MARCIA VIRGINIA MORANTE PORTO PIRES

**Avaliação do desempenho e alteração de superfície das limas Wave One
e One Shape no decorrer do número de usos**

São Paulo

2014

MARCIA VIRGINIA MORANTE PORTO PIRES

**Avaliação do desempenho e alteração de superfície das limas Wave One
e One Shape no decorrer do número de usos**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obter o título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Manoel Eduardo de Lima Machado

São Paulo

2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Pires, Marcia Virginia Morante Porto.

Avaliação do desempenho e alteração de superfície das limas Wave One e One Shape no decorrer do número de usos/ Marcia Virginia Morante Porto Pires ; orientador Manoel Eduardo de Lima Machado. -- São Paulo, 2014.

95p. : fig., tab.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Endodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida

1. Instrumentos endodônticos. 2. Preparo de canal radicular. 3. Microscopia eletrônica de varredura. I. Machado, Manoel Eduardo de Lima. II. Título.

Pires MVMP. Avaliação do desempenho e alteração de superfície das limas Wave One e One Shape no decorrer do número de usos. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: / /2015

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

A meu marido, Julio, por todo incentivo e apoio durante mais esta jornada, por compreender minhas ausências e por sempre me esperar. Homem especial, obrigado por seu amor, sua paciência, e sua cumplicidade.

Aos meus filhos João e Maria, razão da minha vida, companheiros incansáveis de todas as horas, que superaram minha ausência sempre com bom humor, obrigado pela compreensão, apoio e ajuda nas diversas dificuldades do nosso cotidiano.

Aos meus pais Vilma e Porto, que proporcionaram o início de toda essa trajetória de estudo e dedicação, sempre me apoiando e incentivando a superar as dificuldades e alcançar meus objetivos.

Ao meu querido irmão Marcelo pelo carinho e companheirismo de sempre, compreendendo junto com sua esposa Jaqueline e meus sobrinhos João Marcos, Zé Mario e Marcelinho, minha prolongada ausência nos encontros de família. Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Ao professor Manoel Eduardo de Lima Machado, grande mestre que orientou meu aprendizado na endodontia, obrigado por me dar a oportunidade de conhecer a vida acadêmica, confiar no meu trabalho e por estar presente nos momentos fundamentais. Conviver com você é um eterno aprendizado. Obrigado!

Ao amigo Cleber, real incentivador e conselheiro de todas as horas, obrigado pela inestimável ajuda.

Aos professores do Departamento de Endodontia da FOU SP pela transmissão de seus conhecimentos e orientação precisa.

Aos funcionários da secretaria do Departamento de Endodontia Selma, Davi e Leandro pelo apoio, pela paciência e ajuda de sempre, no momento certo.

À Bibliotecária Glauci Elaine pela receptividade, simpatia e calma na transmissão das informações e pela rápida e inestimável ajuda na revisão deste trabalho.

Às secretárias da Pós-graduação, Cátia e Alessandra que com atenção e calma sempre me atenderam de forma gentil e esclarecedora.

Aos funcionários do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LME-LNLS), especialmente ao Fabiano Montoro e também ao Sidnei Araújo pela receptividade e pela disposição em orientar e ajudar. Obrigado!

A Formula & Ação Farmácia de Manipulação pelo incentivo no preparo e doação de materiais para a realização deste experimento.

À minha amiga e companheira de trabalho nos últimos 10 anos, Regina Shin pela paciência, serenidade, confiança e apoio de sempre.

Aos colegas de trabalho do curso de especialização em endodontia da APCD, Matheus Ferrari, André Fiuza, Rodrigo Milagre, Edgar Valdivia, Rubens Santos e Fernando Frascino por compreender meu momento, minhas ansiedades e pela grande ajuda na condução do nosso trabalho junto aos alunos.

À minha melhor amiga, Rosy Aragão, pelo apoio e por compreender minha prolongada ausência do nosso tão divertido convívio. Já volto amiga!

A todos os colegas da Pós-graduação, Aline, Amanda, Lais, Nágila Alexandre Pinheiro, Ellen, Alessandra, Valeria, Hector, Leonardo, Alexandre Zólio e Thais pelo companheirismo e pela oportunidade de convívio e amizade.

A todos que encontrei neste período e que contribuíram de alguma forma meu muito obrigado!

A CAPES pela bolsa de estudos concedida.

*“Viver, como talvez morrer, é recriar-se:
a vida não está aí apenas pra ser suportada nem vivida, mas elaborada.”*

Lya Luft

RESUMO

Pires MVMP. Avaliação do desempenho e alteração de superfície das limas Wave One e One Shape no decorrer do número de usos [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2014. Versão Corrigida.

Os sistemas de lima única constituem a mais recente tecnologia no que se refere ao preparo dos canais radiculares, e vem sendo objeto de estudo sob diversos aspectos. Uma das preocupações referentes aos sistemas automatizados é a manutenção da qualidade e segurança nos preparos quando da reutilização do instrumento. Este estudo teve como objetivo avaliar as alterações de superfície de dois sistemas de lima única – Wave One e One Shape – e seu desempenho através do tempo de preparo no decorrer dos usos. Duzentos condutos de molares inferiores humanos extraídos foram instrumentados com 10 limas Wave One e 10 limas One Shape, acompanhados de irrigação com 10 ml de Hipoclorito de Sódio 2.5%. Cada instrumento foi utilizado por 10 vezes. Os tempos para o preparo completo do canal foram registrados por um cronômetro digital e anotados em tabelas. Para avaliação em microscopia eletrônica de varredura as limas novas foram observadas assim que removidas da embalagem. Após as utilizações, os instrumentos foram limpos, esterilizados em autoclave e observados após 2, 6, 8 e 10 usos. Três avaliadores calibrados observaram as fotomicrografias e registraram de acordo com os scores propostos a presença ou ausência de alterações superficiais. O teste Kappa de concordância entre os avaliadores apresentou maioria de resultados ótimo a moderado ($\alpha=5\%$). Os dados referentes à avaliação das imagens foram submetidos ao teste Wilcoxon-Mann-Whitney com nível de significância de 5% ($\alpha=5\%$). As alterações mais observadas foram aplainamento e microcavidade. O crack foi observado nos dois instrumentos sendo significativo a partir do sexto uso para Wave One e do décimo para One Shape. Os dados relativos aos tempos de preparo foram submetidos à análise estatística pelos testes Wilcoxon-Mann-Whitney, ANOVA e Mc-Nemar com nível de significância de 5% ($\alpha=5\%$). Os tempos de preparo registrados para One Shape foram inferiores aos tempos para Wave One. O uso influenciou os tempos de preparo sendo observado um aumento significativo para os dois instrumentos. Um instrumento One Shape fraturou mas a ocorrência não foi estatisticamente significativa.

Palavras-chave: Microscopia eletrônica de varredura. Instrumento endodôntico. Movimento reciprocante.

ABSTRACT

Pires MVMP. Performance and change surface of files Wave One and One Shape during the number of uses [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2014. Versão Corrigida

Single-file systems are the most recent technology in regard to the preparation of root canals and have been studied in several ways. One of the concerns related to automated systems is maintaining quality and safety in preparation when the instrument is reused. This study's aim was to evaluate the changes on the surface of two single-file systems - Wave One and One Shape - and their performance through preparation time over the uses. Two hundred root canals of extracted human molars were instrumented with 10 Wave One files and 10 One Shape files, followed by irrigation with 10 ml of sodium hypochlorite 2.5%. Each instrument was used 10 times. The time required to complete each root canal was measured by a digital stopwatch and recorded in tables. New unused files were analysed using a scanning electron microscope. After used, the instruments were cleaned and sterilized, then observed after 2, 6, 8 and 10 uses. Three calibrated evaluators observed these SEM images and listed according to the suggested scores the presence or absence of changes on the surface. The Kappa test showed mostly results from moderate to great ($\alpha = 5\%$). The data relating to evaluation of images was submitted to the Wilcoxon-Mann-Whitney test with a significance level of 5% ($\alpha = 5\%$). The most frequent changes were blunt edges and microcavities. Cracking was observed in both instruments being significant in Wave One after the sixth use and in One Shape after the tenth use. Data on preparation times were statistically analysed by the Wilcoxon-Mann-Whitney, ANOVA and Mc-Nemar tests with a significance level of 5% ($\alpha = 5\%$). Regarding the working time taken to shape the canals, One Shape was significantly faster than Wave One. The preparation time was affected by the number of file use increasing significantly on both instruments. A One Shape instrument fractured but the finding was not statistically significant.

Keywords: Scanning electron microscopy. Endodontic instrument. Reciprocating motion.

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Mensuração de ângulo e raio das raízes mesiais	48
Figura 4.2 - Microscópio eletrônico de varredura	52
Figura 4.3 - Limas Wave One montadas para avaliação em MEV	53
Figura 4.4 - Limas One Shape montadas para avaliação em MEV.....	53
Figura 5.1 - Instrumento Wave One novo	63
Figura 5.2 - Instrumento One Shape novo	64
Figura 5.3 - Depressão e aplainamento das bordas do Instrumento Wave One.....	64
Figura 5.4 - Mancha e material aderido no Instrumento One Shape.....	65
Figura 5.5 - Crack no Instrumento Wave One.....	65
Figura 5.6 - Crack no Instrumento One Shape.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Scores para os critérios depressão, crack e microcavidade	54
Tabela 4.2 - Scores para os critérios aplainamento e mancha/material aderido	55
Tabela 5.1 - Teste Kappa critério depressão	57
Tabela 5.2 - Teste Kappa critério aplainamento	57
Tabela 5.3 - Teste Kappa critério crack.....	58
Tabela 5.4 - Teste Kappa critério mancha e material aderido	58
Tabela 5.5 - Teste Kappa critério microcavidade	59
Tabela 5.6 - Comparação Wave One e One Shape – critério crack.....	60
Tabela 5.7 - Incidência de defeitos conforme o uso para Wave One	61
Tabela 5.8 - Incidência de defeitos conforme o uso para One Shape.....	61
Tabela 5.9 - Incidência dos defeitos para Wave One e para One Shape.....	62
Tabela 5.10 - Tempos médios para os instrumentos Wave One e One Shape no canal MV.....	68

Tabela 5.11 - Tempos médios para os instrumentos Wave One e One Shape no canal ML.....	68
Tabela 5.12 - Comparação dos tempos do instrumento Wave One e One Shape no canal MV.	69
Tabela 5.13 - Comparação dos tempos do instrumento Wave One e One Shape no canal ML	70
Tabela 5.14 -Tempo de preparo X número de uso no canal MV.....	71
Tabela 5.15 - Tempo de preparo X número de uso no canal ML	72
Tabela 5.16 - Análise de fratura das limas Wave One	73
Tabela 5.17 - Análise de fratura das limas One Shape.....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	por cento
°	graus
CRT	comprimento real de trabalho
DSC	differential scanning calorimeter
D0	diâmetro zero milímetro
D3	diâmetro 3 milímetros
EDTA	ácido etilenodiaminotetracético
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
kV	quilovolt
K	Kerr
MEV	microscópio eletrônico de varredura
ML	mesio lingual
ml	mililitros
mm	milímetros
MV	mesio vestibular
N	Newton
NaClO	Hipoclorito de Sódio
NiTi	Níquel-Titânio
OS	One Shape
R 25	Reciproc 25
rpm	rotações por minuto
s	segundos
VL	Vestíbulo lingual
WO	Wave One
WD	work distance
X	vezes

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Instrumentos de Níquel-Titânio.....	17
2.2 Tratamento térmico e tratamento de superfície da liga de Níquel-Titânio ...	21
2.2.1 Tratamento térmico	21
2.2.2 Tratamento de superfície: eletropolimento	22
2.3 O sistema Wave One	30
2.4 O sistema One Shape.....	31
2.5 Movimento rotatório e movimento recíprocante	33
2.6 Avaliação da superfície dos instrumentos endodônticos: Microscopia eletrônica de varredura	35
2.7 Avaliação do tempo de trabalho	44
3 PROPOSIÇÃO	47
4 MATERIAL E MÉTODOS	48
4.1 Seleção dos dentes	48
4.2 Características dos grupos estudados	49
4.3 Preparo dos dentes e distribuição nos grupos experimentais	50
4.4 Preparo dos canais	50
4.5 Preparo dos instrumentos para análise em MEV	51
4.6 Análise das fotomicrografias	54
5 RESULTADOS.....	56
5.1 Microscopia eletrônica de varredura	56
5.1.1 Teste Kappa	56
5.1.2 Comparação do critério crack para Wave One e One Shape.....	59
5.1.3 Incidência de defeitos.....	60
5.1.4 Características da superfície dos instrumentos Wave One e One Shape	62

5.2 Análise dos tempos de instrumentação	66
5.2.1 Análise dos tempos médios	67
5.2.2 Comparação dos tempos entre os instrumentos	69
5.2.3 Avaliação dos tempos de preparo X número de uso	70
5.2.4 Avaliação da quantidade de instrumentos fraturados	72
6 DISCUSSÃO	74
7 CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICES	87
ANEXO	94

1 INTRODUÇÃO

Uma das preocupações encontradas na Endodontia refere-se ao número de usos dos instrumentos endodônticos. A justificativa desta problemática está vinculada a uma proposta de trabalho seguro, pois, tais instrumentos, devido à sua ação de corte e o estresse produzido pelo sistema de forças do canal radicular, dado às grandes variáveis de curvaturas anatomicamente existentes, podem ser levados à fratura.

Tal circunstância hoje em dia apresenta características peculiares quando do fabrico e indicações dos instrumentos únicos, que em um plano determina um dos grandes avanços da endodontia nos últimos anos, dado à sua praticidade, simplicidade e resultados clínicos encontrados. Todavia, neste contexto, o fabricante recomenda apenas um único uso, suas argumentações estão correlacionadas à limitação ou impossibilidade em se obter a esterilização, e outras vinculadas à resistência propriamente dita destes instrumentos quando da sua utilização clínica. Claro está que fatores vinculados ao custo, às diferentes realidades sociais, bem como à qualidade da sua ação e resistência estrutural devem ser melhor avaliados.

O presente ensaio visa observar alguns pontos desta cadeia vinculados à resistência, e desta forma, a possibilidade ou não do uso múltiplo deste instrumento.

Assim sendo frente às características físicas escolheram-se dois métodos. O primeiro observando o rendimento do corte e o segundo a deformidade do instrumento. Dentre os métodos de estudo utilizados a este fim, podemos observar basicamente: a Microscopia Eletrônica de Varredura e o tempo de preparo. Enquanto que o primeiro método permite visualizar a presença de sujidades, deformações plásticas, cracks, microcavidades, bordas irregulares o segundo é um indicador de ação que pode demonstrar a perda de corte e consequente desgaste deste instrumento. Isto posto, o ensaio irá verificar dentre seus resultados, a proposta acima inserida procurando colaborar com o estudo desta temática.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Uma das preocupações encontradas na endodontia refere-se à resistência dos instrumentos relacionada aos esforços a que são submetidos no preparo do canal radicular e ou à viabilidade de seu maior número de usos de forma segura.

Os instrumentos rotatórios de Níquel-titânio (NiTi) são atualmente um complemento importante na terapia endodôntica e são muito utilizados tanto por especialistas como por clínicos gerais pois oferecem muitas vantagens sobre os instrumentos de aço inoxidável como a excelente flexibilidade e a superelasticidade, no entanto o risco de fratura representa uma preocupação na utilização dos mesmos.

A ação destes instrumentos é influenciada de um lado pela condição de utilização como anatomia do canal radicular e presença de substância química e de outro por suas próprias características como composição da liga metálica, processo de fabricação, desenho, diâmetro, conicidade e tipo de movimento utilizado. Assim sendo procura-se compreender melhor a influência destes fatores para aprimorar o uso destes instrumentos.

2.1 Instrumentos de Níquel-Titânio

O preparo de canais radiculares durante muitos anos foi realizado por instrumentos de aço inoxidável que podiam ser pré-curvados e quando comparados aos instrumentos aço carbono apresentavam maior flexibilidade e resistência à corrosão. Mas a flexibilidade diminuía a medida que o calibre do instrumento aumentava resultando em acidentes como perfurações desvios e transporte apical. Com o surgimento de ligas mais flexíveis o uso destes instrumentos diminuiu sendo atualmente mais utilizados na exploração dos canais radiculares ou na complementação de preparos realizados com outros instrumentos.

O efeito de memória de forma em ligas metálicas, que é a habilidade de voltar à forma original após sofrer deformação, foi observado em 1938 por Arne Olander. Na década de 60 seguiram-se pesquisas nessa área e em 1962 Buehler e colegas do Laboratório Naval de Ordnance, nos Estados Unidos, descobriram o efeito de memória de forma de uma liga Níquel Titânio.

Desde então surgiram aplicações da liga de Níquel-Titânio em diversas áreas como engenharia, aeronáutica, medicina, com utilização em próteses e stents, e, na odontologia, inicialmente utilizada no campo da ortodontia. Em 1988 Walia et al., produziram instrumentos endodônticos a partir de fios ortodônticos que apresentaram flexibilidade até 3 vezes maior que os instrumentos de aço e boa resistência à torção. Estas propriedades trouxeram uma transformação no preparo dos canais (Walia et al. 1988) e viabilizaram o uso destes instrumentos acoplados a motores em movimento rotatório.

As investigações sobre as características dos instrumentos foram se apresentando. Pruett (1997) realizaram um estudo sobre resistência a fadiga cíclica dos instrumentos Lightspeed e propuseram um novo método para determinar o ângulo e raio de curvatura dos canais radiculares. Realizaram o teste em canais simulados de aço variando o ângulo e raio de curvatura e observaram que a resistência diminuía à medida que o raio diminuía, ressaltando a importância dessa variável.

Yared et al. (1999) avaliaram a fadiga cíclica de instrumentos Profile após uso clínico simulado. Para tanto 15 conjuntos de instrumentos foram submetidos ao preparo de 5 canais mesiais de molares inferiores, (Grupo 1) utilizando Hipoclorito de Sódio 2,5% como solução irrigadora e esterilizados por calor seco (160° por 2 horas) antes de cada utilização, e, outros 15 conjuntos foram utilizados da mesma forma em 10 canais (Grupo 2). Em seguida todos os instrumentos foram levados a dispositivo apropriado para teste de fadiga cíclica. De acordo com os resultados nenhum instrumento fraturou e os autores concluíram que o controle da pressão apical e do tempo de uso do instrumento dentro do canal favoreceram esse resultado. A esterilização por calor seco e o uso do hipoclorito de Sódio não aumentaram o risco de fratura.

Thompson (2000) fez uma avaliação da liga de Níquel-titânio abordando as características metalúrgicas, as propriedades de superelasticidade e efeito memória de forma, o processo de fabricação dos instrumentos endodônticos, entre outros e afirmou que seu uso trouxe vantagens ao preparar os canais de forma rápida e com qualidade e que ainda seriam necessários estudos para avaliar seu desgaste durante o uso e os efeitos da corrosão e da esterilização sobre os mesmos

Em estudo posterior, Yared et al. (2000) realizaram estudo sobre a influência da utilização clínica na resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Profile. Utilizaram 13 conjuntos para preparar 52 molares superiores e inferiores de pacientes, irrigando com Hipoclorito de Sódio (NaClO) 2,5% e esterilizando em autoclave entre cada utilização, sendo cada conjunto utilizado em 4 molares. Depois submeteram estes instrumentos a teste de fadiga cíclica, em tubo metálico. Outros 10 conjuntos novos foram levados ao mesmo teste. A análise dos resultados demonstrou que não houve diferença significativa na resistência a fadiga cíclica entre o grupo utilizado clinicamente e o novo, que o uso repetido dos instrumentos Profile sob condições clínicas, com Hipoclorito de Sódio, e a esterilização não reduziram o número de ciclos até a fratura. Ainda os autores afirmaram que o instrumento poderia ser utilizado com segurança em até 4 molares, mas que esses resultados não poderiam ser generalizados, pois não foram incluídos no estudo dentes com anatomia complexa.

A publicação de Gambarini (2001) avaliou o efeito do uso clínico na resistência à fadiga cíclica de 30 conjuntos de instrumentos Profile (25.06, 20.06, 25.04, 20.04 e 15.04) dividindo-os em dois grupos: Grupo A – 10 conjuntos novos e Grupo B – 20 conjuntos utilizados no tratamento de 10 dentes em pacientes, associado à irrigação com Hipoclorito de Sódio 5%. Em seguida todos os instrumentos foram submetidos a testes de fadiga cíclica em dispositivo apropriado. O autor concluiu que houve uma redução significativa da resistência à fadiga cíclica no Grupo B, que foi possível preparar 10 canais sem fratura do instrumento, no entanto informou que durante o experimento 13 instrumentos apresentaram deformação plástica e foram descartados. Considerou como fator decisivo o trabalho ter sido realizado por um especialista e o uso de pressão apical adequada

Yared et al. (2003) estudaram a influência da habilidade do operador e do controle de torque na ocorrência de fraturas durante o uso dos sistemas rotatório ProTaper. Foram determinados 2 grupos (G1 e G2) para avaliar motores diferentes, alto e baixo torque e 3 grupos (G3, G4 e G5) para avaliar operadores com experiências diferentes no uso do rotatório, um especialista experiente, um treinado previamente em 10 blocos de resina e 2 molares extraídos e um sem qualquer tipo de preparo no uso do instrumento. No grupo 1 e 2 não foi observada deformação ou fratura do instrumento, assim como no grupo 3. No grupo 4 e 5 ocorreram fraturas. A conclusão dos autores foi que o treinamento do operador influencia a ocorrência de fratura, sendo que com menor preparo mais fraturas podem ocorrer. Com relação ao controle de torque os resultados mostraram que um operador experiente pode evitar a fratura.

As propriedades de efeito memória de forma e elasticidade da liga de NiTi e sua indicação para uso na confecção de instrumentos endodônticos foram demonstradas em estudos como o de Peters (2004) que relacionou a influência de fatores como anatomia do canal, desenho do instrumento e habilidade do operador na modelagem do canal.

Bahia e Buono (2005) avaliaram a resistência à fadiga cíclica de instrumentos Profile novos e usados. Dez conjuntos de instrumentos novos e quinze conjuntos utilizados clinicamente em 10 molares (canais vestibulares de molares superiores e mesiais de inferiores) foram submetidos a testes de fadiga em tubo de aço, registrando-se o número de ciclos e o tempo decorrido até a fratura e o ponto de fratura. Os instrumentos novos e usados tiveram 5mm a partir da ponta e a superfície de fratura avaliados sob MEV. De acordo com os resultados os autores concluíram que o uso clínico reduziu a resistência à fadiga cíclica.

O estudo de Shen et al. (2006) comparou a incidência e o tipo de fratura dos instrumentos ProFile e ProTaper recolhidos após uso clínico em um número de dentes pré definido (4 molares ou 20 pré-molares ou 50 anteriores unirradiculares) ou quando o instrumento apresentava alguma deformação ou fratura. Quatro operadores treinados realizaram os preparos conforme a recomendação do fabricante. Os instrumentos foram analisados em microscopia eletrônica de varredura. As fraturas ocorreram em 7% para o ProFile e 14% para ProTaper enquanto que a deformação plástica ocorreu em 5% no ProFile e 0,3% em ProTaper. Os autores observaram que

a maioria das fraturas ocorreu com o uso em molares e que a diferença no percentual de fraturas teria relação com o desenho do instrumento. Em conclusão os instrumentos ProTaper apresentaram mais fraturas e os ProFile maior número de deformações plásticas.

Wolcott et al. (2006) realizaram um acompanhamento da ocorrência de fraturas nos instrumentos ProTaper utilizados por um experiente grupo de prática endodôntica durante 17 meses relacionando o tipo e o número de utilizações do instrumento e o dente onde ocorreu a fratura e de acordo com os resultados de baixa ocorrência de fraturas (2,4% dos casos) os autores concluíram que o uso até quatro vezes não aumenta o risco de fratura.

2.2 Tratamento térmico e tratamento de superfície da liga de Níquel-Titânio

2.2.1 Tratamento térmico

As propriedades mais interessantes que a liga de Níquel-Titânio confere ao instrumento endodôntico são a superelasticidade e o efeito memória de forma estão diretamente ligadas à sua composição química (56% em peso de Níquel e 44% em peso de Titânio) e podem variar se ocorrer um tratamento térmico durante sua obtenção ou alteração dessa composição (Thompson et al., 2000).

O efeito memória de forma refere-se à capacidade de recuperar completamente a forma original após o aquecimento a uma determinada temperatura que depende da composição química da liga e de tratamentos termomecânicos. A superelasticidade é a capacidade da liga retornar instantânea e naturalmente à forma original após a remoção da carga ou tensão que a deformou.

Os tratamentos térmicos das ligas de Níquel-Titânio podem ser descritos como um aquecimento a uma determinada temperatura e resfriamento em condições controladas e são realizados para conferir melhores propriedades mecânicas. O processo de obtenção/fusão do NiTi é difícil e trabalhoso pois o Titânio é altamente

reativo e seus átomos podem se ligar a átomos de Oxigênio ou de Carbono deslocando-se da estrutura de NiTi pretendida. Sua elasticidade compromete o trabalho de usinagem a frio pois requer maior contato e por consequência maior desgaste das ferramentas que o produzem, a alternativa é o corte à laser ou eletro-erosão. Para a produção com calor existem complicações no controle exato da temperatura para que não ocorram alterações de sua estrutura e composição com precipitação de íons e alteração das fases de transformação (Kauffman; Mayo, 1996).

A liga de NiTi passa por sucessivos processos metalúrgicos durante sua produção industrial, como forjamento, laminação, recozimento, trefilação e outros até serem destinados para a produção do instrumento endodôntico (Thompson, 2000; Kauffman; Mayo, 1996).

A tecnologia M-Wire foi apresentada pela empresa Tulsa Dental em 2007 e foi descrita como um tratamento térmico da liga de Níquel-Titânio que pode conferir melhor resistência à fadiga aos instrumentos endodônticos.

Informações mais detalhadas sobre os processos de fabricação são limitadas e não são divulgadas pelos fabricantes.

2.2.2 Tratamento de superfície: eletropolimento

O uso de instrumentos endodônticos fabricados em Níquel Titânio consolidou-se por produzir preparos mais rápidos, com qualidade e menor ocorrência de acidentes, como desvios e transporte apical, devido à excelente flexibilidade da liga. Mas estes instrumentos sofrem influência de fatores como complexa anatomia do canal, curvaturas severas, presença de substância química durante o preparo e mesmo com tantas propriedades a favor a liga pode apresentar falhas estruturais e risco de fratura, que podem modificar ou comprometer seu desempenho.

Buscando melhorar as propriedades mecânicas destes instrumentos estudos sobre a alteração no processo de fabricação da liga e o tratamento de superfície foram desenvolvidos. O eletropolimento foi utilizado para melhorar o acabamento superficial

das limas e as mudanças no tratamento térmico durante o fabrico produziu ligas com novas características e propriedades.

O eletropolimento ou polimento eletrolítico é um processo de acabamento muito utilizado na indústria em geral pois é um substituto do polimento mecânico e produz superfícies mais lisas, niveladas e brilhantes melhorando sobretudo as características físicas da maioria dos metais sem alterar sua estrutura original. Reduz a incrustação e aderência de resíduos e elimina ou minimiza imperfeições como manchas e marcas/riscos de fabricação aliviando as tensões de superfície e aumenta substancialmente a resistência à corrosão.

Os metais eletropolidos são amplamente utilizados nos equipamentos, máquinas e tubulações das indústrias petroquímica, nuclear, farmacêutica e alimentícia além dos equipamentos hospitalares, médicos, cirúrgicos e odontológicos por permitirem fácil limpeza e ótimos níveis de descontaminação. Trata-se de um processo no qual se induz a passagem de uma corrente elétrica por um tanque com solução eletrolítica (iônica) onde o metal a ser tratado é mergulhado, neste contato ocorrem reações físico-químicas que removem as impurezas do metal produzindo uma película polida e uniforme. O eletropolimento não altera as propriedades mecânicas do metal sobre o qual é aplicado. Defeitos estruturais graves como depressões, inclusões ou marcas mais expressivas do processo de fabricação não são eliminadas. O resultado do eletropolimento pode ser alterado se durante a formação dessa película estiverem presentes agentes agressivos como poeira, umidade, gases como Monóxido e Dióxido de carbono entre outros. A falha mais frequente é a formação de pites (corrosão por pites) que são microcavidades de bordas arredondadas, puntiformes, geralmente mais profundas do que largas, que funcionam como acumuladores de tensão e podem dar origem ao rompimento do metal. Assim considerando as vantagens que o eletropolimento promove este tratamento passou a ser realizado nos instrumentos de Níquel-Titânio (Electropolishing, 2003).

Assim considerando as vantagens que o eletropolimento e o tratamento térmico trouxeram aos instrumentos endodônticos de Níquel-Titânio novos estudos foram necessários para conhecer melhor seu comportamento.

Parashos e Messer (2006) realizaram uma revisão sobre a prevalência e as causas de fratura dos instrumentos endodônticos, os procedimentos que podem ser adotados frente à esta situação e o prognóstico do tratamento. Apontaram como fatores que podem predispor à fratura o desenho do instrumento, o processo de fabricação, a velocidade e o torque, a pressão apical aplicada, a anatomia dos canais e os ciclos de esterilização. Quanto ao prognóstico os autores declaram que ele não é afetado pela presença do fragmento, que são necessários mais estudos sobre este ponto e propõem uma sequência de passos para tomada de decisão quanto à remoção do mesmo considerando os riscos e benefícios.

Anderson et al. (2007) investigaram o efeito de eletropolimento sobre a resistência à torção e à fadiga cíclica de instrumentos polidos e não polidos. Foram selecionados instrumentos EndoWave, Profile e Race para teste em dispositivos apropriados. Os instrumentos polidos tiveram um desempenho significativamente melhor que os não polidos em testes de fadiga cíclica e de resistência à torção. Os instrumentos observados em microscópio eletrônico de varredura mostraram ranhuras da usinagem, cracks e microcavidades de forma mais evidente nos instrumentos não polidos do que nos polidos. Os autores sugeriram que a redução das irregularidades de superfície promovida pelo eletropolimento diminuem os pontos de concentração de tensões e de nucleação de fissuras. O eletropolimento apresentou resultados favoráveis no prolongamento da vida em fadiga dos instrumentos.

Gambarini et al. (2008) comparou a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos TwistedFile, GT e K3. Os instrumentos foram submetidos aos testes e de acordo com os resultados os instrumentos TwistedFile se mostraram significativamente mais resistentes à fadiga que os demais.

Vieira et al. (2008) avaliaram a influência do uso clínico sobre a ocorrência de deformação, fratura e resistência à fadiga cíclica dos instrumentos ProTaper. Um especialista utilizou dez conjuntos de instrumentos, em cinco molares cada, e outros 10 em oito molares cada. Alunos de graduação utilizaram 10 jogos em cinco molares cada. Estes instrumentos e mais 12 conjuntos de instrumentos novos, foram avaliados por MEV. Em seguida foram submetidos ao teste de fadiga. O especialista utilizou o instrumento em 8 molares sem fratura e os alunos fraturaram 6 instrumentos. A resistência à fadiga diminuiu após o uso clínico para todos os instrumentos analisados,

não houve diferença significativa entre os instrumentos usados em 5 e 8 molares e a experiência do operador afetou a ocorrência de fratura e deformação plástica. Nas imagens das superfícies de fratura obtidas em MEV foram identificadas áreas lisas nas bordas da superfície fraturada, estrias de fadiga e fissuras secundárias.

Bui et al. (2008) investigaram o efeito de eletropolimento sobre a resistência à torção e à fadiga cíclica e a eficiência de corte dos instrumentos Profile (25.04). Foi realizado um ensaio em dispositivo apropriado com graus de curvatura de 30°, 45° e 60° e raio de 5 mm até ocorrer a fratura com registro do torque e ângulo. A eficiência de corte foi determinada através do registro da velocidade de avanço do instrumento. Os autores concluíram que o eletropolimento reduziu significativamente a resistência à fadiga cíclica, mas não afetou a resistência à torção e a eficiência de corte.

Estavam portanto disponíveis no mercado vários sistemas de instrumentos de Níquel-Titânio. Os preparos eram mecanizados, promovidos por motores, e os sistemas eram compostos de múltiplos instrumentos com desenhos variados. O torque e a velocidade recomendada para uso também variavam conforme a marca comercial e o tipo de instrumento.

Com objetivo de descrever uma nova técnica de instrumentação Yared (2008) propôs a utilização de um único instrumento para o preparo do canal radicular. Utilizando um instrumento F2 do sistema ProTaper em movimento de rotação alternada, ora no sentido horário, ora no anti-horário, a técnica trouxe uma nova perspectiva ao preparo dos canais. Neste movimento havia redução da indução de cargas sobre o instrumento e possivelmente menor risco de fratura além da possibilidade de um custo menor.

De Deus et al. (2010) realizaram um teste de resistência à fadiga cíclica com instrumentos F2 do sistema ProTaper variando a velocidade e cinemática. Dois grupos foram acionados em movimento de rotação contínua, com velocidades diferentes, e um grupo, em rotação alternada, todos até a fratura. Concluíram que a cinemática de movimento influenciou a resistência à fadiga cíclica sendo esta maior em movimento reciprocante ou rotação alternada do que em rotação contínua para o mesmo instrumento.

You et al. (2010) avaliaram o tempo de vida e o tempo para preparo de canais curvos utilizando o sistema ProTaper em rotação contínua e o instrumento F2 em movimento reciprocante. Os preparos com movimento reciprocante foram mais rápidos e o número médio de usos até a deformação ou fratura foi maior com o movimento reciprocante quando comparado ao uso em rotação contínua. Nos instrumentos fraturados a observação das superfícies de fratura mostraram linhas de fissura e covas.

Lopes et al. (2010) avaliaram a influência do eletropolimento sobre a resistência à flexão e à fadiga cíclica nos instrumentos BioRace. Instrumentos com e sem o tratamento de superfície foram levados ao teste de fadiga cíclica em canal artificial de aço. As superfícies foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura. Os instrumentos polidos apresentaram resistência à fadiga cíclica significativamente maior quando comparados aos não polidos. A análise em MEV mostrou características dúcteis nas fraturas para os dois grupos. Nos instrumentos não polidos foram observadas microfissuras próximas à área de fratura e ao longo dos sulcos de usinagem. Nos instrumentos polidos observaram rachaduras finas com desenho irregular (em ziguezague). Os autores concluíram que o eletropolimento aumentou significativamente a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos BioRace.

Kim et al. (2010) propuseram a comparação da resistência à fadiga cíclica dos instrumentos TwistedFile (TF), Race e ProTaper F1 e a observação em MEV das alterações de superfície antes e depois do teste. O instrumento TF mostrou o melhor resultado para resistência a fadiga cíclica, seguido da Race e ProTaper. A análise em MEV após o teste mostrou que apesar do eletropolimento a superfície do TF apresentava ranhuras, aparência contrária à do instrumento Race também eletropolido. Nos instrumentos ProTaper as marcas de usinagem também foram identificadas. Os autores concluíram que os instrumentos com mais sinais de usinagem pareciam ser menos resistentes à fadiga.

Quanto às propriedades da liga de Níquel-Titânio, Ye e Gao (2012) realizaram um estudo avaliando a estrutura de fios fabricados com M-wire e NiTi convencional e a fadiga cíclica dos fios submetendo-os a teste de rotação em temperatura ambiente e velocidade de 300 rpm. Concluíram que instrumentos feitos com M-wire deverão ter

mais resistência ao desgaste que instrumentos similares feitos com NiTi convencional e atribuíram essa melhora à microestrutura da liga.

Machado et al. (2012) compararam o tempo de trabalho necessário para a instrumentação recíproca dos sistemas: Wave One e Reciproc. Canais simulados curvos foram instrumentados pelos sistemas Wave One ou Reciproc, e o tempo de trabalho com e sem a adição do tempo utilizado para irrigação e exploração do conduto foi cronometrado. Após resultados, concluiu-se que ambos os sistemas apresentaram ser bem rápidos no preparo do canal radicular, mas o sistema Reciproc foi mais rápido que o Wave One.

Gavini et al. (2012) em estudo com ensaios mecânicos de fadiga cíclica mostraram que o instrumento R 25 quando submetido ao movimento recíprocante apresenta resistência à fadiga cíclica maior do que quando é submetido ao movimento rotatório.

Kim et al. (2012) estudaram a resistência à fadiga cíclica e torsional dos instrumentos Reciproc e Wave One, o instrumento ProTaper F2 foi utilizado em rotação contínua e serviu como controle. O instrumento Reciproc apresentou maior resistência à fadiga cíclica que Wave One que, no entanto, apresentou melhor resistência à torção. Reciproc e Wave One foram superiores ao ProTaper na resistência a fadiga cíclica. Os autores concluíram que os instrumentos Reciproc e Wave One produzidos com a liga M-Wire e utilizados em movimento recíproco apresentam propriedades mecânicas superiores ao NiTi convencional.

Gutman e Gao (2012) realizaram uma revisão de literatura a respeito do impacto que as modificações da microestrutura de liga e os tratamentos térmicos pós-usinagem produziram nos instrumentos rotatórios. Relataram que pesquisas devem prosseguir no sentido de melhorar o desempenho e segurança clínica, fatores que influenciam significativamente os resultados da modelagem e limpeza do canal radicular. Afirmaram que processos de tratamento de superfícies como implantação ou eletropolimento e mudanças na microestrutura, obtidas com o tratamento térmico ou novas técnicas de produção, apresentaram resultados mais favoráveis quanto à flexibilidade, resistência à fadiga cíclica e eficiência de corte quando comparados aos instrumentos de NiTi convencional.

Plotino et al. (2012) comparando à resistência a fadiga cíclica dos instrumentos Wave One e Reciproc submetidos a testes em canal simulado de aço inoxidável concluíram que o Reciproc apresentou maior resistência quando comparado ao Wave One e sugerem que essas diferenças poderiam estar relacionadas à secção transversal ou às diferenças nos ângulos do movimento determinado para cada instrumento.

Bürklein et al. (2012) compararam a habilidade de limpeza e modelagem entre os instrumentos dos sistemas reciprocantes Reciproc e Wave One e os do sistema rotatório Mtwo e ProTaper no preparo dos canais. Foram selecionados 80 canais radiculares divididos em quatro grupos e o tempo de preparo foi registrado. A qualidade do preparo foi verificada por software específico aplicado às imagens obtidas antes e depois e demonstrou que todos os instrumentos mantiveram a curvatura do canal. A análise da limpeza avaliada pela presença de debris revelou que Mtwo e Reciproc foram mais eficientes e quanto ao tempo de preparo o Reciproc realizou o preparo mais rapidamente que os outros sistemas.

Stern et al. (2012) compararam por microtomografia computadorizada a modelagem produzida pelos instrumentos ProTaper utilizado na sequência até F2 no grupo 1, apenas o F2 em movimento reciprocante no grupo 2 e TwistedFile no grupo 3. Os resultados não demonstraram diferenças significativas entre os grupos com relação ao aumento de volume do canal, centralização do preparo e transporte apical e os autores concluíram que os preparos em movimento reciproco não apresentaram erros e podem ser comparados aos produzidos por outros instrumentos em movimento rotatório.

Park et al. (2013) realizaram um estudo sobre o desempenho dos instrumentos Wave One e Reciproc utilizados para preparar 10 canais. Foram selecionados 100 molares superiores e inferiores extraídos e o tempo para completo preparo do canal foi registrado. Os instrumentos foram observados em MEV após instrumentação de 1, 5 e 10 canais. Os resultados mostraram que Wave One foi mais rápido que Reciproc no preparo dos canais, mas para os dois instrumentos ocorreu aumento no tempo de preparo à medida que o número de usos aumentou. Imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura demonstraram que microfissuras são observadas no quinto

uso e sua incidência aumenta com maior número de usos. Sendo assim os autores afirmaram que os instrumentos podem ser reutilizados até 5 vezes.

Lopes et al. (2013) em seu estudo com instrumentos Reciproc e Mtwo avaliaram a influência da flexibilidade e do tipo de movimento na resistência à fadiga cíclica. Inicialmente os instrumentos passaram pelo teste de resistência à flexão e em seguida pelo teste de resistência à fadiga cíclica estático e dinâmico. Os resultados mostraram maior resistência à flexão para Reciproc. Nos ensaios de fadiga cíclica os resultados foram melhores para Reciproc em teste dinâmico, seguido do teste estático. Dessa forma os autores concluíram que o movimento reciprocante pode prolongar a vida dos instrumentos. Sendo assim, afirmaram que o Reciproc tem maior resistência à fadiga cíclica e maior flexibilidade o que lhe confere uma vida média mais longa que o Mtwo.

Rubini et al. (2013) avaliaram a resistência à fadiga cíclica do instrumento Hyflex utilizado em rotação contínua e em movimento reciprocante. Dois grupos com 12 instrumentos cada foram levados ao dispositivo de testes em tubo de aço inox e ensaiados até a fratura, os tempos foram anotados e submetidos a teste estatístico. Os resultados demonstraram melhor resultado do instrumento em movimento reciprocante quando comparado ao resultado para movimento rotatório. Os autores concluíram que existe influência do tipo de movimento na resistência à fadiga cíclica, sendo que no movimento reciprocante ela foi maior.

Com o objetivo de avaliar a redução bacteriana Machado et al. (2013) realizaram um experimento com os instrumentos Wave One e Reciproc como representantes dos sistemas de lima única em movimento reciprocante e com o ProTaper e Mtwo, com múltiplas limas, em movimento rotatório. Sessenta raízes disto vestibulares de molares superiores foram contaminadas, incubadas e distribuídas entre os grupos para instrumentação. Uma coleta imediata foi realizada e uma segunda coleta 7 dias após a instrumentação. De posse dos resultados os autores concluíram que todos os sistemas foram eficazes na redução bacteriana e que não houve diferença entre os grupos.

Saber et al. (2014) propuseram o uso de 5 instrumentos Wave One, 5 Reciproc e 5 One Shape para preparar 4 canais mesio vestibulares e mesio linguais de molares inferiores extraídos com o objetivo de avaliar a capacidade de modelagem e o tempo

de preparo dos mesmos. Nenhum instrumento fraturou, mas todos os instrumentos One Shape sofreram deformação plástica depois de preparar os quatro canais. One Shape produziu transporte do canal cerca de duas vezes maior que Reciproc e Wave One que melhor respeitaram a curvatura original. One Shape preparou os canais mais rapidamente em comparação com Reciproc e Wave One.

2.3 O sistema Wave One

O sistema Wave One (Dentsply Maillefer, Ballaigues, VD, Suíça) foi proposto como instrumento único para o preparo do canal e é composto por três instrumentos confeccionados em liga de Níquel Titânio com tecnologia M-Wire com diferentes dimensões:

- Small (diâmetro 0,21 mm e conicidade 0,06 – amarelo)
- Primary (diâmetro 0,25 mm e conicidade 0,08 – vermelho)
- Large (diâmetro 0,40 mm e conicidade 0,08 – preto)

Apresentam secção transversal diferente ao longo da parte ativa sendo descrita como triangular convexa modificada da ponta até o oitavo milímetro (com três arestas cortantes orientadas para o corte no sentido anti horário) e triangular convexa do nono ao décimo-sexto milímetro. A conicidade é constante nos três primeiros milímetros e depois torna-se decrescente. A Wave One primary apresenta conicidades 0.8, 0.65, 0.6 e 0.55 mm ao longo da parte ativa. A seleção do instrumento é feita com auxílio de uma lima manual de acordo com o diâmetro do canal, o Wave One primary pode ser selecionado quando uma lima tipo K #10 chega facilmente ao comprimento de trabalho. O instrumento Wave One é utilizado em movimento reciprocante que faz inicialmente o movimento de corte da dentina com rotação de 170° no sentido anti-horário e 50° no sentido horário através de programa pré-instalado no motor. Assim a lima avança 120° a cada ciclo completando uma volta completa após três ciclos.

2.4 O sistema One Shape

O sistema One Shape (MICRO MEGA, Besançon, FR-I, França) foi proposto como instrumento único para o preparo do canal radicular utilizado em movimento de rotação contínua. No início deste experimento o desenho do instrumento foi modificado, o trabalho foi suspenso e após contato com o fabricante recebemos os novos instrumentos que foram então utilizados. Denominado One Shape new generation e fabricado em Níquel-Titânio convencional, a liga tem 50% em percentual atômico e 56% em massa de Níquel e nenhuma informação adicional foi obtida sob o argumento de manutenção do sigilo comercial. O instrumento apresenta secção transversal assimétrica e variável, triangular na porção mais apical, com três arestas de corte, e, em forma de "S", com duas superfícies de corte, da porção média e coronal. Apresenta um instrumento de diâmetro 25 e conicidade 0,06 mm, disponível nos comprimentos 21, 25 e 29 milímetros.

O fabricante recomenda o preparo da entrada dos canais e verificação da permeabilidade e do comprimento de trabalho dos canais com um instrumento tipo K#10 antes do uso da One Shape. A rotação recomendada é de 400 rpm com torque 2,5 N. Outros dois instrumentos foram lançados com os nomes One Shape Apical 1 e Apical 2 com diâmetro 30 e 37 respectivamente e conicidade 0,06 para ambos, no entanto, o fabricante indica o uso destes instrumentos como complemento ao preparo realizado com o One Shape new generation.

Alguns estudos sobre modelagem e desinfecção dos canais, extrusão de detritos apicais e resistência mecânica nos quais o instrumento One Shape foi incluído e avaliado foram agrupados e serão apresentados seção.

No que se refere à capacidade de desinfecção Dagna et al. (2012) investigaram a ação promovida pelos instrumentos Mtwo, Revo-S, Reciproc e One Shape. Sessenta dentes unirradiculares extraídos foram esterilizados e posteriormente receberam inoculação de *Enterococcus faecalis*. Após a incubação o mesmo operador utilizou os instrumentos no preparo dos canais sob irrigação com Hipoclorito de Sódio e EDTA a 17%. Os quatro instrumentos apresentaram uma eficiente redução bacteriana e não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Bürklein et al. (2013) realizaram um estudo sobre a capacidade de modelagem e tempo de preparo dos instrumentos Mtwo (30.05), Reciproc R25 (25.08), F360 (25.04) e One Shape (25.06) no preparo de 80 dentes humanos extraídos. As radiografias pré e pós preparo foram analisadas por software de análise de imagens e demonstraram que todos os instrumentos respeitaram a curvatura original do canal e não houve diferença significativa entre os preparos dos quatro grupos. Quanto ao tempo de preparo os instrumentos Reciproc e One Shape foram significativamente mais rápidos que F360 e Mtwo.

Poggio et al. (2014) realizaram um estudo sobre a resistência à fadiga cíclica de três instrumentos de uso único: One Shape, Reciproc R25 e Wave One primary através do uso em quatro canais artificiais curvos com diferentes ângulos e raios de curvatura. Os instrumentos ProTaper formaram um quarto grupo que foi usado como controle. A análise do número de ciclos até a fratura (NCF) demonstrou que todos os instrumentos de uso único foram mais resistentes que o ProTaper e não houve diferença significativa entre os valores para One Shape e Wave One. Os resultados revelaram que R25 apresentou a maior resistência à fadiga cíclica e que os instrumentos One Shape apresentaram boa resistência mecânica semelhante à do Wave One.

Nabeshima et al (2014) realizaram um estudo com One Shape e Wave One avaliando através do método de cultura a redução bacteriana promovida pelos sistemas de lima única. Utilizaram 45 raízes disto vestibular de molares superiores divididas aleatoriamente em três grupos: Wave One, One Shape e instrumentação manual. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos Wave One (96.5%) e One Shape (96,5%) demonstrando que os dois sistemas promoveram eficaz redução bacteriana.

Bürklein et al. (2014) verificaram a extrusão de detritos no ápice e o tempo gasto durante o preparo de 80 dentes anteriores superiores extraídos, realizados pelos instrumentos Mtwo, Reciproc, F360 e One Shape. Os dentes tiveram suas curvaturas radiculares mensuradas, foram divididos em quatro grupos e montados em um tampão de borracha acoplado a um tubo onde seria depositado o material extruído. Após o acesso aos canais cada grupo foi preparado conforme recomendação do fabricante com uso de água destilada como irrigante, ao final o tubo foi guardado por

5 dias em uma incubadora a 70° para secagem e o material remanescente foi pesado em balança eletrônica de precisão. Os resultados apontaram maior extrusão de detritos nos preparos com Reciproc quando comparado aos outros instrumentos. Entre os preparos com Mtwo, F360 e One Shape não houve diferença significativa na extrusão de detritos. O tempo de preparo com o sistema Mtwo foi significativamente maior que o tempo com os instrumentos únicos que não apresentaram diferença significativa entre si. Os autores concluíram que a extrusão apical de detritos ocorre em todos os sistemas e que neste estudo a instrumentação com o sistema rotatório produziu menos extrusão quando comparado a instrumentação recíproca.

Saber et al. (2014) propuseram o uso de 5 instrumentos Wave One, 5 Reciproc e 5 One Shape para preparar 4 canais mesio vestibulares e mesio linguais de molares inferiores extraídos com o objetivo de avaliar a capacidade de modelagem e o tempo de preparo dos mesmos. Nenhum instrumento fraturou, mas todos os instrumentos One Shape sofreram deformação plástica depois de preparar os quatro canais. One Shape produziu transporte do canal cerca de duas vezes maior que Reciproc e Wave One que melhor respeitaram a curvatura original. One Shape preparou os canais mais rapidamente em comparação com Reciproc e Wave One.

2.5 Movimento rotatório e movimento recíprocante

Com relação à cinemática dos instrumentos várias técnicas foram propostas no sentido de melhorar a qualidade final dos preparos e reduzir o tempo de trabalho. Vários autores investigaram a influência do tipo de movimento no preparo do canal radicular.

No que diz respeito à cinemática do instrumento durante o preparo do canal Roane et al. (1985) apresentaram o conceito das forças balanceadas que recomenda o movimento de rotação do instrumento no sentido horário, com discreta pressão apical, seguido de rotação no sentido anti-horário promovendo um alargamento gradativo do canal enquanto segue penetrando em direção ao ápice. De acordo com os autores essa técnica minimiza a indução de tensões sobre o instrumento.

Uma nova técnica de instrumentação foi proposta por Yared (2008) com a utilização de apenas um instrumento, o F2 do sistema ProTaper, em movimento de rotação alternada ou movimento recíproco, para o preparo completo do canal, trazendo uma nova perspectiva à essa etapa do tratamento endodôntico.

You et al. (2010) avaliaram o tempo de vida do instrumento F2 do sistema ProTaper utilizado em rotação contínua e em movimento recíprocante. O tempo de preparo também foi registrado. Os preparos com movimento recíprocante foram mais rápidos e o número médio de usos até a deformação ou fratura foi maior com o movimento recíprocante quando comparado ao uso em rotação contínua.

De Deus et al. (2010) realizaram um estudo variando a velocidade e cinemática dos instrumentos F2 do sistema ProTaper no que diz respeito à resistência à fadiga cíclica. Dois grupos foram acionados em movimento de rotação contínua, com velocidades diferentes, e um grupo, em rotação alternada, todos até a fratura. Concluíram que a cinemática de movimento influenciou a resistência à fadiga cíclica sendo esta maior em movimento recíprocante ou rotação alternada do que em rotação contínua para o mesmo instrumento.

Varela-Patiño et al. (2010) avaliaram utilizando os instrumentos do sistema ProTaper, a influência do tipo de movimento rotatório ou recíprocante na ocorrência de fraturas e deformações. A amostra de 120 canais radiculares foi dividida em 2 grupos de acordo com o movimento, grupo A movimento recíprocante e grupo B movimento rotatório. Foram usadas as limas S1, S2, F1, F2 e F3 e Hipoclorito de Sódio 5,25% para irrigação. Os resultados demonstraram que os instrumentos utilizados com rotação alternada apresentaram maior resistência à deformação em comparação com o grupo de rotação contínua com diferença estatisticamente significativa, nos instrumentos S1 e S2 se obtém a maior diferença e o S2 mostrou-se o mais resistente a fraturas ou deformação com os dois tipos de movimento utilizados

Gavini et al. (2012) avaliaram a influência do tipo de movimento, rotatório ou recíprocante sobre a resistência à fadiga cíclica do instrumento Reciproc R25 e concluíram que ela se apresenta maior quando é utilizado o movimento recíprocante em comparação ao movimento rotatório.

Bürklein et al. (2012) compararam a influência do movimento utilizado rotatório ou reciprocante sobre a habilidade de limpeza e modelagem dos canais. Reciproc e Wave One representaram os grupos reciprocantes e Mtwo e ProTaper os grupos do sistema rotatório. O estudo foi realizado com dentes humanos extraídos e o tempo de preparo também foi mensurado. A análise da qualidade do preparo demonstrou que todos os instrumentos respeitaram a curvatura do canal, quanto à limpeza Mtwo e Reciproc foram mais eficientes e quanto ao tempo de preparo, Reciproc realizou o preparo mais rapidamente que os outros sistemas.

Lopes et al. (2013) em seu estudo com instrumentos Reciproc e Mtwo avaliaram a influência da flexibilidade e do tipo de movimento na resistência à fadiga cíclica. Os instrumentos passaram por testes de resistência à flexão à fadiga cíclica estático e dinâmico. Os autores concluíram que o movimento reciprocante pode prolongar a vida dos instrumentos e que o Reciproc tem maior resistência à fadiga cíclica e maior flexibilidade que o Mtwo.

2.6 Avaliação da superfície dos instrumentos endodônticos: Microscopia eletrônica de varredura

A fratura do instrumento é a ocorrência que mais preocupa o endodontista, pois pode acontecer inesperadamente comprometendo de forma irreversível o prognóstico do tratamento (Pruett et al., 1997; Sattapan et al., 2000).

O uso das ligas de NiTi nos instrumentos endodônticos com suas vantagens como excelente flexibilidade promovendo preparos mais rápidos, centralizados e com menor transporte apical tornaram sua utilização mais comum entre os profissionais. Contudo o risco de fratura e o custo do instrumento aparecem como dificuldades. Os fabricantes indicam que a única maneira previsível para prevenir a fadiga à flexão é o descarte do instrumento regularmente após um certo número de utilizações (Shen et al., 2006).

A fratura dos instrumentos endodônticos ocorre por fadiga por flexão cíclica ou por torção (Sattapan et al., 2000; Bahia; Buono, 2005) e possivelmente, em

determinados casos, sob a influência de ambos simultaneamente, resultando em falha do modo misto (Shen et al., 2006).

As limas podem exibir defeitos estruturais como fendas ou microfissuras inclusive em instrumentos novos, que não são detectados visualmente e que na realidade são sinais do processo de fabricação que podem comprometer as propriedades mecânicas do instrumento.

Faz-se necessário um breve conhecimento do comportamento dos materiais para entender como se processam os defeitos e acidentes com os instrumentos endodônticos.

Os pontos de descontinuidade internos: inclusões, microfissuras ou microtrincas e bolhas no interior da massa metálica, e externos: trincas, riscos, ranhuras e microcavidades necessitam magnificação para serem observados ou seja não podem ser vistos a olho nu.

Além das tensões a que os instrumentos ficam submetidos durante sua ação alguns fatores podem predispor o instrumento à ocorrência de trincas e devem ser considerados:

- a) exposição a produto corrosivo
- b) presença de produto de corrosão (ferrugem)
- c) presença de pontos concentradores de tensões
- d) heterogeneidade microestrutural

A fadiga cíclica é o processo que ocorre nos materiais em decorrência da aplicação de repetidos ciclos de tensão ou deformação. A fadiga por corrosão também é causada por tensão porém nesse caso o processo é iniciado pela presença da corrosão na superfície do material, funcionando como concentradora de tensões.

Os metais são compostos por cristais ou grãos e entre estes grãos existem, por vezes, vazios, fragmentos do metal em fases diferentes ou partículas com composição diferente da composição do metal contendo sulfetos, silicatos e óxidos. Em função dessa estrutura não homogênea ou não uniforme as tensões que incidem sobre o

metal também são distribuídas de maneira não homogênea ou não uniforme e regiões com mais tensões são preferenciais para o início do processo de fadiga.

O processo de deformação por tensão é composto de duas etapas:

- a) deformação elástica: onde o material volta à forma original quando a tensão é retirada
- b) deformação plástica: quando mesmo após a remoção da tensão a deformação permanece. Essa deformação ocorre quando a carga excede o limite de elasticidade do material.

Em metais de características dúcteis, que se deformam sob ação de tensão, ocorrem microtrincas. Os grãos deslizam entre si e desenvolvem-se bandas de escorregamento com deformação intensa por ação do movimento de cisalhamento. O metal passa a apresentar degraus, estrias, inclusões, extrusões e microtrincas. Se a tensão continua sendo aplicada ocorre uma saturação da formação destas bandas de escorregamento, as trincas se propagam e acabam coalescendo até que ocorre a fratura.

A propagação das trincas ou fissuras pode ser descrito em estágios. O primeiro estágio se dá com o aparecimento de um ponto de trinca denominado ponto de nucleação

A trinca cresce de modo lento, cisalhante, mudando de direção até encontrar um contorno de grão. No segundo estágio a trinca começa a se propagar na direção perpendicular ao eixo de tensão seguindo os contornos de grãos e aparecem estrias de fadiga. Em um último estágio ocorre a ruptura final pois a trinca se propaga, encontra outras trincas e cresce de forma que a estrutura remanescente passa a apresentar secção tão reduzida que não é mais capaz de suportar a carga de tensão que antes era suportada. Os tratamentos térmicos e de superfície buscam modificar os limites de tolerância para os materiais e aumentar sua vida em fadiga.

Grande parte das falhas é nucleada na superfície do material portanto superfícies irregulares ou rugosas apresentam mais pontos acumuladores de tensão, propensos a iniciar trincas e assim suas propriedades de resistência à fadiga são inferiores em comparação com superfícies lisas.

O desempenho dos materiais em fadiga é demonstrado pela curva "S-N" ou curva de Wöhler, onde "S" representa a magnitude de tensão e "N" o número de ciclos. A temperatura e especialmente a corrosão são fatores que alteram de forma significativa a curva S-N. Os tratamentos térmicos buscam modificar a estrutura do material alterando a curva S-N e os tratamentos de superfície diminuem a quantidade de pontos concentradores de tensão aumentando assim a vida em fadiga dos materiais.

Pelo exposto fica clara a necessidade de avaliação da superfície dos instrumentos endodônticos novos e usados em microscopia eletrônica de varredura para compreender o comportamento do material e a ocorrência das fraturas inesperadas.

O estudo de Sattapan et al. (2000) analisou, através da observação em MEV, o tipo e a frequência de defeitos nos instrumentos Quantec descartados por especialistas, após número variável de uso clínico. Os instrumentos tiveram seus comprimentos registrados para estabelecer o ponto de fratura, foram levados a teste de fadiga cíclica em tubos metálicos e a ensaios de resistência à torção até a fratura. Dos 378 instrumentos analisados 49,2% apresentaram defeitos visíveis sendo 20,9% fraturados, 24,1% com deformação plástica sem fratura e 4,2% curvados. A maioria das fraturas foi associada à falha por torção, 55,7% e 44,3% por flexão, o que foi possível identificar devido às características da fratura. Sendo assim os autores concluíram que a fratura pode ocorrer mesmo sem sinal prévio, que os instrumentos devem ser observados com aumento de 10 vezes antes de serem reutilizados e que a presença de qualquer defeito deve contraindicar a reutilização do mesmo.

Tripi et al. (2001) verificaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura, a ocorrência de defeitos nos instrumentos GT antes e após o uso clínico em 12 canais. Foram considerados para avaliação microfraturas, fratura, presença de metal na superfície, pites ou covas, alteração das arestas, corrosão e deformação plástica. Os autores observaram aumento dos defeitos o que torna o instrumento mais susceptível às deformações e fraturas especialmente se usado em canais de anatomia complexa e recomendaram a observação do instrumento com aumento de 10 vezes em busca de deformações antes da reutilização.

Svec e Powers (2002) realizaram um estudo para avaliar em microscopia eletrônica de varredura a superfície de instrumentos ProFile novos e usados. Molares inferiores foram instrumentados com velocidade e torque padronizados e os instrumentos foram observados em MEV entre cada um dos cinco usos realizados. Em seguida todos foram submetidos a testes de fadiga cíclica. A análise por MEV demonstrou que todos os instrumentos novos apresentavam marcas do processo de fabricação e todos os instrumentos mostraram sinais de deterioração após uma utilização como desgastes de superfície e cracks, no entanto os resultados para o teste de fadiga não mostrou resultados diferentes para instrumentos novos e usados. Os autores afirmaram que dentro das condições deste estudo é possível a reutilização dos instrumentos.

Martins et al. (2002) investigaram a superfície dos instrumentos Profile (20.04, 25.04 e 20.06) sob Microscopia Eletrônica de Varredura, em busca de alterações de superfície. A observação foi realizada nos instrumentos novos, após esterilização por dois diferentes métodos e após uso em 6 molares. Os resultados mostraram linhas de usinagem e material aderido nos instrumentos novos, provenientes do processo de fabricação e revelaram que nos usados restos de dentina aderiram a estes depósitos iniciais, não totalmente removidos após o processo de limpeza e esterilização. Em conclusão recomendaram reavaliação dos processos de fabricação e dos métodos de limpeza utilizados.

Alapati et al. (2003) realizaram um estudo com o objetivo de observar sob microscopia eletrônica de varredura a superfície dos instrumentos Profile e Lightspeed após um, três e seis usos em molares extraídos, com controle da velocidade, da profundidade e da carga aplicada na penetração. Os instrumentos apresentaram aplainamentos de bordas, buracos na superfície, material aderido e precipitados de óxido de Níquel-Titânio provenientes do processo de fabricação.

Bahia e Buono (2005) avaliaram a resistência à fadiga cíclica de instrumentos Profile novos e após uso clínico e sob microscopia eletrônica de varredura observou microfissuras ou microtrincas, estrias de fadiga e fissuras secundárias próximas ao ponto de fratura. Na superfície de fratura foram observadas áreas lisas e linhas finas nas bordas que demonstram o escorregamento e a lenta propagação das trincas no

material e ao centro áreas com pequenas cavidades como covinhas e ondulações que caracterizam a fratura como do tipo dúctil.

Alapati et al. (2005) avaliaram em microscopia eletrônica de varredura 822 instrumentos Profile (175), Profile GT (595) e ProTaper (52) descartados de uma clínica de pós graduação após apresentar deformações permanentes ou após 6 a 8 utilizações. Foram examinados instrumentos sem aparente deformação, com deformação visível e fraturados para observar os defeitos apresentados nas 3 situações. Nas imagens obtidas foram observadas deformações permanentes, linhas de propagação de trincas, linhas de fratura no longo eixo do instrumento e características de fratura do tipo dúctil nas faces fraturadas. Os autores concluíram que a incidência de fraturas do tipo dúctil revela a relação das mesmas com fraturas por torção devido a um pontual excesso de carga e não por fadiga cíclica, pois o número de ciclos durante o preparo fica abaixo do número de ciclos para atingir a fadiga, afirmaram que a dentina aderida às ranhuras do instrumento pode contribuir no excesso de carga de torção e ressaltam a importância da relação entre o desenho do instrumento e a sobrecarga de tensões.

O estudo de Shen et al. (2006) comparou a incidência e o tipo de fratura dos instrumentos ProFile e ProTaper recolhidos após uso clínico e os analisou em microscopia eletrônica de varredura onde pode observar áreas de deformação permanente próximas aos pontos de fratura ressaltando que novos estudos seriam necessários para estabelecer uma relação da microestrutura da liga e o tipo de fratura.

Alexandrou et al. (2006) observaram por MEV e por calorimetria exploratória diferencial (differential scanning calorimeter – DSC) 33 instrumentos Profile e 33 Flexmaster novos e após 11 esterilizações. A análise por MEV demonstrou que todos os instrumentos novos apresentavam sinais do processo de fabricação como resíduos, tiras de metal e corrosão, alterações da forma como arestas mais afiadas ou mais achatadas também foram observadas. Após as esterilizações os detritos permaneceram enquanto que a rugosidade da superfície aumentou. A observação dos cortes transversais mostrou inclusões e orifícios distribuídos aleatoriamente na liga de NiTi. A análise DSC mostrou que os instrumentos novos e os esterilizados se apresentaram completamente austenita na temperatura da cavidade oral, mantendo, portanto a capacidade de superelasticidade desejada.

Troian et al. (2006) avaliaram deformação, desgaste e fratura nos instrumentos Race e K3 por meio de microscopia eletrônica de varredura, ressaltando o uso deste método como o mais adequado para avaliação de deformações e propondo o uso de um score utilizado como referência pelos avaliadores. Concluíram quanto aos aspectos avaliados que os instrumentos K3 tiveram resultados mais favoráveis.

O trabalho de Herold et al. (2007) verificou com uso de microscopia eletrônica de varredura a ocorrência de microfraturas nos instrumentos Endo sequence e ProFile após uso em dentes extraídos. As observações foram realizadas nos instrumentos novos, após 7 canais e após 14 canais. Os resultados apresentaram presença de microfraturas em todos os instrumentos Endo sequence após o sétimo uso o que não ocorreu com os instrumentos ProFile. Endo sequence apresentou número maior de fraturas e os autores concluíram que o eletropolimento deste instrumento não inibiu a ocorrência de microfraturas.

Chianello et al. (2008) avaliaram, através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), a qualidade do acabamento de superfície de instrumentos novos das marcas ProFile, ProTaper, Race, Hero e K3 considerando a ocorrência de defeitos como presença de detritos, sulcos, ranhuras, microcavidades, deformações ou perda de corte das bordas e deformações da ponta. Em 50% dos instrumentos foram observadas bordas irregulares, com exceção do ProFile todos os outros instrumentos apresentaram detritos, Race não mostrou sulcos ou microcavidades. Os resultados mostraram que a maioria das amostras apresentaram um mínimo de 2 e um máximo de sete alterações por instrumento, que a qualidade do acabamento de superfície dos instrumentos não foi considerada boa, pois nenhum instrumento estava livre de imperfeições. Os autores concluíram que o processo de fabricação e as condições de embalagem dos instrumentos estão longe do ideal.

Vieira et al. (2008) avaliaram a influência do uso clínico sobre a ocorrência de deformação, fratura e resistência à fadiga cíclica dos instrumentos ProTaper submetidos ao teste de fadiga e analisaram as superfícies de fratura por MEV onde foram identificadas áreas lisas nas bordas da superfície fraturada, estrias de fadiga e fissuras secundárias.

Kim et al. (2010) propuseram a comparação da resistência à fadiga cíclica dos instrumentos TwistedFile (TF), Race e ProTaper F1 e observação dos mesmos sob

microscopia eletrônica de varredura. A análise mostrou que apesar do eletropolimento a superfície do TF apresentava ranhuras, aparência contrária à do instrumento Race também eletropolido. Nos instrumentos ProTaper as marcas de usinagem também foram identificadas. Os autores concluíram que os instrumentos com mais sinais de usinagem pareciam ser menos resistentes à fadiga.

Luzi et al. (2010) avaliaram alterações de superfície dos instrumentos ProTaper antes e após o uso por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foram selecionados molares superiores e inferiores com raio entre 4 e 5 mm e ângulo de 15° a 30° para instrumentação com a sequência ProTaper e Hipoclorito de Sódio 1% como solução irrigadora. Entre os preparos os instrumentos passaram por lavagem, banho de ultrassom e esterilização e foram levados para observação em microscópio eletrônico de Varredura. Nas análises da superfície foram observadas deformações das arestas de corte, crack, restos de metal e dentina aderida em proporções variadas dependendo do instrumento analisado. Ocorreram 8 fraturas que representaram 25% da amostra, no entanto os autores concluíram que apesar do número de alterações instrumentos ProTaper são bastante confiáveis podem ser usados mais de uma vez, seguindo protocolos habituais.

Drago et al. (2011) avaliaram ao microscópio eletrônico de varredura a superfícies dos instrumentos rotatórios ProTaper de D0 a D3 em três momentos: antes do uso, após o preparo de três molares e após mais dois molares. Os critérios para avaliação foram a presença de marcas de frenagem, tiras de metal, arestas cortantes rombas e depressões. Antes do uso os instrumentos mostraram marcas de frenagem, tiras de metal e depressões. Após 3 molares as marcas de frenagem; tiras de metal e depressões foram predominantes no D1 e após 5 molares foram observadas arestas cortantes rombas e depressões em todos os instrumentos. Os autores concluíram que os instrumentos novos apresentam defeitos de superfície e que a incidência destes aumenta após a instrumentação.

Park et al. (2013) realizaram um estudo sobre o desempenho dos instrumentos Wave One e Reciproc e os observou em MEV após instrumentação de 1, 5 e 10 canais. Em uma vista longitudinal não foram encontradas deformações plásticas, nas superfícies foi possível observar microfissuras e aplainamento de arestas a partir do

quinto uso e sua incidência aumentou com o número de usos. Sendo assim os autores afirmaram que os instrumentos podem ser reutilizados até 5 vezes.

O estudo de Caballero et al. (2014) investigou sob microscopia eletrônica de varredura a superfície dos instrumentos TwistedFile e Reciproc submetidos a uso em molares extraídos. As observações foram feitas nos instrumentos novos e após 3, 6, 9 e 12 utilizações adotando como critérios a ocorrência de deformação plástica, microfissuras, fratura, crateras, rompimento das arestas e perda de corte das bordas. Os autores observaram que nos instrumentos TwistedFile as alterações surgiram a partir do sexto uso com prevalência de deformação plástica e rompimento das arestas além de outros defeitos, nos R25 os defeitos foram observados a partir de nove usos e com maior ocorrência de crateras e perda de corte das bordas. A ocorrência de defeitos foi diferente para cada instrumento e aumentou à medida que aumentou o número de uso. Os instrumentos Twisted Files apresentaram mais defeitos que R25 e todos apresentaram detritos aderidos.

Tsujimoto et al. (2014) fizeram uma avaliação da superfície do instrumento, do tipo de fratura e da resistência à fadiga cíclica de cinco diferentes instrumentos rotatórios de NiTi. Foram avaliados o Profile e K3 confeccionados em NiTi convencional, o Profile Vortex e o Vortex Blue confeccionados com NiTi M-Wire e o K3 XF como representante do NiTi R-fase. No que se refere à análise das fraturas os autores concluíram que nos instrumentos Profile foram encontradas linhas de nucleação de fissuras ao longo das ranhuras de usinagem, no Profile Vortex e Vortex Blue esses cracks foram encontrados nas arestas de corte e no K3 e K3 XF elas apareceram nas guias radiais. Quanto à superfície foram identificadas ranhuras, microcavidades e raspas de metal provenientes do processo de fabricação em todos exceto no Profile onde o aspecto é mais liso. A resistência à fadiga cíclica foi melhor para Profile e Vortex Blue e o pior resultado foi do K3 XF.

2.7 Avaliação do tempo de trabalho

A metodologia baseada no registro do tempo de trabalho dos instrumentos é um recurso utilizado por autores para comparar o desempenho entre os sistemas ou

entre o número de usos dos instrumentos e constitui-se em informação importante à medida que os profissionais consideram a rapidez no preparo um ponto importante na prática diária. A variação no tempo de preparo poderia sugerir uma mudança no comportamento do instrumento.

You et al. (2010) avaliaram o tempo de vida do instrumento F2 do sistema ProTaper utilizado em rotação contínua e em movimento recíprocante. O tempo de preparo foi registrado. Os preparos com movimento recíprocante foram mais rápidos quando comparado ao uso em rotação contínua.

Drago et al. (2011) avaliaram os instrumentos rotatórios ProTaper ao microscópio eletrônico de varredura antes e após o preparo de três e de cinco molares. O tempo gasto por cada lima utilizada no preparo dos canais foi registrado e a avaliação feita por meio dos valores mínimo, máximo, mediana, média e desvio padrão. A variação dos dados relativos ao tempo foi baixa, com valores de média e mediana sem diferença estatisticamente significativa.

Machado et al. (2012) compararam o tempo de trabalho necessário para a instrumentação recíproca dos sistemas: Wave One e Reciproc. Canais simulados curvos foram instrumentados pelos sistemas Wave One ou Reciproc, e o tempo de trabalho com e sem a adição do tempo utilizado para irrigação e exploração do conduto foi cronometrado. Após resultados, concluiu-se que ambos os sistemas apresentaram ser bem rápidos no preparo do canal radicular, mas o sistema Reciproc foi mais rápido que o Wave One.

Bürklein et al. (2012) compararam a influência do tipo de movimento, rotatório ou recíprocante, sobre a habilidade de limpeza e modelagem dos canais. Reciproc, Wave One, Mtwo e ProTaper foram utilizados no preparo de dentes humanos extraídos e o tempo de preparo foi mensurado. Todos os instrumentos respeitaram a curvatura do canal, Mtwo e Reciproc foram mais eficientes quanto à limpeza e quanto ao tempo de preparo, Reciproc realizou o preparo mais rapidamente que os outros sistemas.

Park et al. (2013) realizaram um estudo sobre o desempenho dos instrumentos Wave One e Reciproc utilizados para preparar 10 canais. Foram selecionados 100 molares superiores e inferiores extraídos e o tempo para completo preparo do canal

foi registrado. Os instrumentos foram avaliados sob MEV quando novos e entre a instrumentação de 1, 5 e 10 canais. Os resultados mostraram que Wave One foi mais rápido que Reciproc no preparo dos canais, mas para os dois instrumentos ocorreu aumento no tempo de preparo à medida que o número de usos aumentou.

Bürklein et al. (2013) realizaram um estudo sobre a capacidade de modelagem e tempo de preparo dos instrumentos Mtwo (30.05), Reciproc R25 (25.08), F360 (25.04) e One Shape (25.06) no preparo de 80 dentes humanos extraídos. Todos os instrumentos respeitaram a curvatura original do canal. Quanto ao tempo de preparo os instrumentos Reciproc e One Shape foram significativamente mais rápidos que F360 e Mtwo.

Bürklein et al. (2014) verificaram a extrusão de detritos pelo ápice e o tempo de preparo dos instrumentos Mtwo, Reciproc, F360 e One Shape. Os resultados apontaram maior extrusão de detritos nos preparos com Reciproc quando comparado aos outros instrumentos. O tempo de preparo com o sistema Mtwo foi significativamente maior que o tempo com os instrumentos únicos que não apresentaram diferença significativa entre si.

Saber et al. (2014) propuseram avaliar a capacidade de modelagem e o tempo de preparo dos instrumentos Wave One, Reciproc e One Shape no preparo de canais mesio vestibulares e mesio linguais de molares inferiores extraídos. Nenhum instrumento fraturou, mas instrumentos One Shape sofreram deformação plástica depois de preparar os quatro canais. One Shape produziu transporte do canal cerca de duas vezes maior que Reciproc e Wave One que melhor respeitaram a curvatura original. One Shape preparou os canais mais rapidamente em comparação com Reciproc e Wave One.

Assim, fica justificada a contestação científica analisando a superfície dos instrumentos Wave One e One Shape e o seu desempenho quanto ao número de usos, de modo que venha possibilitar seu uso múltiplo de forma segura e eficaz favorecendo menor custo do tratamento endodôntico.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações de superfície de dois sistemas de lima única – Wave One e One Shape – e seu desempenho através do tempo de preparo em usos múltiplos. Dentre os métodos empregados a este fim ressalta-se a microscopia eletrônica de varredura e a cronometragem do tempo de preparo do canal em cada utilização.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste ensaio seu projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP) e aprovado sob o número CAAE 32127714.4.0000.0075 (Anexo A).

4.1 Seleção dos dentes

Foram selecionados 100 molares inferiores cedidos pelo Banco de Dentes Humanos da FOUSP. Apenas os canais mesiais foram incluídos neste estudo totalizando portanto duzentos canais para utilização em 10 preparos com cada um dos 20 instrumentos. Os critérios de inclusão tinham como referência raízes totalmente formadas, com condutos individuais com entrada e emergência foraminais independentes, rizogênese completa, ausência de calcificações, reabsorções, fraturas radiculares e tratamento endodôntico. Estas condições foram observadas por meio de avaliação direta e radiografias prévias no sentido vestibulo lingual. Para adequação dos grupos foram obtidos os ângulos de curvaturas nas raízes mesiais com a técnica de Pruett et al. (1997) e complementando a análise o uso do programa Measure.exe foi aplicado sobre as tomadas radiográficas digitalizadas (Figura 4.1). Os ângulos admitidos estavam em um gradiente de 15° a 30° e os raios de curvatura de 5 a 9 mm.

Figura 4.1 – Mensuração de ângulo e raio das raízes mesiais

4.2 Características dos grupos estudados

Foram utilizados nesse estudo 20 instrumentos divididos em 2 grupos, sendo:

Grupo 1: 10 instrumentos Wave One Primary, 25.08 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, VD, Suíça) (n=10);

Grupo 2: 10 instrumentos One Shape New Generation, 25.06 (MICRO MEGA, Besançon, FR-I, França) (n=10).

Cada instrumento foi identificado através de um número e posteriormente armazenado em um frasco eppendorf. Para o trabalho os instrumentos foram utilizados 10 vezes. Para uma maior fidelidade do experimento e homogeneidade das amostras os preparos foram realizados apenas nas raízes mesiais independentes. Fica convencionado que neste estudo um (1) uso corresponde à instrumentação de um (1) canal e não de um dente, portanto a cada molar é possível realizar dois (2) usos.

Após cada utilização os instrumentos eram lavados individualmente com esponja e detergente. Em seguida eram posicionados no suporte metálico da caixa endodôntica Modelo Machado (MF161PFI, FAVA, São Paulo, SP) onde eram identificados. Esse suporte era posicionado na cuba ultrassônica (Biowash, Bio-Art, São Carlos, SP) e o conjunto era submetido ao banho ultrassônico em Álcool 70º por 10 minutos (Ferreira Murgel, et al. 1990).

Em seguida o conjunto era devolvido à caixa endodôntica que acondicionada em embalagens era levada para esterilização em autoclave (Sercon AHMC 21, Mogi das Cruzes, SP) a 121 °C durante 15 minutos.

4.3 Preparo dos dentes e distribuição nos grupos experimentais

Os dentes foram fixados em suportes confeccionados em silicone densa (Perfil, Vigodent, RJ, Brasil) para permitir a manipulação segura durante a instrumentação.

A cirurgia de acesso foi realizada com broca esférica 1014HL até a trepanação da câmara pulpar e a remoção do teto foi finalizada com broca Endo-Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Assim que expostos, os canais foram lavados com Hipoclorito de Sódio 2,5% (Formula & Ação Farmácia de Manipulação, São Paulo/SP). A odontometria foi realizada com introdução de lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) pelo comprimento da raiz até que foi vista no ápice. Um cursor foi posicionado na referência oclusal, o comprimento aferido por uma régua endodôntica e do valor encontrado foi subtraído 1mm, determinando assim o CRT.

4.4 Preparo dos canais

A instrumentação dos canais foi realizada nos dois grupos por um único operador experiente.

Os instrumentos Wave One Primary foram acoplados ao motor VDW Silver (VDW, Munique, Alemanha) e acionados após seleção do programa Wave One. Para irrigação foram utilizados 10 ml de Hipoclorito de Sódio 2,5% levados por seringa plástica 10 ml tipo Luer-Lok™ (BD Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda.) e agulha Endo Eze (Ultradent Products, South Jordan, USA) à entrada dos condutos e o excesso foi aspirado através de cânulas de sucção. O instrumento era inserido no canal com movimento de vai-vem e pincelamento lateral (Machado et al., 2013), com leve pressão apical, em movimentos de bicada, com avanço e recuo na amplitude de aproximadamente 3 mm por 3 vezes. Os canais eram novamente irrigados com Hipoclorito de Sódio, sondados até o CRT com uma lima tipo K #15 e o instrumento era limpo com uma gaze. Esse procedimento foi repetido até atingir o CRT determinado. Após nova irrigação o instrumento era novamente introduzido em

movimento até o CRT e movimentos de pincelamento das paredes eram realizados, finalizando o preparo (Machado et al., 2013).

Os instrumentos One Shape foram acoplados ao motor VDW Silver (VDW, Munique, Alemanha) e utilizados conforme protocolo recomendado pelo fabricante, com movimento rotatório na velocidade 400 rpm e torque 2,5 N.. Para irrigação foram utilizados 10 ml de Hipoclorito de Sódio 2,5%, como volume total de irrigante, levados por seringa plástica 10 ml tipo Luer-Lok™ (BD Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda.) e agulha Endo Eze (Ultradent Products, South Jordan, USA) à entrada dos condutos e o excesso foi aspirado através de cânulas de sucção. O instrumento eram introduzido na entrada do canal com leve pressão apical, em movimentos de bicada, com avanço e retrocesso na amplitude de 3mm aproximadamente por 3 vezes momento em que era removido e limpo com gaze. Após essa inserção os canais eram novamente irrigados com Hipoclorito de Sódio 2,5% e era feita a verificação da manutenção do acesso até o ápice com uma lima tipo K #15. Em seguida o processo era repetido até atingir o CRT. Após irrigação o instrumento era novamente introduzido no canal até o CRT e um movimento circunferencial nas paredes era realizado finalizando o preparo.

Durante todo o preparo dos canais um cronometro digital foi posicionado ao lado do operador que o acionava no momento da primeira inserção do instrumento no canal e o desligava na remoção. Os tempos de irrigação não foram considerados. A cada nova inserção do instrumento o procedimento era repetido e os valores obtidos eram anotados em tabelas apropriadas.

4.5 Preparo dos instrumentos para análise em MEV

Para observação em MEV os instrumentos foram manipulados com auxilio de uma pinça em todas as observações realizadas, evitando contaminações por outros materiais que poderiam comprometer a avaliação da qualidade da superfície. Foram posicionados em dispositivos desenvolvidos para este estudo de forma que o encaixe se dava sempre na mesma posição favorecendo as observações do mesmo local no

decorrer dos usos. Os dispositivos eram fixados com fita de carbono nos stubs (Figura 4.3 e 4.4) e levados à câmara do Microscópio Eletrônico de Varredura (Figura 4.2) modelo JSM 5900LV (JEOL, Tóquio, Japão) do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LME-LNLS).

As fotomicrografias foram realizadas nos instrumentos novos assim que removidos da embalagem sem qualquer tipo de lavagem ou limpeza e os mesmos voltaram para novas tomadas após 2, 6, 8 e 10 usos, precedidos de lavagem e esterilização. Em todas as sessões o equipamento foi regulado para uma tensão de 25 kv. As fotomicrografias foram realizadas com magnificação 160 X e 500 X no D4 de cada instrumento. Os registros foram armazenados em meio digital e identificados pelo número do instrumento, atribuído no início do experimento, e de acordo com o número de vezes que tinha sido utilizado.

Figura 4.2 – Microscópio eletrônico de varredura

Figura 4.3 – Limas Wave One montadas para avaliação em MEV

Figura 4.4 – Limas One Shape montadas para avaliação em MEV

4.6 Análise das fotomicrografias

Neste estudo alguns critérios foram escolhidos para avaliação da superfície das limas Wave One e One Shape, como descrito a seguir.

Critérios avaliados:

- a) Depressão nas arestas ou bordas
- b) Crack
- c) Aplainamento das arestas
- d) Manchas ou material aderido
- e) Microcavidade

Foi elaborado um sistema de score em função da presença, ausência e quantidade de defeitos presentes na superfície do instrumento com base no método proposto por Troian et al. (2006) apresentado nas tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1 - Scores para os critérios depressão, crack e microcavidade

SCORE	DEPRESSÃO	CRACK	MICROCAVIDADE
1	Ausência de depressão	Ausência de crack	Ausência de microcavidade
2	Até 3 pontos de depressão	Até 3 pontos de crack	Até 3 microcavidades
3	Mais de 3 pontos de depressão	Mais de 3 pontos de crack	Mais de 3 microcavidades

Tabela 4.2 – Scores para os critérios aplainamento e mancha/material aderido

	APLAINAMENTO	MANCHAS/MAT. ADER.
NÃO	Ausência de aplainamento	Ausência de manchas/mat. ader.
SIM	Presença de aplainamento	Presença de manchas/mat. Ader.

Foi elaborado e apresentado aos avaliadores um “guia” com imagens das deformidades a serem avaliadas e seu respectivo score. As fotomicrografias foram selecionadas e de forma aleatória, sem qualquer tipo de identificação quanto ao grupo do instrumento ou o número de uso um novo arquivo foi gravado. Três (3) avaliadores foram calibrados através de visualização das imagens do “guia” e em seguida, em leitura cega, avaliaram as imagens do arquivo apresentado atribuindo a cada uma os valores propostos no score. Os valores foram registrados em tabelas apropriadas, desenvolvidas para este estudo para posterior análise estatística.

As análises estatísticas foram realizadas pelo software R versão 3.0.0 (The R Foundation Statistical Computing).

5 RESULTADOS

5.1 Microscopia eletrônica de varredura

Os valores atribuídos às imagens pelos 3 avaliadores foram registrados em tabelas apropriadas, desenvolvidas para este estudo (Apêndices A, B e C). Considerando o número de dados e a não normalidade da amostra optou-se pelo teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney para comparação do critério crack para duas amostras independentes, com nível de significância de 5% ($\alpha=5\%$). Para avaliação da incidência de defeitos foi usado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com nível de significância de 5% ($\alpha=5\%$). Este teste permite fazer a comparação de amostras independentes e indicar se há diferença entre pelo menos duas delas. Inicialmente foi aplicado o Teste Kappa, para avaliar a intensidade de concordância entre os avaliadores

5.1.1 Teste Kappa

Para poder observar com mais precisão os resultados qualitativos foi realizado um teste estatístico Kappa com nível de significância de 5% ($\alpha = 5\%$) para todos os critérios pesquisados como pode ser visto nas tabelas 5.1 a 5.5.

Tabela 5.1 - Teste Kappa critério depressão

Cohen's Kappa Depressão														
	AV2					AV3					AV3			
AV1	SC1	SC2	SC3	Total	AV1	SC1	SC2	SC3	Total	AV2	SC1	SC2	SC3	Total
SC1	1		4	5	SC1	5			5	SC1	1	1	2	4
SC2		1	2	3	SC2	1	2		3	SC2		4	3	7
SC3	3	6	3	12	SC3		4	8	12	SC3	5	1	3	9
Total	4	7	9	20	Total	6	6	8	20	Total	6	6	8	20
Unidades				20	Unidades				20	Unidades				20
Kappa				-0.358	Kappa				0.831	Kappa				-0.269
Classificação				Péssimo	Classificação				Ótimo	Classificação				Péssimo
p-Value				10.40%	p-Value				0.01%	p-Value				21.90%

Tabela 5.2 - Teste Kappa critério aplainamento

Cohen's Kappa Aplainamento											
	AV2				AV3				AV3		
AV1	N	S	Total	AV1	N	S	Total	AV2	N	S	Total
N	3		3	N	2	1	3	N	2	4	6
S	3	14	17	S		17	17	S		14	14
Total	6	14	20	Total	2	18	20	Total	2	18	20
Unidades			20	Unidades			20	Unidades			20
Kappa			0.583	Kappa			0.630	Kappa			0.359
Classificação			Moderado	Classificação			Bom	Classificação			Fraco
p-Value			0.41%	p-Value			0.04%	p-Value			2.28%

Tabela 5.3 - Teste Kappa critério crack

Cohen's Kappa Crack														
	AV2					AV3					AV3			
AV1	SC1	SC2	SC3	Total	AV1	SC1	SC2	SC3	Total	AV2	SC1	SC2	SC3	Total
SC1	16	1		17	SC1	17			17	SC1	16			16
SC2		3		3	SC2		3		3	SC2	1	3		4
SC3				0	SC3				0	SC3				0
Total	16	4	0	20	Total	17	3	0	20	Total	17	3	0	20
Unidades				20	Unidades				20	Unidades				20
Kappa				0.828	Kappa				1.000	Kappa				0.828
Classificação				Ótimo	Classificação				Ótimo	Classificação				Ótimo
p-Value				0.02%	p-Value				0.00%	p-Value				0.02%

Tabela 5.4 - Teste Kappa critério mancha e material aderido

Cohen's Kappa											
Mancha e/ou Material Aderido											
	AV2				AV3				AV3		
AV1	N	S	Total	AV1	N	S	Total	AV2	N	S	Total
N	6	1	7	N	3	4	7	N	3	6	9
S	3	10	13	S		13	13	S		11	11
Total	9	11	20	Total	3	17	20	Total	3	17	20
Unidades			20	Unidades			20	Unidades			20
Kappa			0.533	Kappa			0.592	Kappa			0.464
Classificação			Moderado	Classificação			Moderado	Classificação			Moderado
p-Value			0.72%	p-Value			0.03%	p-Value			0.17%

Tabela 5.5 - Teste Kappa critério microcavidade

Cohen's Kappa Microcavidade														
	AV2					AV3					AV3			
AV1	SC1	SC2	SC3	Total	AV1	SC1	SC2	SC3	Total	AV2	SC1	SC2	SC3	Total
SC1		1		1	SC1			1	1	SC1		1		1
SC2	1	6		7	SC2		5	2	7	SC2		4	4	8
SC3		1	11	12	SC3		1	11	12	SC3		1	10	11
Total	1	8	11	20	Total	0	6	14	20	Total	0	6	14	20
Unidades				20	Unidades				20	Unidades				20
Kappa				0.786	Kappa				0.3970	Kappa				0.5000
Classificação				Bom	Classificação				Fraco	Classificação				Moderado
p-Value				0.04%	p-Value				5.69%	p-Value				1.33%

5.1.2 Comparação do critério crack para Wave One e One Shape

Na avaliação das imagens foi observado o crack nos dois instrumentos. O teste Wilcoxon-Mann-Whitney foi escolhido para avaliar se existiu diferença entre os grupos. A tabela 5.6 apresenta a comparação da ocorrência de crack entre os instrumentos Wave One e One Shape. A hipótese nula testada foi de igualdade e a hipótese alternativa foi de diferença de scores entre os instrumentos. De acordo com os três avaliadores o instrumento Wave One apresentou scores mais altos e o resultado foi estatisticamente significativo ($p\text{-valor} < 5\%$).

Tabela 5.6 – Comparação Wave One e One Shape – critério crack

Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney				
Comparação: Cracks				
Wave One vs One Shape				
Hipótese H_0		Score WO = Score OS		
Hipótese H_a		Score WO $\neq$ Score OS		
Avaliação		Lima		p-Value
		WO	OS	
AV1	SC1	6	17	0.02%
	SC2	5	3	
	SC3	9	0	
AV2	SC1	8	16	0.76%
	SC2	9	4	
	SC3	3	0	
AV3	SC1	6	17	0.01%
	SC2	3	3	
	SC3	11	0	

5.1.3 Incidência de defeitos

Quanto à incidência de defeitos conforme o número de usos os dados foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis. Na tabela 5.7 é apresentada a comparação da incidência das alterações observadas no instrumento Wave One entre os diferentes usos.

Tabela 5.7 – Incidência de defeitos conforme o uso para Wave One

Teste de Kruskal-Wallis Incidência de Defeitos conforme o Uso Característica: Depressão WO				Teste de Kruskal-Wallis Incidência de Defeitos conforme o Uso Característica: Aplainamento WO				Teste de Kruskal-Wallis Incidência de Defeitos conforme o Uso Característica: Crack WO			
Etapas de Uso	Score Médio			Etapas de Uso	Percentual de "Sim"			Etapas de Uso	Score Médio		
	AV1	AV2	AV3		AV1	AV2	AV3		AV1	AV2	AV3
0	2,75	2,25	1,75	0	100%	100%	100%	0	1,00	1,00	1,00
2	1,50	2,25	1,50	2	100%	50%	100%	2	1,50	1,25	1,50
6	2,00	2,75	2,00	6	75%	75%	75%	6	2,75	2,00	2,75
8	2,50	1,75	2,25	8	50%	50%	75%	8	2,50	2,25	3,00
10	3,00	2,25	3,00	10	100%	75%	100%	10	3,00	2,25	3,00
Média Geral	2,35	2,25	2,10	Média Geral	85%	70%	90%	Média Geral	2,15	1,75	2,25
Hipótese H ₀	Etapas de Uso não diferem quanto às Avaliações			Hipótese H ₀	Etapas de Uso não diferem quanto às Avaliações			Hipótese H ₀	Etapas de Uso não diferem quanto às Avaliações		
Hipótese H _a	Ao menos uma das Etapas de Uso difere das demais			Hipótese H _a	Ao menos uma das Etapas de Uso difere das demais			Hipótese H _a	Ao menos uma das Etapas de Uso difere das demais		
	AV1	AV2	AV3		AV1	AV2	AV3		AV1	AV2	AV3
p-Value	8,42%	54,64%	10,36%	p-Value	20,21%	53,03%	53,03%	p-Value	0,43%	2,18%	0,20%

Os resultados demonstram que para depressão e aplainamento não foi apresentada diferença significativa entre os usos ($p\text{-valor} < 5\%$). Para incidência de crack ocorreu um aumento expressivo do score médio, cerca de 83% de aumento na avaliação do sexto uso ($p\text{-valor} > 5\%$).

O mesmo teste foi aplicado nos dados da lima One Shape e os resultados podem ser vistos na tabela 5.8.

Tabela 5.8 – Incidência de defeitos conforme o uso para One Shape

Teste de Kruskal-Wallis Incidência de Defeitos conforme o Uso Característica: Microcavidade OS				Teste de Kruskal-Wallis Incidência de Defeitos conforme o Uso Característica: Mancha e/ou Material				Teste de Kruskal-Wallis Incidência de Defeitos conforme o Uso Característica: Crack OS			
Etapas de Uso	Score Médio			Etapas de Uso	Percentual de "Sim"			Etapas de Uso	Score Médio		
	AV1	AV2	AV3		AV1	AV2	AV3		AV1	AV2	AV3
0	3,00	3,00	3,00	0	75%	25%	100%	0	1,00	1,00	1,00
2	2,25	2,00	2,50	2	25%	25%	50%	2	1,00	1,25	1,00
6	2,75	2,75	2,75	6	75%	100%	100%	6	1,00	1,00	1,00
8	2,75	2,75	2,75	8	100%	100%	100%	8	1,00	1,00	1,00
10	2,00	2,00	2,50	10	50%	25%	75%	10	1,75	1,75	1,75
Média Geral	2,55	2,50	2,70	Média Geral	65%	55%	85%	Média Geral	1,15	1,20	1,15
Hipótese H ₀	Etapas de Uso não diferem quanto às Avaliações			Hipótese H ₀	Etapas de Uso não diferem quanto às Avaliações			Hipótese H ₀	Etapas de Uso não diferem quanto às Avaliações		
Hipótese H _a	Ao menos uma das Etapas de Uso difere das demais			Hipótese H _a	Ao menos uma das Etapas de Uso difere das demais			Hipótese H _a	Ao menos uma das Etapas de Uso difere das demais		
	AV1	AV2	AV3		AV1	AV2	AV3		AV1	AV2	AV3
p-Value	11,65%	3,84%	53,03%	p-Value	24,61%	3,47%	20,21%	p-Value	0,94%	3,89%	0,94%

Para o instrumento One Shape na comparação da incidência das alterações o crack mostrou diferença estatisticamente significativa na observação do décimo uso com aumento de 75% na incidência ($p\text{-valor} < 5\%$).

No que diz respeito ao defeito mais frequentemente observado nas avaliações podemos observar na tabela 5.9 que para Wave One o aplainamento apresenta-se mais frequente (13,33 %) seguido da depressão (15 %) e do crack (13,33 %). Para a lima One Shape o defeito mais encontrado foi a microcavidade (19,33 %), seguida de mancha ou material aderido (13,67 %) e crack (3,33 %).

Tabela 5.9 - Incidência dos defeitos para Wave One e para One Shape

Quantidade de Incidência de Defeitos Segmentada por Tipo de Característica Observada				
Defeitos	Número de Incidências Score > 1 ou "Sim"			
	AV1	AV2	AV3	Média
Depressão WO	15	16	14	15,00
Aplainamento WO	17	14	18	16,33
Crack WO	14	12	14	13,33
Total	46	42	46	44,67
Microcavidade OS	19	19	20	19,33
Man_Mat_Ader OS	13	11	17	13,67
Crack OS	3	4	3	3,33
Total	35	34	40	36,33

5.1.4 Características da superfície dos instrumentos Wave One e One Shape

Na fotomicrografia do instrumento Wave One novo é possível observar as bordas ou arestas regulares e linhas dispostas na superfície do instrumento originadas pelo processo de fabricação (Figura 5.1).

No instrumento One Shape novo a superfície se apresenta mais lisa, é possível verificar a presença de material aderido e as linhas de usinagem são mais discretas (Figura 5.2)

Na fotomicrografia do instrumento Wave One pode-se observar a ocorrência de depressão e aplainamento das bordas (Figura 5.3).

O aspecto das manchas e material aderido encontrado nos instrumentos One Shape pode ser visto na fotomicrografia (Figura 5.4).

Figura 5.1 – Instrumento Wave One novo (160X)

Figura 5.2 – Instrumento One Shape novo (160X)

Figura 5.3 – Depressão e aplainamento das bordas do Instrumento Wave One (160X)

Figura 5.4 – Mancha e material aderido no Instrumento One Shape (160X)

Figura 5.5 –Crack no Instrumento Wave One (500X)

Figura 5.6 –Crack no Instrumento One Shape (500X)

Nas bordas ou arestas do instrumento Wave One são observados cracks (Figura 5.5).

Nos instrumentos One Shape também foi observada a ocorrência de crack como pode ser visto na fotomicrografia (Figura 5.6).

5.2 Análise dos tempos de instrumentação.

As tabelas com os tempos de preparo nas 10 utilizações para os instrumentos Wave One e One Shape nos canais mesio vestibular e mesio lingual foram submetidas aos testes estatísticos (Apêndices D, E, F, G). De acordo com o número de dados e a não normalidade da amostra optou-se por testes não paramétricos para comparação entre os grupos. O teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para dados não pareados foi escolhido para comparação dos tempos médios entre os grupos de instrumentos com nível de significância de 5% ($\alpha=5\%$). Para análise da variação dos tempos de preparo

em função do número de uso foi escolhido o teste paramétrico ANOVA, com nível de significância de 5% ($\alpha=5\%$) que permite verificar se existe diferença significativa entre as médias de diferentes grupos. No decorrer do experimento um instrumento fraturou e para complementar a análise do número de amostras/instrumentos no início e final do experimento foi escolhido o teste de Mc-Nemar, que permite avaliar frequências nas situações “antes e depois”. De maneira geral, as hipóteses testadas ao longo do trabalho seguiram uma interpretação padronizada. A hipótese nula contemplou a igualdade e a hipótese alternativa, a diferença entre os grupos/instrumentos.

5.2.1 Análise dos tempos médios

As médias e o desvio padrão dos tempos de preparo para as limas Wave One e One Shape nos canais mesio vestibular (MV) e mesio lingual (ML) durante os 10 usos são apresentadas nas tabelas 5.10 e 5.11.

De acordo com os resultados o instrumento One Shape foi mais rápido que Wave One nos canais mesio vestibular e no mesio lingual. Nas médias apresentadas em apenas um dos usos do instrumento Wave One o tempo ficou abaixo do One Shape, tanto no canal mesio vestibular quanto no mesio lingual. A representação gráfica dos tempos médios durante as utilizações pode ser vista pelas linhas correspondentes a cada instrumento nos gráficos que acompanham as tabelas. A linha do instrumento Wave One fica, em geral, acima da linha do One Shape, representando tempos maiores para este instrumento.

Tabela 5.10 – Tempos médios para os instrumentos Wave One e One Shape no canal MV

Tempo Médio Instrumentação				
Canal: MV				
Utilização	Média		Desvio Padrão	
	WO	OS	WO	OS
1	41.2	45.4	4.6	3.8
2	44.2	40.8	4.1	5.4
3	40.4	36.4	4.2	4.1
4	41.0	33.8	3.8	5.2
5	39.8	35.0	4.5	5.3
6	44.2	34.4	3.7	2.1
7	42.4	39.2	1.5	6.3
8	45.6	40.8	5.5	7.9
9	46.8	44.0	3.7	6.9
10	45.6	44.8	6.2	10.4

Tabela 5.11 - Tempos médios para os instrumentos Wave One e One Shape no canal ML

Tempo Médio Instrumentação				
Canal: ML				
Utilização	Média		Desvio Padrão	
	WO	OS	WO	OS
1	35.2	34.6	2.9	3.4
2	36.8	33.2	5.8	6.3
3	40.4	38.8	4.0	1.3
4	38.8	39.4	2.4	0.9
5	40.4	37.6	1.8	1.5
6	40.6	38.4	2.6	1.5
7	43.2	38.4	1.3	1.8
8	47.2	40.2	1.5	1.3
9	46.6	39.6	1.5	0.9
10	46.6	39.5	1.1	1.0

5.2.2 Comparação dos tempos entre os instrumentos

O teste de Wilcoxon-Mann-Whitney foi escolhido para comparação dos tempos médios entre os grupos de instrumentos com nível de significância de 5% ($\alpha=5\%$).

A tabela 5.12 demonstra a diferença dos tempos médios entre os sistemas no canal mesio vestibular. Como podemos observar a One Shape apresenta um tempo médio de trabalho mais reduzido, 39,46 segundos, enquanto que para Wave One o tempo médio foi de 43,12 segundos. Essa diferença entre os tempos médios de preparos para Wave One e One Shape é significativa ($p<5\%$).

Tabela 5.12 - Comparação dos tempos do instrumento Wave One e One Shape no canal MV

Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney		
Objetivo:	Comparação Instrumentos	
Resposta:	Tempos médios	
Etapa:	Instrumentação	
Canal:	MV	
Hipótese H_0	Wave One = One Shape	
Hipótese H_a	Wave One $\neq$ One Shape	
Tempo Médio	Wave One	One Shape
	43.12	39.46
Significância α	5%	
Estatística W:	77	
p-Value:	4.49%	
Avaliação:	$p\text{-Value} < \alpha$	

A tabela 5.13 demonstra os dados referentes ao canal mesio lingual. O tempo médio de trabalho para One Shape, 37,97 segundos, foi menor que para Wave One, 41,58 com diferença significativa ($p<5\%$).

Tabela 5.13 - Comparação dos tempos do instrumento Wave One e One Shape no canal ML

Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney		
Objetivo:	Comparação Instrumentos	
Resposta:	Tempos médios	
Etapas:	Instrumentação	
Canal:	ML	
Hipótese H_0	Wave One = One Shape	
Hipótese H_a	Wave One $\neq$ One Shape	
Tempo Médio	Wave One	One Shape
	41.58	37.97
Significância α	5%	
Estatística W:	79.5	
p-Value:	2.81%	
Avaliação:	p-Value < α	

5.2.3 Avaliação dos tempos de preparo X número de uso

Para análise da variação dos tempos de preparo em função do número de uso foi escolhido o teste ANOVA e os resultados são apresentados por uma tabela e um gráfico. Pelos valores apresentados foi possível verificar a variação do tempo conforme o uso e sua significância. O dado "Intercepto" indica o tempo médio de cada um dos 10 usos para cada lima e corresponde ao início da reta. Graficamente os tempos em cada uso são representados por pontos e a média destes pela reta. Com base nestes valores determinou-se qual seria a estimativa de aumento, em segundos, para cada lima a cada uso, este valor está descrito no quadro "utilização". A hipótese nula testada foi de que esse valor seria zero, indicando igualdade entre os tempos durante os usos e a hipótese alternativa seria valor diferente de zero, indicando diferença entre os tempos. Sobre esse valor de utilização aplicou-se o p-valor para verificar a significância da estimativa de aumento.

Para o canal mesio vestibular Wave One apresentou tempo médio de 40.04 segundos (s), a estimativa de aumento foi 0,56 s e p-valor 1,17%, demonstrando que ocorreu aumento significativo no tempo no em função do uso ($\alpha < 5\%$). Para One Shape

o tempo médio foi de 37,81 s, a estimativa de 0,28 s e p-valor 41,80%, o aumento no tempo ocorreu mas não foi significativo ($\alpha > 5\%$). Os resultados podem ser vistos na tabela 5.14.

Tabela 5.14 - Tempo de preparo X número de uso no canal MV

Para o canal mesio lingual Wave One apresentou tempo médio de 34.29 s, a estimativa de aumento foi 1.32 s e p-valor 0%, portanto ocorreu aumento significativo no tempo no em função do uso ($\alpha < 5\%$). Para One Shape o tempo médio foi de 34,80 s, a estimativa de 0,57 s e p-valor 0,01%, com aumento significativo no tempo ($p < 5\%$). Os resultados podem ser vistos na tabela 5.15.

Tabela 5.15 - Tempo de preparo X número de uso no canal ML

One Shape apresentou aumento não significativo no tempo de preparo do canal mesio vestibular e aumento significativo no canal mesio lingual. Wave One apresentou aumento significativo nos canais mesio vestibular e mesio lingual. Os aumentos, embora significativos, foram bem discretos. Pela posição das elipses, que englobam a maioria dos tempos, sobrepostas à representação gráfica notou-se que os tempos aumentam após o sexto uso.

5.2.4 Avaliação da quantidade de instrumentos fraturados

Na realização deste trabalho um instrumento One Shape fraturou no décimo uso e o teste estatístico escolhido para avaliação foi o teste de Mc-Nemar. A hipótese nula testada foi que a quantidade de instrumentos é igual antes e depois do experimento e a hipótese alternativa é que a quantidade é diferente. Os resultados são apresentados nas tabelas 5.16 e 5.17 para Wave One e One Shape respectivamente. A ocorrência de fratura da lima One Shape não foi significativa em relação ao total de limas utilizadas no experimento ($\alpha > 5\%$).

Tabela 5.16 - Análise de fratura das limas Wave One

Instrumento: Wave One				
# Limas		Final		Total
		Sem Fratura	Fraturada	
Início	Sem Fratura	10	0	10
	Fraturada	0	0	0
Total		10	0	10
Teste de McNemar para Contingência				
Hipótese H_0		Início = Fim		
Hipótese H_a		Início $\neq$ Fim		
Estatística Qui-Quadrado			0	
p-Value			100%	

Tabela 5.17 - Análise de fratura das limas One Shape

Instrumento: One Shape				
# Limas		Final		Total
		Sem Fratura	Fraturada	
Início	Sem Fratura	9	1	10
	Fraturada	0	0	0
Total		9	1	10
Teste de McNemar para Contingência				
Hipótese H_0		Início = Fim		
Hipótese H_a		Início $\neq$ Fim		
Estatística Qui-Quadrado			0	
p-Value			100%	

6 DISCUSSÃO

Na história da endodontia pode-se observar uma nítida evolução tecnológica nos últimos anos, na qual se destaca a introdução das ligas de Níquel-Titânio e o preparo mecanizado do canal radicular, que trouxe preparos mais uniformes e de execução relativamente rápida (Walia et al., 1988; Thompsom, 2000).

Atualmente existem os sistemas compostos por múltiplas limas utilizando o movimento de rotação contínua acionadas por um motor elétrico que promovem o preparo do canal de forma mecanizada. No entanto, outro método de preparo dos canais radiculares é realizado utilizando apenas um instrumento. Essa mudança trouxe novos questionamentos no que se refere à desinfecção, modelagem, resistência e redução do tempo de trabalho destes instrumentos e neste sentido justifica-se estudos a fim de aclarar a temática.

Com a proposta do uso de uma lima única para o preparo do canal radicular foi lançado o Wave One, sistema que utiliza um único instrumento para todo o preparo sendo assim mais prático e simples. Seu acionamento se dá com um movimento reciprocante que nada mais é que o movimento alternado em maior amplitude no sentido anti-horário e o retrocesso no sentido horário. Neste particular tem-se observado que o movimento reciprocante aumenta a resistência do instrumento quando comparado ao movimento rotatório (Yared, 2008; De Deus et al., 2010; Varela-Patiño et al., 2010; You et al., 2010). Além disso, este sistema é confeccionado pela liga de níquel titânio M-Wire, que possui um tratamento térmico resultando em maior resistência à fadiga cíclica do instrumento (Gambarini et al., 2008; Ye; Gao, 2012; Kim et al., 2012, Gutman; Gao, 2012). Estudos sobre redução bacteriana com Wave One demonstraram um bom desempenho, sendo tão eficiente quanto Reciproc, Mtwo e ProTaper (Machado et al., 2013).

Seguindo a proposta de lima única, para o preparo do canal a Micro-Mega lançou a lima One Shape, que utiliza o movimento de rotação contínua. Ensaios sobre sua ação de corte e limpeza do canal, comparados aos da lima Wave One não apresentaram diferenças significativas (Dagna et al., 2012; Saber et al., 2014; Nabeshima et al., 2014; Bürklein et al., 2014). Entretanto quanto à sua resistência a

fadiga cíclica seus resultados são inferiores quando comparado ao Wave One (Burklein et al., 2013).

Na literatura pode-se encontrar referência sobre o uso dos instrumentos para o preparo de até cinco molares de modo seguro (Lopes et al., 2010).

Com respeito ao número de usos e a reutilização do instrumento, a recomendação do fabricante para ambos os sistemas é de descarte após o seu uso. A discussão relativa ao uso múltiplo destes instrumentos contrapõe algumas considerações. De acordo com alguns autores (Park et al., 2013; You et al., 2010; Yared et al., 1999; Yared et al., 2000; Vieira et al., 2008), outras pesquisas devem ser efetuadas no sentido de melhor esclarecer estes pontos salientando ainda que, logicamente, o uso único recomendado minimiza a incidência de cargas sobre o instrumento e consequentemente diminui os riscos de fratura. Ainda no que se refere à limpeza dos instrumentos, vários estudos recomendam um aperfeiçoamento dos processos de fabricação produzindo superfícies com melhor acabamento superficial e sem ranhuras que podem diminuir a adesão de resíduos e a influência destes nas alterações de superfície com sugeriu Martins et al. (2002); Wolcott et al. (2006).

Nos ensaios de resistência a fadiga cíclica vários autores demonstraram que a mesma diminui após o uso clínico como observou o trabalho de Gambarini (2001); Yared et al. (2000). Trabalhos relacionando o uso à ocorrência de defeitos de superfície demonstraram que, nos instrumentos novos e usados são observados defeitos e marcas de uso respectivamente, e, a resistência à fadiga cíclica apresenta resultados inferiores nos instrumentos que apresentam mais imperfeições (Vieira et al., 2008; Kim et al., 2010).

Com relação ao movimento recíprocante vários autores demonstraram que a resistência à fadiga cíclica é maior neste movimento quando comparado ao movimento rotatório, devido à alternância de rotação no sentido anti-horário e horário minimizando a indução de cargas de tensão nos instrumentos acompanhada de menor incidência de defeitos produzidos pelo uso (Burklein et al., 2012; Gavini et al., 2012; Kim et al., 2012; Plotino et al., 2012; Stern et al., 2012; Lopes et al., 2013; Rubini et al., 2013).

Desta forma a ocorrência de fraturas pode estar relacionada ao conjunto de cargas ao qual o instrumento fica submetido durante o preparo do canal (Alapati et al., 2005), ligadas a fatores como posição do dente na arcada, curvaturas radiculares ou ecossistema de forças, diâmetro dos condutos, esterilização, dentre outros.

Nos instrumentos de Níquel Titânio muitas vezes a fratura ocorre sem sinal prévio. Assim sendo clinicamente a observação dos instrumentos sob magnificação, o cuidado na penetração dos instrumentos, o bom senso profissional e a seleção de casos são fundamentais no sentido de prevenir ou reduzir essas ocorrências. Já em nível de investigação a microscopia eletrônica de varredura é relatada como ideal para estudo das alterações de superfície (Sattapan et al., 2000; Yared et al., 2000; Tripi et al., 2001; Bahia; Buono, 2005; Alapati et al., 2005; Alexandrou et al., 2006; Troian et al., 2006; Shen et al., 2006; Herold et al., 2007; Chianello et al., 2008; Luzi et al., 2010; Caballero et al., 2014), pois permite identificação de alterações de superfície relacionadas às fraturas, apresentando resultados referenciais e sugestivos não encerrando o quadro em questão.

No presente ensaio não foi observada a ocorrência de fratura dos instrumentos com exceção à One Shape em seu décimo uso. Em alguns estudos não houve ocorrência de fraturas como o resultado encontrado por Yared et al. (2000) que utilizou 13 conjuntos de Profile, no entanto, em apenas quatro molares. Dificuldades constantes para ação destes instrumentos são decorrentes da anatomia com curvaturas acentuadas e estreitamentos no canal (Pruett et al., 1997). Outras dificuldades podem influenciar a ocorrência de fratura, por vezes ela pode ser atribuída à falta de atenção do operador associada à atenção à forma correta de uso evitando pressão excessiva durante a penetração do mesmo (Yared et al., 2003; Peters, 2004, Shen et al. 2006).

Nas observações dos instrumentos foram encontrados cracks, microcavidades, aplainamento das arestas, depressões, manchas e material aderido. A ocorrência de defeitos foi diferente para cada grupo de instrumentos e aumentou com o numero de usos confirmando os estudos de Herold et al. (2007), Vieira et al. (2008); Caballero et al. (2014) e Tsujimoto et al. (2014).

No presente ensaio foram observadas marcas de usinagem, presença de imperfeições e material aderido nos instrumentos novos, originadas pelo processo de

fabricação confirmando estudos de Alapati et al. (2003), Alexandrou et al. (2006), Chianello et al. (2008) e Drago et al. (2011).

O teste Estatístico Kappa foi realizado para avaliar se a análise dos observadores convergia para uma mesma decisão ou resultado. A concordância maior estava localizada entre o avaliador 1 e 3 enquanto que os dados do avaliador 2 apresentavam resultados diferentes em algumas situações. No entanto, considerando o p-valor, os resultados de baixa concordância não foram estatisticamente significantes.

Pela tabela 5.9 verificou-se que a alteração mais encontrada no instrumento Wave One foi o aplainamento das arestas com 16,33%, seguido de depressão, 15% e crack 13,33%. Estas alterações também chamadas marcas de uso, embotamento das arestas ou perda de corte foram observadas neste experimento e confirmam resultados de outros autores como Caballero et al. (2014) e Tsujimoto et al. (2014). Nas tabelas 5.7 e 5.8 observou-se se a incidência de cada tipo de alteração variava conforme a utilização e para os critérios depressão, aplainamento, microcavidade e manchas/material aderido não houve diferença estatisticamente significativa (p-valor>5%) indicando que estas alterações não são influenciadas pelo uso de forma significativa. Considerando o critério crack foi observada diferença significativa na incidência para os dois instrumentos.

Para One Shape a alteração mais observada foi a microcavidade em 19.33%, seguida de mancha e material aderido, 13,67 e de crack com 3,33% (tabela 5.9).

O fabricante da lima One Shape foi consultado sobre algum tratamento de superfície da mesma, mas a informação não foi confirmada sob o argumento de manutenção do sigilo comercial. No entanto a análise das imagens deixa claro que existe um tratamento de superfície pelo aspecto liso, polido e uniforme da mesma. As marcas de usinagem são suaves produzindo superfície com poucas ranhuras e irregularidades.

As alterações observadas também sugerem que o instrumento recebe um tratamento de superfície pois irregularidades frequentes nestes casos são a microcavidade ou *pites* e as manchas. Relembrando aspectos já descritos neste trabalho, os pites ou microcavidades são um tipo de corrosão que produz cavidades

estreitas na superfície e profundas em direção ao interior do metal e as manchas são marcas de corrosão. Dessa forma a diferença na incidência de alterações pode ser melhor compreendida já que o eletropolimento produz instrumentos com melhor acabamento superficial (Kim et al., 2010; Vieira et al., 2008; Lopes et al., 2010; Gutman; Gao, 2012).

O crack foi observado na avaliação dos dois instrumentos. O teste de Wilcoxon-Man-Whitney foi aplicado para comparar a ocorrência de crack e os resultados demonstraram que existe diferença entre os instrumentos. Na tabela 5.6 os valores para scores 2 e 3 (presença de alteração) são maiores para Wave One em comparação ao One Shape. Na tabela 5.7 a incidência de crack, a partir do sexto uso, aumentou de forma significativa como se observou através dos scores médios apurados. Para One Shape observou-se o aumento significativo dos scores médios no décimo uso ($p\text{-valor}<5\%$). Neste particular, de acordo com todos os avaliadores, Wave One apresentou mais craks que One Shape com diferença estatisticamente significativa ($p\text{-valor}<5\%$).

Portanto, embora não tenha se apresentado como o defeito mais observado para os instrumentos, o crack se mostrou expressivo neste experimento devido a seu aumento significativo.

A Wave One apresenta alteração do tipo crack de forma muito mais intensa que One Shape o que se justifica considerando que o eletropolimento produz superfícies mais polidas e com menos alterações. Cabe citar que mesmo apresentando alterações de forma significativa os instrumentos prepararam os dez canais sem ocorrência de fratura, exceto pela fratura de uma lima One Shape que aconteceu no décimo uso.

No que diz respeito à reutilização do instrumento outro critério a ser observado, que pode estar relacionado ao seu desempenho quanto à eficiência de corte e capacidade de remoção dentinária, é o tempo apresentado nesta ação (Park et al., 2013; Sattapan et al., 2000; Svec; Powers, 2002; Machado et al., 2012; Saber et al., 2014). Neste particular o registro dos tempos de preparos pode trazer informações importantes sobre o comportamento do instrumento e seu desempenho em usos sequenciais (Bürklein et al., 2012; Bürklein et al., 2013). O instrumento One Shape foi mais rápido que o Wave One no preparo dos canais, resultados semelhantes ao

encontrado por Bürklein et al. (2013, 2014) quando comparou o tempo entre os instrumentos Mtwo, Reciproc, F360 e One Shape.

Nas representações gráficas dos tempos de preparo, que acompanham as tabelas 5.14 e 5.15, a reta representa a média entre os tempos de cada uso e os pontos são os tempos efetivamente registrados. Pela posição dos pontos foi possível observar uma grande variabilidade dos tempos de preparo durante as utilizações. No entanto antes do sexto uso a maioria dos pontos se apresenta entre a reta e o eixo inferior do gráfico. A partir do sexto uso a maioria dos pontos aparece acima da reta o que indica que os tempos aumentaram à medida que as utilizações foram se repetindo. O tempo de preparo sofreu influência estatisticamente significativa do número de uso. Para Wave One o aumento no tempo foi mais notado como pode ser visto pela inclinação das retas especialmente no canal mesio lingual.

Vale ressaltar que esse aumento no tempo é estatisticamente significativo, mas é considerado pequeno. No canal mesio vestibular para Wave One o tempo médio inicial é de 40,4 segundos e o final de 45,4 segundos e para One Shape a média inicial é de 37,8 e a final de 40,3 segundos. No canal mesio lingual a variação é um pouco maior sendo que para Wave One o tempo médio inicial é de 34,2 segundos e o final de 45,9 segundos e para One Shape a média inicial é de 34,8 e a final de 40,0 segundos.

Assim sendo, em termos clínicos, não observamos diferenças de tempo na ação entre os instrumentos. Os cálculos realizados em segundos podem apresentar valores numéricos e diferenças significativas, mas temos que ressaltar que estamos falando em segundos. Desta forma pode-se interpretar que existe sim algum tipo de alteração estrutural no instrumento, que não chega a inviabilizar o seu uso múltiplo, mas que termina por influenciar no seu tempo de trabalho. Entretanto outros ensaios devem ser efetuados para o esclarecimento desta temática.

7 CONCLUSÕES

- ✓ No que se refere às alterações observadas na microscopia eletrônica de varredura os cracks estão presentes em maior numero no sistema Wave One.
- ✓ A incidência de crack é significativa a partir do 6º uso na Wave One e a partir do 10º uso na One Shape.
- ✓ No que se refere ao tempo de trabalho o One Shape se mostrou mais rápido no preparo do canal radicular.
- ✓ O tempo de preparo aumenta com o uso para Wave One e para One Shape.

REFERÊNCIAS¹

Anderson ME, Price JW, Parashos P. Fracture resistance of electropolished rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*. 2007 Oct;33(10):1212-6.

Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Mitchell JC. Scanning electron microscope observations of new and used nickel-titanium rotary files. *J Endod*. 2003 Oct;29(10):667-9.

Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical Use. *J Endod*. 2005 Jan;31(1):40-3.

Alexandrou GB, Chrissafis K, Vasiliadis LP, Pavlidou E, Polychroniadis EK. SEM observations and differential scanning calorimetric studies of new and sterilized nickel-titanium rotary endodontic instruments. *J Endod*. 2006 Jul;32(7):675-9.

Bahia MG, Buono VT. Decrease in the fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments after clinical use in curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005 Aug;100(2):249-55.

Bui TB, Mitchell JC, Baumgartner JC. Effect of electropolishing ProFile nickel-titanium rotary instruments on cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and cutting efficiency. *J Endod*. 2008 Feb;34(2):190-3.

Bürklein 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 May;45(5):449-61.

Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2013 Jun;46(6):590-7.

Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J*. 2014 May;47(5):405-9.

¹ De acordo com o Estilo Vancouver.

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. doi: 10.1111/iej.12304.

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.

Dagna A, Arciola CR, Visai L, Selan L, Colombo M, Bianchi S, Poggio C. Antibacterial efficacy of conventional and single-use Ni-Ti endodontic instruments: an in vitro microbiological evaluation. *Int J Artif Organs*. 2012 Oct;35(10):826-31.

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 Dec;43(12):1063-8.

Drago M, Schettino Junior MA, Cipriano DF, Oliveira FJP, Pereira RS. Deformação da superfície externa dos alargadores ProTaper® Universal. *RPG Rev Pós Grad*. 2011;18(3):160-9.

Electropolishing. A user's guide to applications, quality standards and specifications. 9 ed. Texas: Delstar Metal Finishing, Inc.; 2003.

Ferreira Murgel CA, Walton RE, Rittman B, Pecora JD. A comparison of techniques for cleaning endodontic files after usage: a quantitative scanning electron microscopic study. *J Endod*. 1990 May;16(5):214-7.

Gambarini G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. *Int Endod J*. 2001 Jul;34(5):386-9.

Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod*. 2008 Aug;34(8):1003-5.

Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GT, Kawakami DA. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod*. 2012 May;38(5):684-7.

Gutman JL, Gao, Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel–titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J*. 2012; 45: 113–28.

Herold KS, Johnson BR, Wenckus CS. A scanning electron microscopy evaluation of microfractures, deformation and separation in EndoSequence and Profile nickel-titanium rotary files using an extracted molar tooth model. *J Endod*. 2007 Jun;33(6):712-4.

Kauffman GB, Mayo I. The Story of Nitinol: The Serendipitous Discovery of the Memory Metal and Its Applications. *Chemical Educator*. 1996; 2(1) [cited 2014 Aug 12]. doi:10.1007/s00897970111a. Available from: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00897970111a#page-1>

Kim HC, Yum J, Hur B, Cheung GS. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files. *J Endod*. 2010 Jan;36(1):147-52.

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 Apr;38(4):541-4.

Lopes HP, Elias CN, Vieira VT, Moreira EJ, Marques RV, de Oliveira JC, Debelian G, Siqueira JF Jr. Effects of electropolishing surface treatment on the cyclic fatigue resistance of BioRace nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*. 2010 Oct;36(10):1653-7.

Lopes HL, Elias CN, Vieira MVB, Siqueira Junior JF, Manguelli M, Lopes WSP et al. Fatigue life of Reciproc and MTWO instruments subjected to static and dynamic tests. *J Endod*. 2013; 39(5): 693-96.

Luzi A, Forner L, Almenar A, Llena C. Microstructure alterations of rotary files after multiple simulated operative procedures. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2010 Jul 1;15(4):e658-62.

Machado MEL, Nabeshima CK, Leonardo MFP, Cardenas JEV. Análise do tempo de trabalho da instrumentação recíproca com lima única: WaveOne e Reciproc. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2012; 66(2): 120-4.

Machado ME, Nabeshima CK, Leonardo MF, Reis FA, Britto ML, Cai S. Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. *Int Endod J*. 2013 Nov;46(11):1083-7.

Martins RC, Bahia MG, Buono VT. Surface analysis of ProFile instruments by scanning electron microscopy and X-ray energy-dispersive spectroscopy: a preliminary study. *Int Endod J*. 2002 Oct;35(10):848-53.

Nabeshima CK, Caabalero-Flores H, Cai S, Aranguren J, Borges Britto ML, de Lima Machado ME. Bacterial removal promoted by 2 single-file systems: Wave One and One Shape. *J Endod*. 2014; 40(12):1995-8.

Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod*. 2006 Nov;32(11):1031-43.

Park SK, Kim YJ, Shon WJ, You SY, Moon YM, Kim HC, Lee W. Clinical Efficiency and Reusability of the Reciprocating Nickel-Titanium Instruments According to the Root Canal Anatomy. *Scanning*. 2013 Apr 29. doi: 10.1002/sca.21096. [Epub ahead of print].

Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004 Aug;30(8):559-67.

Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J*. 2012; 45(7): 614–18.

Poggio C, Dagna A, Chiesa M, Beltrami R, Colombo M. Ultrastructural analysis of the root canal walls after preparation with two rotary nickel-titanium endodontic instruments. *Contemp Clin Dent*. 2014 Jul;5(3):357-60.

Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*. 1997;23(2):77-85.

Roane JB, Sabala CL, Duncanson Jr MG. The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endod*. 1985;11:203-11.

Rubini AG, Sannino G, Pongione G, Testarelli L, Al Sudani D, Jantarat J, De Luca M, Gambarini G. Influence of file motion on cyclic fatigue of new nickel titanium instruments. *Ann Stomatol (Roma)*. 2013 Mar 20;4(1):149-51.

Saber SEDM, Nagy MM, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability Wave one, Reciproc and One shape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2014; doi: 10.1111/iej. 12289.

Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod.* 2000 Mar;26(3):161-5.

Shen Y, Cheung GS, Bian Z, Peng B. Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use. *J Endod.* 2006 Jan;32(1):61-5.

Stern S, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannocci F. Changes in centring and shaping ability using three nickel–titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography (μ CT). *Int Endod J.* 2012 Jun;45(6):514-23.

Svec TA, Powers JM. The deterioration of rotary nickel-titanium files under controlled conditions. *J Endod.* 2002 Feb;28(2):105-7.

Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000;33(4):297-310.

Tripi TR, Bonaccorso A, Tripi V, Condorelli GG, Rapisarda E. Defects in GT rotary instruments after use: an SEM study. *J Endod.* 2001 Dec;27(12):782-5.

Troian CH; Só MV; Figueiredo JA; Oliveira, EP. Deformation and fracture of Race and K3 endodontic instruments according to the number of uses. *Int Endod. J.* 2006; 39(8): 616-25.

Tsujimoto M, Irifune Y, Tsujimoto Y, Yamada S, Watanabe I, Hayashi Y. Comparison of conventional and new-generation nickel-titanium files in regard to their physical properties. *J Endod.* 2014; 40(11):1824-9.

Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martín-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod.* 2010 Jan;36(1):157-9.

Vieira EP, França EC, Martins RC, Buono VT, Bahia MG. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of ProTaper rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2008 Feb;41(2):163-72.

Walia H, Brantley WA, Gerstin H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod.* 1988;14:346-51.

Wolcott S, Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. Separation incidence of Protaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation. *J Endod*. 2006 Dec;32(12):1139-41.

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

Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of Profile rotary instruments after simulated clinical use. *Int Endod J*. 1999 Mar;32(2):115-9.

Yared GM, Bou Dagher FE, Mactou O. Cyclic fatigue of Profile rotary instruments after clinical use. *Int Endod J*. 2000;33(3): 204-7.

Yared G, Bou Dagher F, Kulkarni K. Influence of torque control motors and the operator's proficiency on ProTaper failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003 Aug;96(2):229-33.

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 Jan;38(1):105-7.

You SY, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Lifespan of one Nickel-Titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod*. 2010; 36(12): 1991-4.

APÊNDICE A – Resultados Avaliador 1

	DEPRESSÃO	APLAINAMENTO	CRACK	MICROCAVIDADE	MAN/MAT ADER
IMAGEM	SCORE	S/N	SCORE	SCORE	S/N
1	1	N	1	1	S
2	2	S	1	1	N
3	1	N	1	1	S
4	3	S	1	1	N
5	3	S	1	1	N
6	3	S	1	1	N
7	1	N	1	1	N
8	1	N	1	1	S
9	1	N	1	1	S
10	1	N	1	1	S
11	3	N	1	1	N
12	1	S	1	1	N
13	1	N	1	1	N
14	3	S	1	1	N
15	1	N	1	1	S
16	1	N	1	1	N
17	1	S	1	1	N
18	3	S	1	1	N
19	1	N	1	1	S
20	1	S	1	1	N
21	1	N	1	1	S
22	1	N	1	1	N
23	1	N	1	1	N
24	1	N	1	1	N
25	3	N	1	1	N
26	3	S	1	1	N
27	1	N	1	1	S
28	1	S	1	1	N
29	3	S	1	1	N
30	1	N	1	1	N
31	1	N	1	1	S
32	1	N	1	1	S
33	2	S	1	1	N
34	1	N	1	1	S
35	3	N	1	1	N
36	3	S	1	1	N
37	2	S	1	1	N
38	3	S	1	1	N
39	1	S	1	1	N
40	1	N	1	1	S

41	1	N	1	3	N
42	1	N	2	1	N
43	1	N	2	2	N
44	1	N	1	3	N
45	1	N	1	2	N
46	1	N	1	3	N
47	1	N	3	1	N
48	1	N	1	1	N
49	1	N	1	3	N
50	1	N	1	1	N
51	1	N	3	1	N
52	1	N	1	2	N
53	1	N	2	2	N
54	1	N	1	1	N
55	1	N	1	3	N
56	1	N	2	1	N
57	1	N	1	3	N
58	1	N	3	1	N
59	1	N	1	3	N
60	1	N	3	1	N
61	1	N	1	2	N
62	1	N	1	3	N
63	1	N	1	1	N
64	1	N	1	3	N
65	1	N	1	1	N
66	1	N	3	1	N
67	1	N	3	1	N
68	1	N	2	1	N
69	1	N	1	3	N
70	1	N	3	1	N
71	1	N	2	3	N
72	1	N	1	3	N
73	1	N	1	1	N
74	1	N	2	1	N
75	1	N	2	1	N
76	1	N	3	1	N
77	1	N	3	1	N
78	1	N	1	2	N
79	1	N	1	2	N
80	1	N	1	1	S

APÊNDICE B - Resultados avaliador 2

	DEPRESSÃO	APLAINAMENTO	CRACK	MICROCAVIDADE	MAN/MAT ADER
IMAGEM	SCORE	S/N	SCORE	SCORE	S/N
1	1	N	1	1	S
2	2	S	1	1	N
3	1	N	1	1	S
4	2	S	1	1	N
5	2	S	1	1	N
6	2	S	1	1	N
7	1	N	1	1	N
8	1	N	1	1	N
9	1	N	1	1	S
10	1	N	1	1	S
11	3	N	1	1	N
12	3	N	1	1	N
13	1	N	1	1	N
14	1	S	1	1	N
15	1	N	1	1	S
16	1	N	1	1	N
17	3	S	1	1	N
18	3	S	1	1	N
19	1	N	1	1	S
20	3	S	1	1	N
21	1	N	1	1	N
22	1	N	1	1	N
23	1	N	1	1	N
24	1	N	1	1	S
25	1	N	1	1	N
26	2	S	1	1	N
27	1	N	1	1	S
28	3	S	1	1	N
29	2	S	1	1	N
30	1	N	1	1	N
31	1	N	1	1	S
32	1	N	1	1	S
33	3	S	1	1	N
34	1	N	1	1	N
35	2	N	1	1	N
36	3	N	1	1	N
37	3	S	1	1	N
38	1	S	1	1	N
39	1	N	1	1	N
40	1	N	1	1	S

41	1	N	1	3	N
42	1	N	2	1	N
43	1	N	2	2	N
44	1	N	1	3	N
45	1	N	1	1	N
46	1	N	1	3	N
47	1	N	2	1	N
48	1	N	1	1	N
49	1	N	1	3	N
50	1	N	1	1	N
51	1	N	2	1	N
52	1	N	1	2	N
53	1	N	2	2	N
54	1	N	1	1	N
55	1	N	1	3	N
56	1	N	2	1	N
57	1	N	1	3	N
58	1	N	3	1	N
59	1	N	1	3	N
60	1	N	2	1	N
61	1	N	1	2	N
62	1	N	1	3	N
63	1	N	1	1	N
64	1	N	1	3	N
65	1	N	1	1	N
66	1	N	1	1	N
67	1	N	3	1	N
68	1	N	2	1	N
69	1	N	1	3	N
70	1	N	2	1	N
71	1	N	2	2	N
72	1	N	1	3	N
73	1	N	1	1	N
74	1	N	2	1	N
75	1	N	1	1	N
76	1	N	3	1	N
77	1	N	2	1	N
78	1	N	2	2	N
79	1	N	1	2	N
80	1	N	1	2	N

APÊNDICE C - Resultados avaliador 3

	DEPRESSÃO	APLAINAMENTO	CRACK	MICROCAVIDADE	MAN/MAT ADER
IMAGEM	SCORE	S/N	SCORE	SCORE	S/N
1	1	N	1	1	S
2	2	S	1	1	N
3	1	N	1	1	S
4	2	S	1	1	N
5	2	S	1	1	N
6	3	S	1	1	N
7	1	N	1	1	N
8	1	N	1	1	S
9	1	N	1	1	S
10	1	N	1	1	S
11	3	N	1	1	N
12	1	S	1	1	N
13	1	N	1	1	N
14	3	S	1	1	N
15	1	N	1	1	S
16	1	N	1	1	N
17	1	S	1	1	N
18	3	S	1	1	N
19	1	N	1	1	S
20	1	S	1	1	N
21	1	N	1	1	S
22	1	N	1	1	S
23	1	N	1	1	S
24	1	N	1	1	S
25	2	S	1	1	N
26	2	S	1	1	N
27	1	N	1	1	S
28	1	S	1	1	N
29	3	S	1	1	N
30	1	N	1	1	S
31	1	N	1	1	S
32	1	N	1	1	S
33	2	S	1	1	N
34	1	N	1	1	S
35	3	N	1	1	N
36	3	S	1	1	N
37	1	S	1	1	N
38	3	S	1	1	N
39	1	S	1	1	N
40	1	N	1	1	S

41	1	N	1	3	N
42	1	N	3	1	N
43	1	N	2	2	N
44	1	N	1	3	N
45	1	N	1	2	N
46	1	N	1	3	N
47	1	N	3	1	N
48	1	N	1	1	N
49	1	N	1	3	N
50	1	N	1	1	N
51	1	N	3	1	N
52	1	N	1	2	N
53	1	N	2	2	N
54	1	N	1	1	N
55	1	N	1	3	N
56	1	N	2	1	N
57	1	N	1	3	N
58	1	N	3	1	N
59	1	N	1	3	N
60	1	N	3	1	N
61	1	N	1	2	N
62	1	N	1	2	N
63	1	N	1	1	N
64	1	N	1	3	N
65	1	N	1	1	N
66	1	N	3	1	N
67	1	N	3	1	N
68	1	N	3	1	N
69	1	N	1	3	N
70	1	N	3	1	N
71	1	N	2	3	N
72	1	N	1	3	N
73	1	N	1	1	N
74	1	N	2	1	N
75	1	N	2	1	N
76	1	N	3	1	N
77	1	N	3	1	N
78	1	N	1	3	N
79	1	N	1	3	N
80	1	N	1	3	N

APÊNDICE D – Tempos de instrumentação para Wave One - canal mesio vestibular

	Tempos de preparo Wave One canal MV									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LIMA 1	47	38	43	40	40	43	42	41	42	40
LIMA 2	37	44	45	45	37	43	42	51	48	56
LIMA 3	40	48	34	45	47	45	41	43	51	43
LIMA 4	37	48	41	38	40	40	42	41	44	46
LIMA 5	45	43	39	37	35	50	45	52	49	43

APÊNDICE E – Tempos de instrumentação para Wave One - canal mesio lingual

	Tempos Wave One - canal ML									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LIMA 6	40	34	43	40	42	37	44	47	46	46
LIMA 7	33	35	36	41	41	43	43	48	45	45
LIMA 8	35	47	46	40	42	41	44	47	47	48
LIMA 9	35	35	39	38	38	39	44	49	46	47
LIMA 10	33	33	38	35	39	43	41	45	49	47

APÊNDICE F – Tempos de instrumentação para One Shape - canal mesio vestibular

	Tempos de preparo One Shape canal MV									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LIMA 6	48	39	35	28	28	36	29	30	37	33
LIMA 7	45	41	35	42	37	32	40	42	38	42
LIMA 8	47	50	41	31	32	37	42	51	43	46
LIMA 9	48	38	40	34	36	33	39	37	49	0
LIMA 10	39	36	31	34	42	34	46	44	53	58

APÊNDICE G – Tempos de instrumentação para One Shape - canal mesio lingual

	Tempos de preparo One Shape canal ML									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LIMA 11	37	28	40	40	40	40	39	40	39	40
LIMA 12	34	36	38	40	37	38	40	39	39	38
LIMA 13	36	43	39	39	37	39	36	42	41	40
LIMA 14	37	30	37	40	36	39	37	41	40	38
LIMA 15	29	29	40	38	38	36	40	39	39	40

ANEXO A – Parecer Comitê de Ética em Pesquisa da FOU SP

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E ALTERAÇÃO DE SUPERFÍCIE DAS LIMAS WAVE ONE E ONE SHAPE NO DECORRER DO NÚMERO DE USOS

Pesquisador: MARCIA VIRGINIA MORANTE PORTO PIRES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 32127714.4.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 736.043

Data da Relatoria: 01/08/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo que propõe avaliar o desempenho e alterações morfológicas na superfície de dois sistemas de lima única - Wave One e One Shape, no decorrer do número de usos. Quatrocentos condutos de molares superiores e inferiores humanos extraídos serão utilizados na instrumentação com 20 limas Wave One e 20 One Shape, sendo cada instrumento utilizado 10 vezes.

Objetivo da Pesquisa:

Como objetivo geral pretende-se avaliar o desempenho e a ocorrência de alterações morfológicas de superfície dos instrumentos Wave One e One Shape de acordo com sua utilização. Nos objetivos específicos pretende-se medir o tempo de trabalho das limas Wave one e One Shape durante o preparo do canal radicular no decorrer de dez usos e analisar a ocorrência de alterações de superfície (cracks, perda de metal e deformação plástica) nos instrumentos novos e utilizados em até 10 vezes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Por se tratar de dentes extraídos proveniente do Banco de dentes, não se tem uma avaliação de riscos. Como benefício possibilitará conhecer alterações de desempenho de limas endodônticas quando

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 736.043

de sua reutilização.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa propõe um estudo de avaliar o desempenho e alterações morfológicas na superfície dos sistemas Wave one e One Shape no decorrer de seu uso. 100 molares superiores e 100 molares inferiores que totalizarão 400 condutos serão selecionados para o estudo.

- 1) Resumo/Introdução - contextualizou o assunto
- 2) Os objetivos estão claros
- 3) Revisão da literatura - foram citados trabalhos referente ao tema

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de Rosto - preenchimento correto atendendo os critérios do CEP

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais semestrais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO PAULO, 01 de Agosto de 2014

Assinado por:
Maria Gabriela Haye Biazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br