os instrumentos endodônticos foram manipulados somente pelo cabo utilizando uma pinça clínica, para que essa manobra não interferisse nos resultados do experimento e foram fixados 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) (Figura 1).

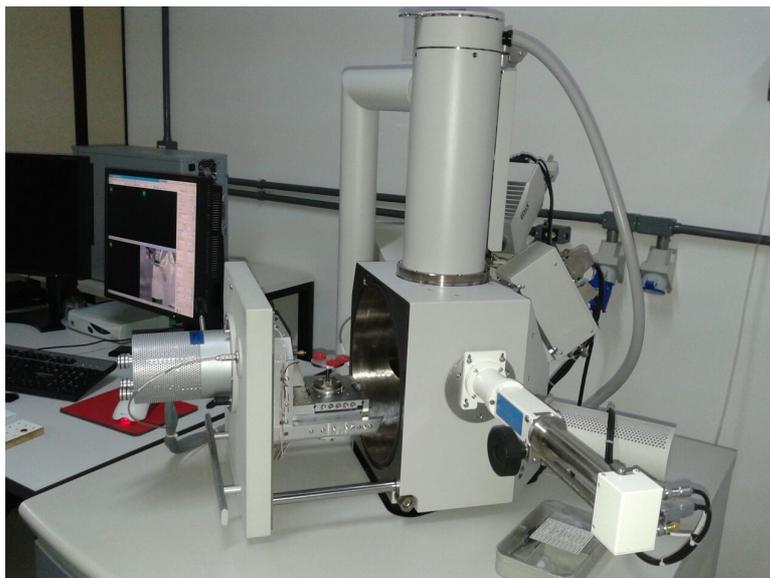


Figura 1: Instrumentos agrupados no porta-amostra do MEV.

Foram colocadas 10 limas no suporte metálico, observando como referência para leitura da superfície 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 2).

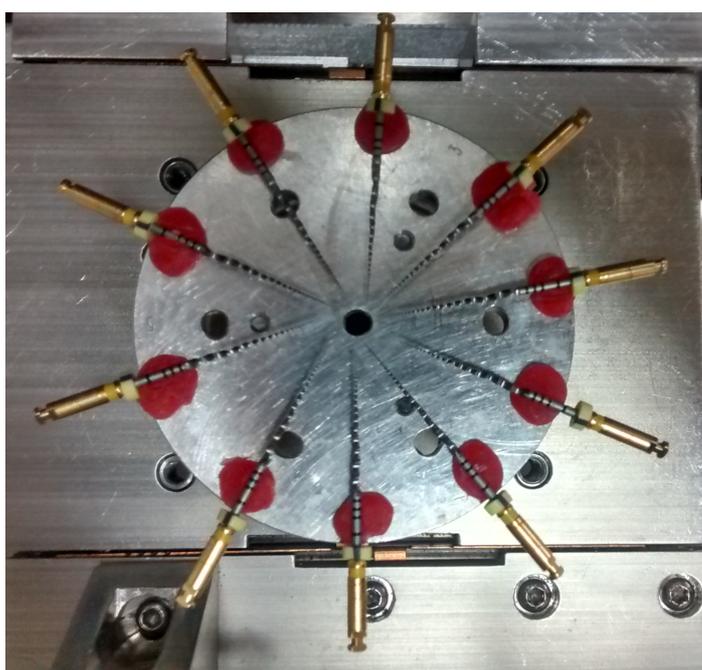


Figura 2: Instrumentos agrupados para análise superficial.

Em seguida, foi realizada a análise das imagens da lâmina de corte (parte ativa) das limas sendo as elétrônmicrografias tomadas em três pontos: um na ponta do instrumento, outro a 2 mm da ponta e outro a 4 mm da ponta, com sulco de entalhe para cima e para baixo, com aumento padrão de 250 vezes a partir do diâmetro inicial.

Após a tomada das elétrônmicrografias, os instrumentos foram colocados em tubos de polipropileno fechados e enumerados. Todas as fotomicrografias foram gravadas em CD (Compact disc) sendo, a seguir, inseridas no programa PowerPoint® para observação pelos avaliadores. ( Figura 3)



Figura 3: Aquisição das imagens no MEV.

### **2.1.3. Análise Química antes da instrumentação**

Nesse estudo foi utilizado o aparelho Espectrômetro de Energia Dispersiva EDAX (AMETEK, Inc., NJ, EUA) localizado no laboratório de Ciências Mineralógicas do Curso de Geologia da UFAM. Antes da instrumentação, as limas de cada grupo, foram levadas ao espectroscópio para análise da composição química das ligas metálicas. As limas foram analisadas na região da ponta.

### **2.1.4. Instrumentação do blocos de canais simulados**

Todos os instrumentos foram utilizados em um motor elétrico (Motor X-Smart Plus, Dentsply Maillefer) programado para o sistema a ser utilizado com contra ângulo de redução 6:1 (Dentsply Maillefer) e para realizar o preparo químico-mecânico com maior estabilidade, os blocos de canais simulados foram fixados em uma morsa, de modo a padronizar a instrumentação.

A utilização de cada lima foi realizada em 2 etapas. Primeiramente, as limas foram utilizadas 1 vez e reutilizadas mais 2 vezes para instrumentar 3 diferentes canais. Cada etapa de instrumentação, as limas foram analisadas no MEV. Após cada introdução e remoção do instrumento, os canais radiculares foram irrigados com auxílio de uma seringa plástica e ponta NaviTip® de 29-G (Ultradent, South Jordan, EUA) com 2 mL de solução de NaOCl a 2,5% (Rio Química, São José do Rio Preto, Brasil).

Os blocos do grupo PN foram instrumentados com o sistema ProTaper Next (Dentsply Maillefer) conforme o programa pré-definido para o sistema. Primeiramente, o canal foi irrigado e em seguida o cateterismo foi realizado com a

lima K# 10 (Dentsply Maillefer). Após este processo, foram utilizados os instrumentos X1 (17.04) para instrumentação do terço cervical e médio no CT. Em seguida, conforme a sequência do fabricante, foi utilizado o instrumento X2 (25.06) no CT para a instrumentação do terço apical. Os instrumentos foram introduzidos no canal com pequenos movimentos de entrada e saída sem que os instrumentos fossem removido completamente do canal e a amplitude dos movimentos não excedesse 3 a 4 mm; após cada 3 mm alcançado, as limas foram removidas para a limpeza de sua haste ativa com uma gaze embebida em NaOCl 2,5% e a irrigação dos canais simulados foi realizada antes e após a instrumentação.

Os blocos do grupo WO foram instrumentado com o sistema WaveOne® (Dentsply Maillefer) de acordo com as recomendações do fabricante. Primeiramente, o canal foi irrigado e em seguida realizado o cateterismo com a lima K# 10 (Dentsply Maillefer). Logo após, o canal simulado foi instrumentado com o instrumento Primary 25.08 da WaveOne® (Dentsply Maillefer) no CT, conforme o programa WaveOne ALL pré-definido para o sistema. O instrumento foi introduzido no canal com pequenos movimentos de entrada e saída sem que o instrumento fosse removido completamente do canal e a amplitude dos movimentos não excedesse 3 a 4 mm; após cada 3 mm alcançado, a lima foi removida para a limpeza de sua haste ativa com uma gaze embebida em NaOCl 2,5%. A irrigação dos canais simulados foi realizada antes e após a instrumentação.

### **2.1.5. Elétromicrografias das limas após a instrumentação dos canais radiculares por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

Logo após a instrumentação, as limas passaram por um processo de limpeza associando recursos termo-químicos na lavagem em cuba ultrassônica. Para o processo de limpeza foi utilizada 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 água.

Após o processo de limpeza os instrumentos foram devidamente secos e armazenados em tubos de polipropileno fechado em ambiente livre de impurezas para novamente realizar a leitura em MEV.

A avaliação dos instrumentos endodônticos no MEV foi realizada após o primeiro e terceiro uso. Uma nova aquisição das imagens no microscópio eletrônico de varredura foi realizada conforme o protocolo descrito anteriormente. (Figura 4)

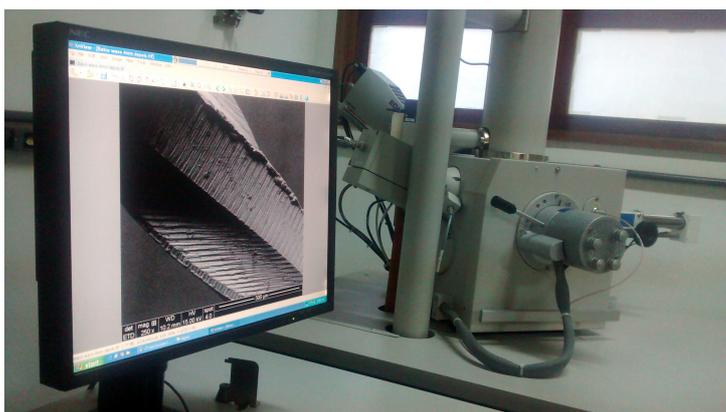


Figura 4 : Aquisição das imagens no microscópio eletrônico de varredura.

Os Instrumentos foram utilizados 1 vez e depois reutilizados mais 2 vezes, totalizando 3 porém, cada instrumentação foi realizada em canais simulados novos distribuídos aleatoriamente. Os procedimentos de distribuição dos blocos, irrigação e instrumentação foram repetidos conforme descrito anteriormente.

### **2.1.6. Análise das Elétronmicrografias**

As imagens obtidas antes e após a instrumentação dos canais radiculares foram analisadas por dois avaliadores previamente calibrados pelo teste Kappa intra e interexaminadores (0,88 e 0,90, respectivamente) a fim de constatar alterações e falhas de fabricação nas lâminas de corte das limas.

Os avaliadores receberam uma planilha contendo o número dos instrumentos, o local avaliado e o lado do instrumento (entalhe para cima ou para baixo), além dos critérios de avaliação dos defeitos e deformações. (Apêndice 1) As imagens foram projetadas sendo identificadas por um algarismo arábico. Nesta primeira análise foi observado a existência das seguintes deformações nos instrumentos: bordas irregulares, ranhuras, microcavidades e rebarbas, separadamente (ARANTES et al., (2014).

Para estabelecimento dos escores, os avaliadores analisaram as imagens das limas na tela de um computador antes e após o uso, a fim de identificar a presença de borda irregular, ranhuras, microcavidades e rebarbas, usando quatro diferentes escores adotados por Hanan et al. (2015), a conhecer: 1 - longo eixo da lima sem nenhum defeito da superfície examinada; 2 - longo eixo da lima com cerca de uma a três áreas com defeitos da superfície examinada; 3 - longo eixo da lima com cerca de quatro a cinco áreas com defeitos da superfície examinada; 4 longo eixo da lima com mais de cinco áreas com defeitos da 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.

### **2.1.7. Análise Química após a instrumentação**

Após a instrumentação, as limas de cada grupo, foram levados ao espectrômetro para análise da composição química das ligas metálicas. As limas foram analisadas na região da ponta, pois é a área que apresenta mais defeitos após a instrumentação.

## **2.2. Análise Estatística**

Os dados foram analisados pelo programa BioEstat (Bioestat Software, PA, Brasil). Para a análise dos dados referentes a cada defeito nos 3 tempos de uso para cada instrumentos e também para a análise dos escores foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, quando necessário a comparação entre as médias duas a duas a análise foi complementada pelo teste de Dunn e Student-Newman. Os dados da análise química foram submetidos ao teste de ANOVA e complementado pelo Turkey. O nível de significância utilizado nas análises foi de 5%.

### 3. ARTIGO

O artigo será submetido ao periódico Journal of Endodontics. A classificação Qualis do referido periódico em 2014, na área de avaliação “Odontologia” foi A1 e seu fator de impacto segundo o critério de classificação da Journal Citation Report ®Thomson Reuters em 2014 foi de 2,788.

#### 3.1. Introdução

O desenvolvimento tecnológico na ciência endodôntica possibilitou a confecção de novos instrumentos, fabricados com ligas de NiTi que possuem características peculiares como as propriedades de efeito memória de forma, superelasticidade, flexibilidade e resistência à fadiga clínica. (GAMBARINI et al., 2012; HANAN et al., 2015).

Os sistemas recíproco WaveOne® e rotatório ProTaper Next® foram fabricados para reduzir o número de limas durante o tratamento, promovendo a desinfecção e forma apropriada do canal no tratamento endodôntico. São instrumentos fabricados com ligas de NiTi *M-Wire* através de tratamentos termomecânicos especiais que potencializam a vida útil, resistência à fadiga cíclica e flexibilidade dos instrumentos. Os instrumentos WaveOne® (Dentsply Maillefer) são denominados *Small* (21.06), *Primary* (25.08) e *Large* (40.08). Já o sistema Protaper Next® (Dentsply Tulsa Dental) é composto por 5 instrumentos, sendo que a lima X1(17.04) trabalha no terço cervical e médio e X2(25.06) no terço apical. As demais limas são opcionais durante o tratamento. (WU et al., 2015; CAPAR et al., 2014).

Existem poucos estudos relatados até a data sobre a avaliação da superfície de instrumentos de NiTi antes e após o uso. Porém, foi previamente estudada por

Arantes et al., (2014) que afirma que a presença de defeitos foi maior nos instrumentos Twisted File<sup>®</sup> em relação aos instrumentos BioRace<sup>®</sup> e MTwo<sup>®</sup>, onde a taxa de defeitos era menor e nos instrumentos EndoWave<sup>®</sup>, que não apresentaram defeitos. Quanto à presença de desgaste, após cinco utilizações todos os instrumentos mostraram mudanças em suas lâminas de corte. Segundo Hanan et al., 2015, todos os instrumentos examinados apresentavam defeitos antes e após a utilização. A presença de defeitos e deformidades foi maior nos instrumentos WaVeOne<sup>®</sup> enquanto nos instrumentos Reciproc<sup>®</sup> apresentaram uma taxa mais baixa.

Todavia, é necessário um estudo que além de avaliar as características de superfície, avalie também as características químicas, mais especificamente, quais elementos químicos estão presentes e são perdidos durante a utilização dos instrumentos estudados. Esse fato, pode responder o porquê da presença de defeitos e deformações antes e após a utilização, diminuindo assim o risco de fratura do instrumento.

Para esse estudo, é de suma importância a utilização do MEV (Microscópio Eletrônico Varredura) associado ao Espectrômetro de Energia Dispersiva (EDAX), o qual identifica em uma única coleta os elementos químicos e as características morfológicas dos instrumentos estudados e estas informações podem auxiliar na compreensão das características morfológicas e químicas dos instrumentos de NiTi dando suporte para otimizar sua fabricação e seu uso nos protocolos de instrumentação dos sistemas de canais radiculares

### **3.2. Material e Métodos**

Neste estudo foi utilizada uma amostra aleatória por conveniência de 30 limas do sistema ProTaper Next<sup>®</sup> (Dentsply / Maillefer, Ballaigues, Suíça ) e WaveOne<sup>®</sup> (Dentsply / Maillefer, Ballaigues, Suíça), as marcas foram usadas para preparar 60 canais simulados fabricados em resina poliéster transparente e foram analisadas antes e após 1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> utilização. As limas foram destinadas a três grupos: Grupo PNX1 - Protaper Next<sup>®</sup> X1, Grupo PNX2 – Protaper Next<sup>®</sup> X2 e Grupo WO - WaveOne<sup>®</sup>.

Foram utilizados sessenta blocos padronizados de canais simulados curvos em forma de J, fabricados em resina poliéster transparente. Os blocos de canais simulados foram numerados a fim de facilitar a tabulação dos dados. Todos os blocos apresentaram comprimento de 16 mm, ângulo de curvatura de 30° e raio de curvatura de 3 milímetros.

O comprimento de trabalho (CT) foi determinado com auxílio de uma lima tipo K #10 (Dentsply Maillefer) inserida no interior do canal simulado em direção apical até que a ponta da mesma fosse visualizada no final do canal. A seguir, foi recuado 1mm do comprimento obtido, determinando assim, o CT.

Todos os blocos de canais simulados foram aleatoriamente designados para os grupos ProTaper Next<sup>®</sup> e WaveOne<sup>®</sup>. Foi utilizado o programa Random Sequence Generator<sup>®</sup>, a partir de uma lista de números, onde os primeiros 20 números foram alocados no grupo PN e os próximos 10 números da lista foram alocados no grupo WO.

### 3.2.1. Instrumentação dos blocos

Todos os instrumentos foram utilizados em um motor elétrico (Motor X-Smart Plus, Dentsply Maillefer) programado para o sistema a ser utilizado com contra ângulo de redução 6:1 (Dentsply Maillefer) e para realizar o preparo químico-mecânico com maior estabilidade, os blocos de canais simulados foram fixados em uma morsa, de modo a padronizar a instrumentação.

A utilização de cada lima foi realizada em 2 etapas. Os Instrumentos foram utilizados primeiramente 1 vez e depois reutilizados mais 2 vezes, totalizando 3 porém, cada instrumentação foi realizada em canais simulados novos, conforme a recomendação do fabricante.

Cada etapa de instrumentação, as limas foram analisadas no MEV. Após cada introdução e remoção do instrumento, os canais radiculares foram irrigados com auxílio de uma seringa plástica e ponta NaviTip® de 29-G (Ultradent, South Jordan, EUA) com 2 mL de solução de NaOCl a 2,5% (Rio Química, São José do Rio Preto, Brasil).

Os blocos do grupo PN foram instrumentados com o sistema ProTaper Next (Dentsply Maillefer) conforme o programa pré-definido para o sistema. Primeiramente, o canal foi irrigado e em seguida o cateterismo foi realizado com a lima K# 10 (Dentsply Maillefer). Após este processo, foram utilizados os instrumentos X1 (17.04) para instrumentação do terço cervical e médio no CT. Em seguida, conforme a sequência do fabricante, foi utilizado o instrumento X2 (25.06) no CT para a instrumentação do terço apical. Os instrumentos foram introduzidos no canal com pequenos movimentos de entrada e saída sem que os instrumentos fossem removido completamente do canal e a amplitude dos movimentos não excedesse 3 a 4 mm; após cada 3 mm alcançado, as limas foram removidas para a

limpeza de sua haste ativa com uma gaze embebida em NaOCl 2,5% e a irrigação dos canais simulados foi realizada antes e após a instrumentação.

Os blocos do grupo WO foi instrumentado com o sistema WaveOne® (Dentsply Maillefer) de acordo com as recomendações do fabricante. Primeiramente, o canal foi irrigado e em seguida realizado o cateterismo com a lima K# 10 (Dentsply Maillefer). Logo após, o canal simulado foi instrumentado com o instrumento Primary 25.08 da WaveOne® (Dentsply Maillefer) no CT, conforme o programa WaveOne ALL pré-definido para o sistema. O instrumento foi introduzido no canal com pequenos movimentos de entrada e saída sem que o instrumento fosse removido completamente do canal e a amplitude dos movimentos não excedesse 3 a 4 mm. A limpeza das limas e irrigação foram realizadas da mesma maneira do protocolo anterior.

Logo após a instrumentação, as limas passaram por um processo de limpeza associando recursos termo-químicos na lavagem em cuba ultrassônica. Para o processo de limpeza foi utilizada 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 água.

### **3.2.2.Elétromicrografias das limas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

Aquisição das imagens no microscópio eletrônico de varredura foram realizadas logo após a remoção das limas da embalagem e após a primeira e terceira utilização seguindo o protocolo que será descrito abaixo.

Trinta instrumentos novos (20 ProTaper Next®, sendo 10 instrumentos PN X1, 10 instrumentos PN X2 e 10 WaveOne®) foram removidos da embalagem para

análise por meio da microscopia eletrônica de varredura sem nenhum tratamento de limpeza visto que os mesmos são estéreis. Esses instrumentos são provenientes de 5 lotes diferentes: ProtaPer Next<sup>®</sup> (Lot 1183247/ 1190349/ 1138556) e WaveOne<sup>®</sup> Lot (1067705 / 1048300). Os instrumentos foram identificados de 1 a 10 ProTaper Next<sup>®</sup> X1, 11 a 20 ProTaper Next<sup>®</sup> X2 e de 21 a 30 para o grupo WaveOne<sup>®</sup>.

Após a formação do vácuo, os instrumentos endodônticos foram manipulados somente pelo cabo utilizando uma pinça clínica, para que essa manobra não interferisse nos resultados do experimento e foram fixados em cera utilidade no porta-amostra do MEV. Tais amostras foram capturadas por meio de Microscópio Eletrônico de Varredura (Quanta Fei 250, Toronto, Canadá).

Foram colocadas 10 limas no suporte metálico, observando como referência para leitura da superfície 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.

Em seguida, foi realizada a análise das imagens da lâmina de corte (parte ativa) das limas sendo as elétronmicrografias tomadas em três pontos: um na ponta do instrumento, outro a 2 mm da ponta e outro a 4 mm da ponta, com sulco de entalhe para cima e para baixo, com aumento padrão de 250 vezes a partir do diâmetro inicial.

Após a tomada das elétronmicrografias, os instrumentos foram colocados em tubos de polipropileno fechados e enumerados. Todas as micrografias foram gravadas em CD (Compact disc) sendo, a seguir, inseridas no programa PowerPoint<sup>®</sup> para observação pelos avaliadores.

### **3.2.3. Análise Química dos instrumentos**

Nesse estudo, foi realizada a análise da composição química das ligas metálicas. As limas foram analisadas na região da ponta ( área que apresenta mais defeitos após a instrumentação) por meio do aparelho espectrômetro de energia dispersiva EDAX (AMETEK, Inc., NJ, EUA). Essas análises foram realizadas logo após a remoção da limas da embalagem e após a primeira e terceira utilização. Todos os espectros foram gravados em CD (Compact disc) e posteriormente analisados.

### **3.2.4. Análise das Elétromicrografias**

As imagens obtidas antes e após a instrumentação dos canais radiculares foram analisados por dois examinadores previamente calibrados pelo teste Kappa intra e inter-examinador (0,88 e 0,90, respectivamente) para observar qualquer alteração e fracassos das lâminas de corte na fabricação.

Os examinadores receberam uma planilha contendo o número de instrumentos, o local avaliado e do lado do instrumento (sulco de entalhe voltado para cima ou para baixo), e os critérios de avaliação de defeitos e deformações. As imagens foram projetadas em Power Point, identificada por um algarismo arábico ( 1-360).

Para estabelecer a pontuação, os examinadores observaram e analisaram as imagens das limas na tela do computador, antes e após o 1º e 3º uso para identificar a presença de bordas irregulares, ranhuras, microcavidades e rebarbas, usando as quatro pontuações diferentes adotadas por Hanan et al. (15), a conhecer: 1 - longo

eixo da lima sem nenhum defeito da superfície examinada; 2 - longo eixo da lima com cerca de uma a três áreas com defeitos da superfície examinada; 3 - longo eixo da lima com cerca de quatro a cinco áreas com defeitos da superfície examinada; 4 - longo eixo da lima com mais de cinco áreas com defeitos da 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.

Os dados foram analisados pelo programa BioEstat (Bioestat Software, PA, Brasil). Para a análise dos dados referentes a cada defeito nos 3 tempos de uso para cada instrumentos e também para a análise dos escores foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Os dados da análise química foram submetidos ao teste de ANOVA e complementado pelo Turkey. O nível de significância utilizado nas análises foi de 5%.

### **3.3 RESULTADOS**

#### **Análise Quantitativa dos defeitos e deformações dos instrumentos**

Os resultados observados nas Elétronmicrografias quanto aos defeitos e deformações das superfícies dos instrumentos, antes, após a primeira e terceira instrumentação através do MEV, da ponta, 2mm e dos 4mm do instrumento, foram apresentados na tabela 1 em 4 tópicos, sendo estes: borda irregular, ranhura, microcavidade e rebarba. Os valores apresentados são referentes ao número de instrumentos (n=10) que apresentaram cada defeito.

Tabela 1: Tipos de defeitos observados nos instrumentos até 4 mm de sua parte ativa, antes, após o primeiro e terceiro uso.

Grupo de Limas	Borda Irregular			Ranhura			Microcavidade			Rebarba		
	Ponta	2mm	4mm	Ponta	2mm	4mm	Ponta	2mm	4mm	Ponta	2mm	4mm
ProTaper Next X1 (Antes)	4	10	10	2	9	5	0	2	1	1	10	10
ProTaper Next X2 (Antes)	9	10	10	3	8	8	1	0	0	0	10	10
Wave One (Antes)	9	10	10	4	7	8	0	0	0	2	10	10
ProTaper Next X1 (1 Uso)	5	10	10	4	8	8	0	0	0	1	10	10
ProTaper Next X2 (1 Uso)	9	10	10	10	9	8	2	0	0	3	10	10
WaveOne (1 uso)	10	10	10	8	9	8	1	1	2	5	10	10
ProTaper Next X1 (3 Uso)	6	10	10	5	9	9	0	0	0	4	10	10
ProTaper Next X2 (3 Uso)	10	10	10	10	9	8	1	0	0	7	10	10
Wave One (3 Uso)	10	10	10	9	10	9	1	0	2	7	9	8

Os resultados evidenciam que em todos os instrumentos e em todos os comprimentos avaliados foram encontrados os 4 tipos de defeitos em algum momento do estudo. A análise estatística dos resultados de cada defeito de cada instrumento quando comparados entre si nos mesmo comprimento antes do uso, após a primeira e terceira utilização não apresentaram diferença estatística significativa quanto ao aumento dos defeitos conforme o uso ( $p > 0,05$ ). A comparação entre os instrumentos ProTaper Next<sup>®</sup> X2 e WaveOne<sup>®</sup> nos comprimentos estudados e nos três tempos de utilização não apresentaram

diferença estatística significativa quando comparados entre si em relação a presença dos defeitos ( $p > 0,05$ ).

### Análise por meio do Escore de Defeitos e Deformações

A Tabela 2 indica média dos postos antes e após o uso na ponta, 2mm e 4mm da parte ativa dos instrumentos quanto à classificação pelo escore de defeitos e deformações:

Comprimento/ Uso	ProTaper Next X1 ( $\bar{x}$ )	ProTaper Next X2 ( $\bar{x}$ )	Wove One ( $\bar{x}$ )
Ponta / Antes	2 <sup>A</sup>	1,9 <sup>B</sup>	2 <sup>C</sup>
2mm / Antes	2,2 <sup>A</sup>	2 <sup>B</sup>	2 <sup>C</sup>
4mm / Antes	2,1 <sup>A</sup>	2 <sup>B</sup>	2 <sup>C</sup>
Ponta / 1 Uso	2 <sup>A</sup>	2 <sup>B</sup>	2 <sup>C</sup>
2mm / 1 Uso	2 <sup>A</sup>	2 <sup>B</sup>	2,1 <sup>C</sup>
4mm / 1Uso	2 <sup>A</sup>	2 <sup>B</sup>	2,2 <sup>C</sup>
Ponta / 3 Uso	2 <sup>A</sup>	2 <sup>B</sup>	2 <sup>C</sup>
2mm / 3 Uso	2 <sup>A</sup>	2 <sup>B</sup>	2,2 <sup>C</sup>
4mm / 3 Uso	2 <sup>A</sup>	2 <sup>B</sup>	2,5 <sup>D</sup>

Teste de Kruskal – Wallis Média = ( $\bar{x}$ )

A análise estatística dos resultados da aplicação do escore evidencia que os instrumentos ProTaper Next<sup>®</sup> X1e X2 quando comparados entre si em ambos os comprimentos não apresentaram deformações significativas antes e após o primeiro e o terceiro uso ( $p > 0,05$ ).

Os instrumentos WaveOne<sup>®</sup> quando avaliados antes da utilização e após a primeira e terceira utilização, na ponta e no comprimento de 2mm não apresentaram defeitos e deformações significativas ( $p > 0,05$ ). Já quando avaliados antes da utilização e após a primeira e terceira utilização, no comprimento de 4mm apresentaram maior número de defeitos e deformações ao longo das 3 utilizações. ( $p < 0,001$ ).

### Análise química dos elementos de Ni e Ti existentes nos instrumentos

Na Tabela 3, são observados os dados referentes à média e ao desvio padrão do elemento Níquel presentes na região da ponta dos instrumentos analisados obtido por análise quantitativa através de espectroscopia de energia dispersiva de raio x.

Elemento Químico	N <sup>o</sup> de Uso	ProTaper Next <sup>®</sup> X1	ProTaper Next X2	Wave One
	0 Uso	$\bar{x}$ 43,68 ± 2,73 <sup>1</sup> A	$\bar{x}$ 45,04 ± 2,69 <sup>2</sup> A	$\bar{x}$ 45,72 ± 3 <sup>3</sup> A
Ni	1 Uso	$\bar{x}$ 40,23 ± 1,61 <sup>1</sup> A <sup>1</sup> B	$\bar{x}$ 36,74 ± 2,73 <sup>2</sup> B	$\bar{x}$ 34,65 ± 1,57 <sup>3</sup> C <sup>3</sup> B
	3 Uso	$\bar{x}$ 38,23 ± 2,33 <sup>1</sup> B	$\bar{x}$ 31,62 ± 3,15 <sup>2</sup> B	$\bar{x}$ 30,37 ± 1,80 <sup>3</sup> C

Análise de variância e Teste de Tukey ANOVA = P<0,05

<sup>1</sup>Tukey = 4,692 <sup>2</sup> Tukey = 5,923 <sup>3</sup>Tukey = 4,466

M=  $\bar{x}$

DP = ±

As limas ProTaper Next<sup>®</sup> X1 apresentaram perdas significativas de Ni quando comparado as médias antes do uso e após a terceira instrumentação (p<0,01).

Em relação a lima ProTaper Next<sup>®</sup>X2, foi observado que houve perda significativa de Ni quando comparamos a mesma antes do uso e após a primeira e terceira utilização (p<0,01).

Já nas limas WaveOne, houve perda significativa de Ni quando compardo a mesma antes do uso e após a primeira e terceira utilização (p<0,01).

Na Tabela 4, são observados os dados referentes a média e desvio padrão do elemento Titânio presentes na região da ponta dos instrumentos analisados obtido por análise quantitativa através de espectroscopia de energia dispersiva de raio x (EDAX).

Elemento Químico	N ° de Uso	ProTaper Next x1	ProTaper Next x2	WaveOn
	0 Uso	$\bar{x} 41,30 \pm 2,19$ <sup>1</sup> A	$\bar{x} 40,83 \pm 2,6$ <sup>2</sup> A	$\bar{x} 44,30 \pm 2,05$ <sup>3</sup> A
Ti	1 Uso	$\bar{x} 39,38 \pm 1,78$ <sup>1</sup> A	$\bar{x} 34,80 \pm 2,66$ <sup>2</sup> C <sup>2</sup> B	$\bar{x} 36,42 \pm 1,74$ <sup>3</sup> C <sup>3</sup> B
	3 Uso	$\bar{x} 37,63 \pm 2,40$ <sup>1</sup> A	$\bar{x} 31,85 \pm 2,85$ <sup>2</sup> C	$\bar{x} 32,93 \pm 2,11$ <sup>3</sup> C

Análise de variância e Teste de Tukey ANOVA = P<0,05

<sup>1</sup>Tukey = 4,692 <sup>2</sup> Tukey = 5,923 <sup>3</sup>Tukey = 4,466

M=  $\bar{x}$

DP =  $\pm$

É possível afirmar que nas limas ProTaper Next<sup>®</sup> X1 não houve perda significativa de Ti ao longo do uso (p>0,05), porém, nas limas ProTaper Next<sup>®</sup> X2, apresentaram perda significativa entre antes e a primeira instrumentação e entre o primeiro e terceiro uso (p<0,01).

Já nas limas WaveOne<sup>®</sup>, houve perda significativa de Ti quando comparamos antes e após a primeira utilização e a antes com a terceira (p<0,01), não observando perda significativa da primeira utilização com a terceira ( p>0,05).

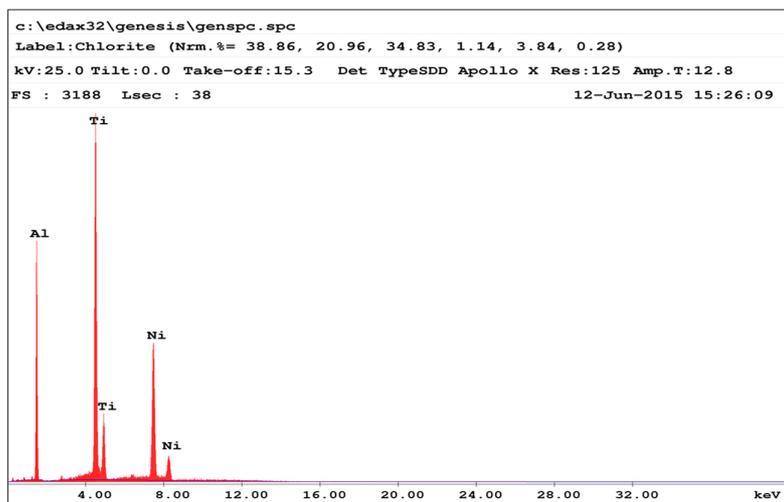
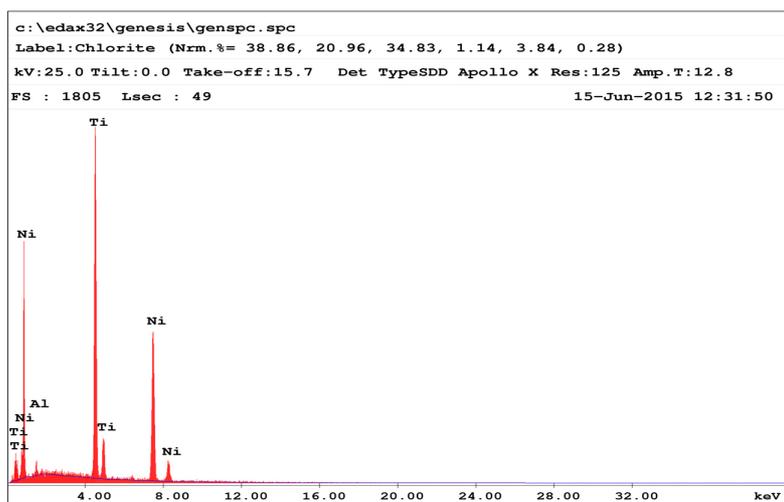


Figura 1 : Espectros dos elementos químicos dos instrumentos PNX2 antes e após o terceiro uso.

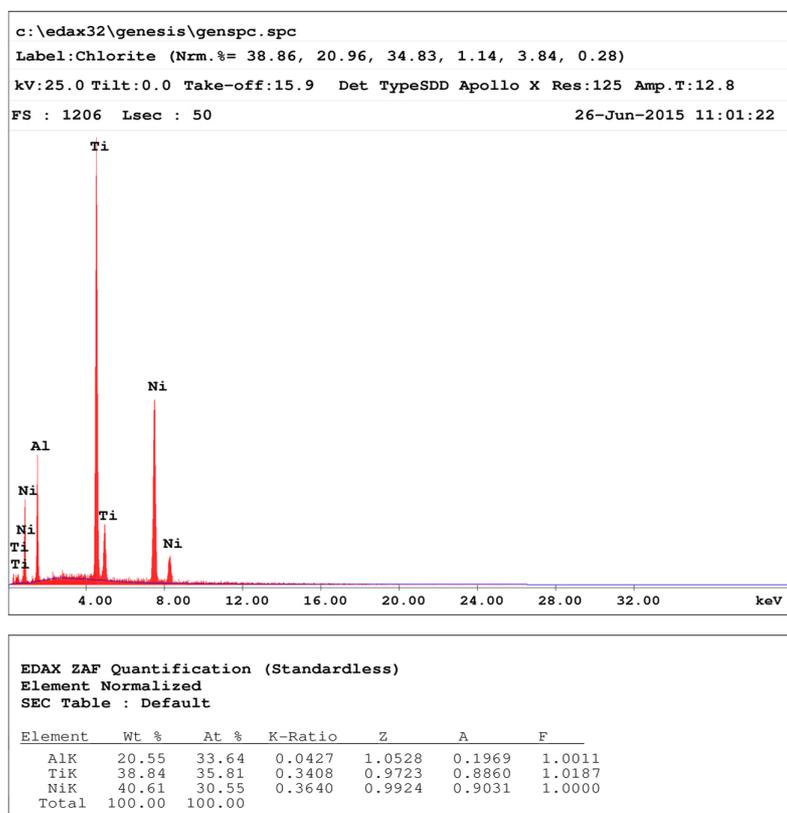
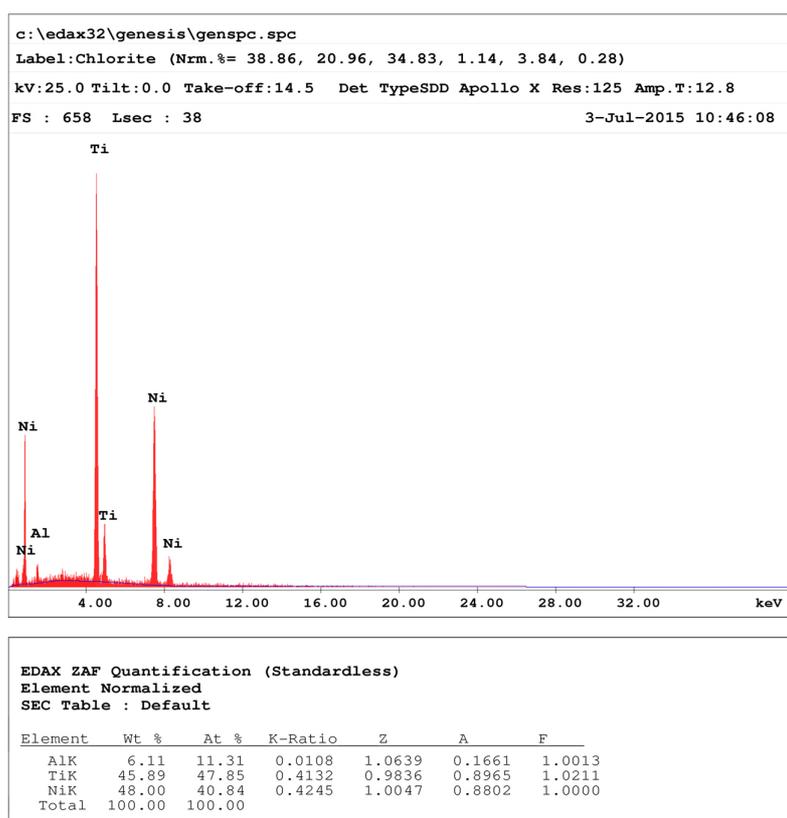


Figura 2 : Espectros dos elementos químicos dos instrumentos WO antes e após o terceiro uso.

FIGURA 3. IRREGULARIDADES SUPERFICIAIS OBSERVADAS EM INSTRUMENTOS PROTAPER NEXT® X1 ANTES DO USO: BORDAS IRREGULARES (A), RANHURAS (B) MICROCAVIDADES (C) E REBARBAS (D). APÓS TERCEIRA UTILIZAÇÃO: BORDAS IRREGULARES (E), RANHURAS (F) E (G) REBARBAS.

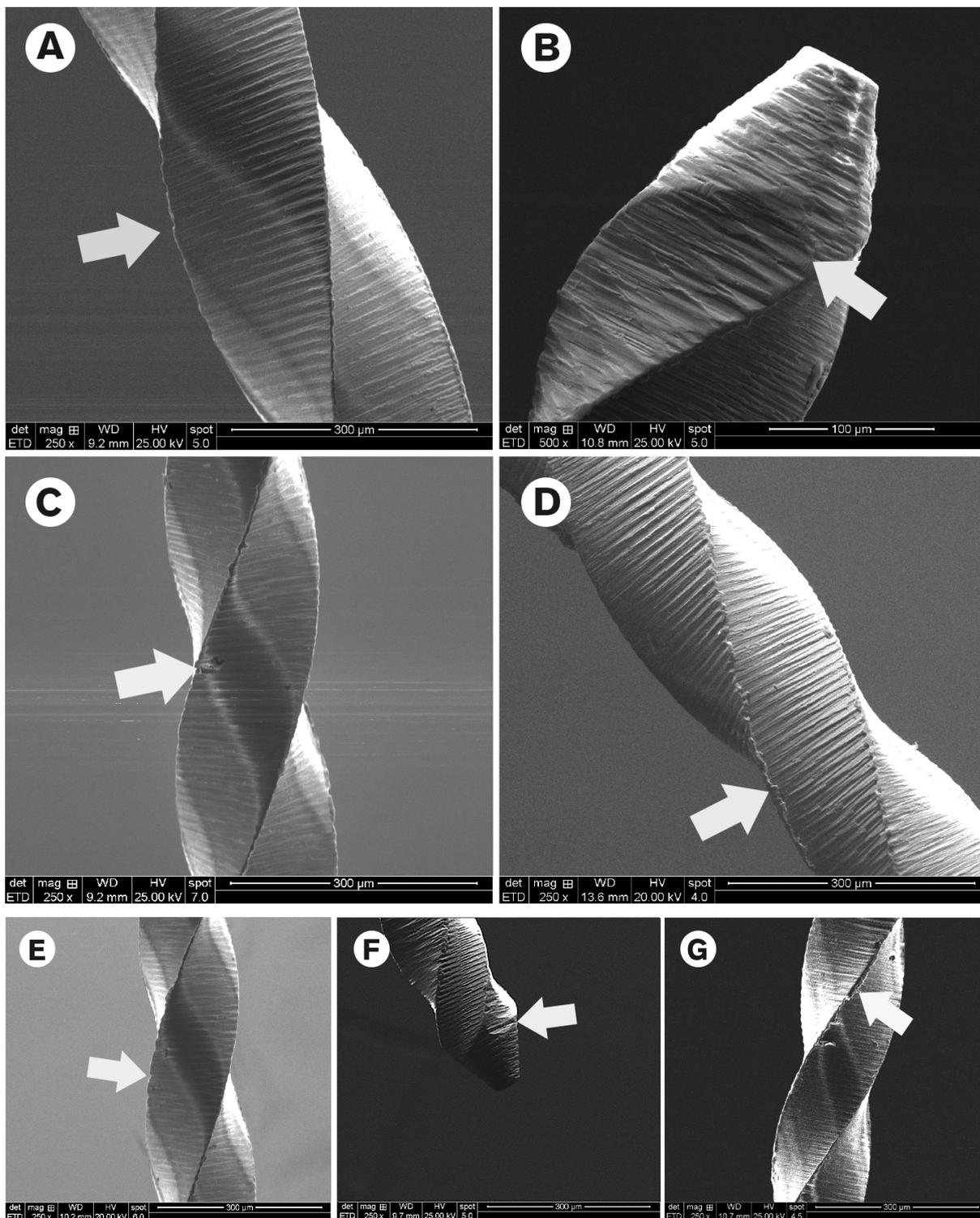


FIGURA 4. IRREGULARIDADES SUPERFICIAIS OBSERVADAS EM INSTRUMENTOS PROTAPER NEXT X2 ANTES DO USO: BORDAS IRREGULARES (A), RANHURAS (B) E REBARBAS (C). APÓS TERCEIRA UTILIZAÇÃO: BORDAS IRREGULARES (D), RANHURAS (E) E (F) REBARBAS.

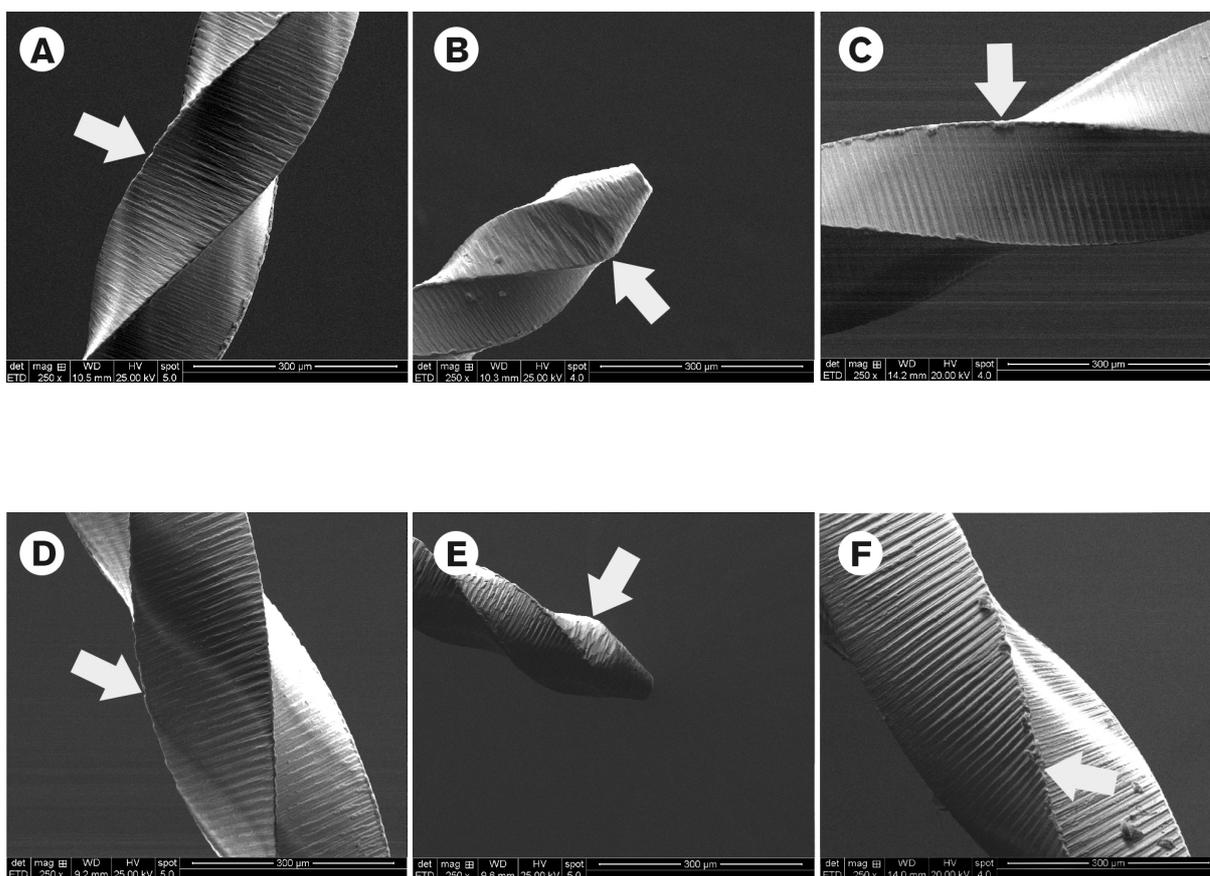
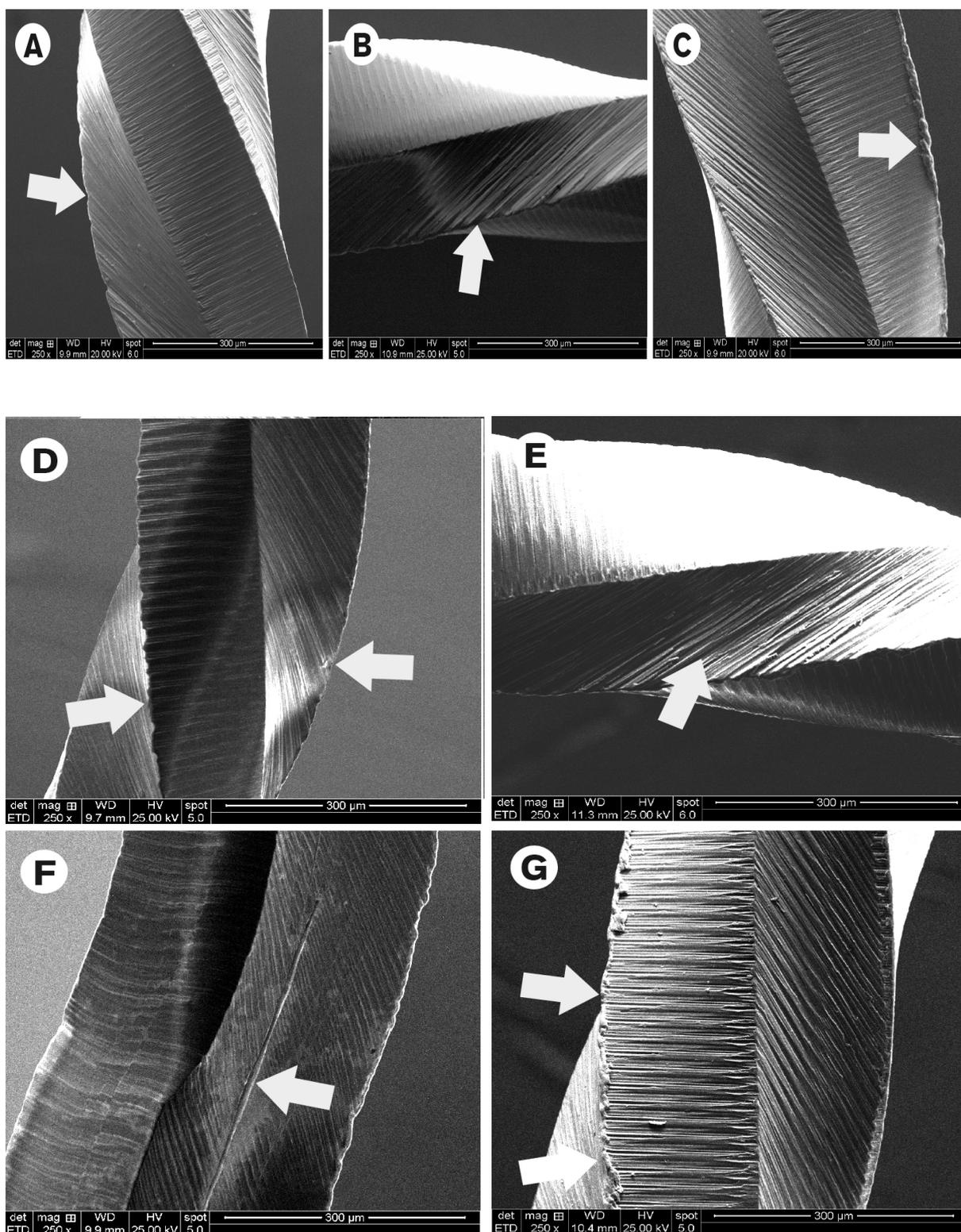


FIGURA 5. IRREGULARIDADES SUPERFICIAIS OBSERVADAS EM INSTRUMENTOS WAVEONE ANTES DO USO: BORDAS IRREGULARES (A), RANHURAS (B) E REBARBAS (C). APÓS A TERCEIRA UTILIZAÇÃO: BORDAS IRREGULARES (D), RANHURAS (E), MICROCAVIDADE (F) E (G) REBARBAS.



### 3.4 DISCUSSÃO

Foi possível determinar os defeitos presentes nas limas antes da utilização e que tipos de deformações foram observadas após cada uso nos instrumentos avaliados.

O Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) foi escolhido como método para avaliação de defeitos e deformações da superfície, antes e depois de cada utilização. Esse aparelho foi utilizado no modo ambiental, ideal para este tipo de estudo pois não foi preciso quebrar em tamanhos menores ou metalizar a amostra, sendo assim, a amostra não foi destruída permitindo analisá-la antes e após as instrumentações. Esse método foi usado em outros estudos (ARRANTES et al., 2010; CABALLERO et al., 2015 e HANAN et al., 2015). O Espectrômetro de Raio X de Energia Dispersiva (EDAX) foi utilizado para obter dados qualitativos e quantitativos dos elementos químicos presentes nas limas, assim como nos estudos (LIMA, WILBERTH, 2010; NOGUEIRA et al., 2012).

Neste estudo, as eletromicrografias dos instrumentos ProTaper Next<sup>®</sup> X1, X2 e WaveOne<sup>®</sup> obtidas pelo MEV revelaram a presença dos seguintes defeitos e deformações: bordas irregulares, ranhuras, microcavidades e rebarbas. Desses defeitos, em números absolutos, prevaleceram as bordas irregulares, seguidas das rebarbas, ranhuras e microcavidades nas lâminas de corte das limas, sendo as primeiras, produzidas provavelmente pela fricção dos instrumentos contra as paredes dos canais radiculares ou provenientes do processo de usinagem, concordando com os achados de Caballero et al., (2015) e diferindo dos achados de Carreño (2012), onde as microcavidades foram mais frequentes.

Os defeitos e deformações analisados separadamente não aumentaram de forma significativa em relação a antes da instrumentação, após o primeiro e terceiro uso nas limas ProTaper Next<sup>®</sup> X1, X2 e WaveOne<sup>®</sup>. Isso pode ser justificado pelo fato desses instrumentos serem fabricados a partir da liga *M-Wire*, a qual proporciona para o instrumento maior resistência à fadiga das suas lâminas de corte. Apesar disso, o efeito acumulativo de vários usos clínicos sobre a incidência de fratura por fadiga de instrumentos de NiTi foram investigados por diferentes autores. Park et al., (2014) mostraram que instrumentos de uso único WaveOne<sup>®</sup> Primary pode ser utilizada com segurança em 5 canais radiculares sem fratura, enquanto Gavini et al. (2015) relataram que estes instrumentos podem resistir 1787.78 ciclos, em média, o dobro do que o habitual, em movimento alternativo antes da fratura.

Os defeitos ranhuras foram observados em maior frequência nos comprimentos 2 mm e 4 mm da lâmina de corte de todos os instrumentos analisados. Essa deformação pode ter surgido a partir da fricção constante do instrumento em um área de tensão. Segundo Hanan et al., (2015), 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.

Os defeitos rebarba foram encontrados em mais de 90% dos instrumentos estudados, antes e após a instrumentação, assim como no estudo de Burklein et al., (2012), onde afirma que a presença de rebarbas é provavelmente devido ao processo de usinagem durante a fabricação, sugerindo o não polimento antes do acabamento final desta lima.

Os defeitos de microvaidades foram encontrados em todos os instrumentos, concordante com a maior perda de átomos de Ni e Ti evidenciados pela Espectrometria de Raio X por energia dispersiva na região da ponta, sugestivo de

um vacância deixada pelos átomos quando foram perdidos na utilização. Microcavidades foram observadas na área de deformação plástica perto da aresta de corte após a instrumentação de seis canais radiculares utilizando os instrumentos Twiste File<sup>®</sup> nos estudos de Kim et al., (2012). Fato que podemos também observar nos instrumentos estudados . A presença de microcavidades normalmente indica fraca resistência podendo resultar em fratura (GAMBARINI et al., 2012).

Quando os defeitos foram analisados em conjunto, por meio do escore, as limas WaveOne<sup>®</sup> apresentaram o maior número de defeitos e deformações no comprimento de 4mm, ao longo das três utilizações, o que pode ser justificado por se tratar de um comprimento de maior conicidade do instrumento ocorrendo maior área de contato com a parede do canal. Esse estudo está de acordo com Caballero et al. (2014), afirmaram que após o uso foi observado maiores irregularidades de superfícies no instrumento WaveOne<sup>®</sup> Primary, diferindo estatisticamente das limas ProTaper Next<sup>®</sup> X1 e X2 no presente estudo. Isso pode estar relacionado ao fato dos instrumentos reciprocantes trabalham com o movimento para frente e para trás, o que aumenta o tempo de contato das lâminas de corte desse instrumentos com as paredes de dentina, o que por si só determina mais desgaste de suas lâminas, diferentemente dos instrumentos rotatórios.

Estudos sobre a composição química e geometria das ligas NiTi utilizadas na confecção de ligas odontológicas mostram que estes instrumentos possuem composição química binária, intermetálicas e equiatômica entre Ni e Ti, com densidade próximo de  $6,9 \text{ g.cm}^{-3}$ , ponto de fusão  $1310^\circ \text{ C}$ . Suas propriedades podem ser alteradas por meio de processo termodinâmicos do material (LIMA, WILBERTH, 2010; NOGUEIRA, et al., 2012).

A análise da composição química por espectrometria de Raios X, por energia dispersiva das limas ProTaper Next<sup>®</sup> X1, ProTaper Next<sup>®</sup> X2 e WaveOne<sup>®</sup> apresentam linhas espectrais sugestivas da presença de Ni, Ti, O, C e Al em percentagem em peso, correspondente à composição química das limas, porém foram apresentados apenas dados para Ni e Ti (Tabela 3 e 4) pois O e C estão presente apenas na camada superficial passivadora de proteção que reveste a liga NiTi, utilizada para a fabricação dos instrumentos analisados. A presença do Al pode ser devida presença do mesmo na composição química do material de fabricação do porta amostra do MEV, já que não participa da composição química da liga e nem da camada superficial.

A superfície da liga NiTi consiste em grande quantidade de óxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), menores quantidades de óxidos de níquel (NiO e Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e níquel metálico e, a liga NiTi constitui a camada interna. A espessura da camada de óxido varia entre 2-20 nm, dependendo do método de preparação. Esta camada superficial de óxido tem um papel importante, pois impede que NiTi que compõem a camada interna, sofra desgastes e corrosão. A presença de O e C muitas vezes têm origem do não tratamento da camada de óxido, que é prejudicial à resistência e perda propriedades mecânicas da liga (LIMA; WILBERTH, 2010).

As Tabela 3 e 4 evidenciam desgaste significativo de Ni ( $p < 0,01$ ) das limas ProTaper<sup>®</sup> X1, X2 e WaveOne<sup>®</sup> quando submetidas as condições de rotação 300 rpm e torque de 2 N.cm<sup>-1</sup>. Entretanto, houve apenas desgastes por perda de Ti na lima ProTaper Next<sup>®</sup> X2. Esse desgaste é justificado por (Leite et al., 2010), o qual afirma que o desgaste é um fenômeno que ocorre em instrumentos em movimentos, ocorre pelo deslocamento de partículas metálicas de uma superfície. Esse defeito pode ser causado pelo contato de superfícies que resulta na deformação gradual

das peças ou na modificação das suas dimensões, com paulatina redução das mesmas até um ponto que elas perdem sua eficiência quando em trabalho, ou apresentam profunda alteração de sua ajustagem, de modo que, em qualquer caso, criam-se tensões inesperadas, ocasionando sua ruptura pela aplicação de uma pequena sobrecarga, por fadiga cíclica (NOGUEIRA et al., 2012).

Para as limas WaveOne<sup>®</sup>, as Tabelas 3 e 4, apresentam resultados significativos ( $p > 0,01$ ), tanto para Ni como para Ti, em todo o momento do estudo, diferenciando apenas a porcentagem de desgastes maior para Ni em relação ao Ti. Segundo Silva; Mei (2010), mostram que Ni e Ti, são quimicamente ligados por veículo intermetálico forte (20 a 200 Kcal/mol), caracterizando a força em ligação metálica da liga. No entanto, a deformação gradual pela repetida instrumentação da lima, destrói a camada de óxido, expondo a liga NiTi a um processo de corrosão, enfraquecendo a ligação intermetálica e conseqüentemente perda de elétrons do Ni por oxidação ( $\text{Ni} + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Ni}^{+2} - 0,24 \text{ V}$ ) mais facilmente em relação ao Ti ( $\text{Ti} + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Ti}^{+2} 1,63\text{V}$ ) e com conseqüente deslocamento de Ni da liga NiTi, corroborando com o estudo apresentado Oshida (2012), que afirma que o Ni dissolve mais facilmente que do que Ti porque seus óxidos NiO e Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub> são menos estáveis, <sup>28</sup>Ni [Ar] 3d<sup>8</sup> 4s<sup>2</sup>, do que os de Ti, TiO<sub>2</sub>[Ar] 3d<sup>2</sup>4s<sup>2</sup>.

Podemos sugerir a partir desse estudo que os instrumentos WaveOne<sup>®</sup>, ProTaper Next<sup>®</sup> X1 e ProTaper Next<sup>®</sup> X2 podem ser utilizados até 3 instrumentações sem apresentar aumento das deformações ao longo do uso e com o mínimo risco de fratura. Porém foi observado que ainda é preciso melhorar a qualidade da fabricação dos instrumentos antes do sua utilização.

### 3.5 CONCLUSÃO

Com base nos achados, pode – se concluir que:

- Cada instrumento quando comparados entre si e ao comparar os instrumentos PNX2 e WO no mesmo comprimento durante os três tempos de utilização, apresentaram todos os defeitos e deformações, porém não aumentaram conforme o uso.
- Em relação aos escores, apenas as limas WaveOne<sup>®</sup> apresentaram no comprimento de 4mm um aumento dos defeitos e deformações antes e após as instrumentações.
- Foi observado maior perda de Ni nas limas ProTaper Next<sup>®</sup> X1 após o uso; Já nas limas ProTaper Next<sup>®</sup> X2 e WaveOne<sup>®</sup> houve perda de Ni e Ti após as 3 utilizações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

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*. 2015; 48: 229-35.

CAPAR ID, ERTAS H, ARSLAN H. Comparison of cyclic fatigue resistance of novel nickel-titanium rotary instruments. *Aust Endod J*. 2015; 41: 24-28.

CARREÑO DNR. Evaluación bajo microscopía electrónica de barrido de la superficie de instrumentos Reciproc® posterior al uso [Monografía de Especialização]. Caracas Zelândia: Universidade Central da Venezuela; 2012.

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.

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*. 2015; 38(5): 684-7.

HANAN ARA, MEIRELES DA, SPONCHIADO JÚNIOR EC, HANAN, S, KUGA MC, BONETTI FILHO I. Surface Characteristics of Reciprocating Instruments Before and After Use – A SEM Analysis. *Braz Dent J*. 2015; 26(2): 121-127.

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.

LEITE RVM, MARQUES RV. Estudo comparativo da Resistência ao desgaste e abrasivo do revestimento de três ligas metálicas utilizadas na Indústria aplicada por soldagem com Arames Tubulares. *Soldagem Inrp.* 2010; 14(4): 329-35.

LI H, ZHANG C, LI Q, WANG C, SANG Y. Comparison of cleaning efficiency and deformation characteristics of twisted file and ProTaper Rotatory instruments. *Euro J of Dent.* 2014; 8(2): 187-95.

LIMA F, WILBERTH, HDL, ALEXANDRE SR. Estudo comparativo de amostra de NiTi produzida por metalurgia do pó. *Estudos Tecnológicos.* 2010; 4(1): 44-54.

MALISKA AM. Microscopia Eletrônica de Varredura. Laboratório de caracterização microestrutural e análise de imagens. GUIA ICMAI. Universidade Federal de Santa Catarina. 2012.

NOGUEIRA C, OTUBO J, HENRIQUE VAR, VINÍCIUS ARH. Avaliação microestrutural da liga NiTi, produzida via metalurgia do pó. *COLAOB.* 2012; (9): 34-44.

PARK SK, KIM YJ, SHON WJ, YOU SY, MOON YM, KIM HC. Clinical efficiency and reusability of the reciprocating Nickel-Titanium instruments according to the root canal anatomy. *Scanning.* 2014; 36 (2): 246–51.

PEREIRA ESJ; PEIXOTO IFC; VIANA ACD; OLIVEIRA II, GANZALEZ BM; BUONO VTL; BAHIA MGA. *Int Endo J.* 2012; 45: 469-74.

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; 36: 517-25.

PLOTINO G, GRANDE NM, PORCIANI PF. Deformation and fracture incidence of Reciproc instruments: a clinical evaluation. *Int Endod J*. 2014. 45(7): 614-8.

SILVA ALV, MEI PR. Aços e ligas especiais. 3<sup>o</sup> Edição. *Revista Química atual*. Editora Blucher, 2010.

WU H; PENG C; BAI YULANG, WANG I, LI C. Shaping ability of ProTaper Universal, WaveOne and ProTaper Next in simulated I-shaped and S-shaped root canals. *BMC Oral Health*. 2015; 56( 7): 15-27.

YARED GM. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*. 2008; 41(4): 339–44.

YARED G. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: a new concept. [internet]. Toronto: [editor desconhecido]; 2011. ( acesso 2011) Disponível em: <<http://endodonticourses.com/cmsAdmin/uploads/RECIPROC-OL-Article.pdf>>.





APÊNDICE 3: DADOS ORIGINAIS DA COLETA DOS SCORES REFERENTES AOS DEFEITOS ESTUDADOS ANTES E APÓS O USO DO INSTRUMENTO NO COMPRIMENTO PONTA ATÉ 4MM.

Tempo	Examinador	Limas	Sulco entalhe	Posição	Fotomicrografia	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P1	0	1	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P2	0	1	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P3	0	1	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P4	1	0	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P5	1	0	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P6	0	1	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P7	1	0	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P8	0	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P9	0	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P10	0	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		1	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		3	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		5	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		7	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		9	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		11	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		13	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		15	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		17	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm		19	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		2	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		4	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		6	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		8	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		10	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		12	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		14	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		16	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		18	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm		20	0	1	0
Pré-instrumentação	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P11	0	1	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P12	0	1	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P13	0	1	0	0
Pré-instrumentação	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P14	0	1	0	0

Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P67	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P68	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P69	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	Ponta	P70	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	121	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	123	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	125	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	127	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	129	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	131	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	133	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	135	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	137	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	2mm	139	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	122	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	124	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	126	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	128	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	130	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	132	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	134	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	136	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	138	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X1	Cima/Baixo	4mm	140	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P71	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P72	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P73	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P74	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P75	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P76	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P77	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P78	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P79	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	Ponta	P80	0	1	0	0
Primeiro Uso	1	PN X2	Cima/Baixo	2mm	141	0	1	0	0

