

INSTRUMENTOS RECIPROCANTES EM ENDODONTIA

Clóvis Stephano Pereira Bueno¹, Mariana Gomes de Barros Nonô², Dyana dos Santos Fagundes, Daniel Pinto de Oliveira³

¹ Faculdade São Leopoldo Mandic, Campinas, SP, Brasil

² Universidade Federal do Alagoas (UFAL)

³ Professor do Centro Universitário Cesmac e Universidade Federal de Alagoas

Endereço correspondência

Clóvis Stephano Pereira Bueno

Engenheiro Mario de Gusmão, 316, Ponta Verde.

57035-000, Maceió, Alagoas

clovisspbueno@gmail.com

Recebido em 25 de novembro (2017) | Aceito em 30 de Janeiro (2018)

RESUMO

A adequada limpeza e a formatação dos canais radiculares são requisitos fundamentais para viabilizar o sucesso do tratamento endodôntico. No intuito de qualificar e simplificar essa etapa, foram desenvolvidos os sistemas reciprocantes, que visam ainda diminuir o risco de fratura dos instrumentos pela cinemática diferente empregada a eles, bem como pelos tratamentos térmicos realizados na liga metálica durante a sua fabricação. Este trabalho teve como propósito, através de uma revisão de literatura, estudar a instrumentação recíproca em Endodontia. Para a sua concretização, foi realizado um levantamento bibliográfico na base de dados do Pubmed, onde 132 artigos foram escolhidos inicialmente. Desses, 42 foram selecionados por possuírem relação direta com o objetivo do estudo. Considerou-se que os instrumentos reciprocantes, quando comparados a outros disponíveis no mercado, detêm as seguintes características: resistência mais elevada à fratura e, por conseguinte, uma maior vida útil; maior rapidez e grande capacidade de chegar ao comprimento de trabalho; desgastam de forma centralizada e conservadora; oferecem uma maior segurança ao operador e demandam uma menor curva de aprendizado. Porém, assim como os demais instrumentos, a capacidade de limpeza ainda é uma problemática, exigindo atenção e dedicação do profissional durante a etapa de preparo químico-mecânico.

Palavras-chave: Endodontia. Instrumentação. Instrumentos reciprocantes. Sistemas de lima única.

ABSTRACT

Proper cleaning and formatting of root canals are key requirements to enable the success of endodontic treatment. In order to describe and simplify this step, the reciprocating systems have been developed that are aimed at reducing the risk of fracture of the instruments used for different kinematic them as well as by the heat treatments conducted in the alloy during its manufacture. This work aimed to, through a literature review, study the reciprocating instrumentation in Endodontics. For its implementation, a literature review was conducted in Pubmed database, in which 132 articles were chosen initially. Of these, 42 were selected because they have a direct relationship with the purpose of the study. It was considered that the reciprocating instruments compared to other available, holds the following characteristics: higher resistance to fracture and therefore a longer life; greater speed and great ability to reach the working length; wear centralized and conservative manner; They provide greater safety to the operator and require a smaller learning curve. However, like other instruments, cleaning capacity is still a problem requiring attention and dedication of the professional during the chemical-mechanical preparation step.

Keyword: Endodontics. Instrumentation. Reciprocating systems. Single-file systems.

1. INTRODUÇÃO

O preparo químico-mecânico realizado durante o tratamento endodôntico tem como objetivo promover a limpeza, a ampliação e a modelagem do canal radicular. Para a realização desse procedimento são utilizados instrumentos endodônticos e soluções químicas auxiliares. A limpeza mecânica e química visa a remoção de rema-

nescentes pulpare, pré-dentina, microrganismos e seus substratos, enquanto a ampliação e a modelagem permitem uma obturação tridimensional do canal radicular. Embora distintas, essas etapas são realizadas simultaneamente durante o preparo do sistema de canais radiculares [1-3].

O conhecimento da complexa anatomia do sistema de canais radiculares é importante durante o ato da instrumentação. A ação do instrumento e o seu contato íntimo com as paredes do canal para excisá-las e modelá-las, fazem com que estudos para a criação de novas técnicas, métodos e instrumentos sejam extremamente necessários, pois é essa fase que demanda maior tempo clínico e maior aprimoramento do profissional [4].

Os instrumentos endodônticos de NiTi foram desenvolvidos para superar a rigidez daqueles feitos com ligas de aço inoxidável, o que gerou um forte impacto e impulsionou a Endodontia, tanto no aspecto científico quanto no social, ao serem introduzidos na especialidade [4].

De acordo com Yared [3], a modelagem do canal radicular era obtida com o uso de limas de aço inoxidável. Entretanto, em virtude da pouca flexibilidade apresentada por essas limas, quando preparos em dentes portadores de raízes curvas eram realizados, situações de descentralização do canal e desvios eram recorrentes.

Existem várias vantagens na utilização de instrumentos de NiTi em relação aos de aço inoxidável, como a elevada flexibilidade, a eficiência de corte e a centralização do prepare [3]. Por apresentar tantos benefícios, a utilização de sistemas rotatórios de níquel-titânio aumentou consideravelmente desde sua introdução no mercado. Porém, o seu custo, a possibilidade de contaminação cruzada e, principalmente, o risco de fratura são dados que devem ser observados [7-9].

Os instrumentos rotatórios de níquel-titânio oferecem muitas vantagens quando comparados às limas de aço inoxidável, pois são mais flexíveis, possuem maior eficiência de corte, além de proporcionar uma forma desejada ao canal com mínimo risco de transporte apical [10-12]. Entretanto, devido ao custo elevado desses sistemas, muitos clínicos optam pela reutilização dos instrumentos, elevando o risco de fratura desses materiais [13].

Trabalhos têm sido realizados na procura da técnica que se aproxime do ideal para instrumentar o sistema de canais radiculares, buscando facilitar e agilizar o trata-

mento, bem como proporcionando a eles um formato cônico ao remover todo o conteúdo do seu interior. Aliado a esse desenvolvimento técnico, verificou-se a necessidade de aprimoramento dos instrumentos endodônticos, no sentido de aperfeiçoar as suas propriedades físicas e mecânicas, objetivando a melhora de seu desempenho [15].

A introdução dos sistemas Reciproc (Dentsply VDW, Alemanha) e WaveOne (Dentsply Maillefer, Suíça) na prática endodôntica tornou viável o preparo de canais radiculares utilizando o conceito de instrumento único¹⁶. O uso de apenas uma lima é vantajoso porque apresenta uma menor curva de aprendizado, diminui o arsenal endodôntico e possui um melhor custo-benefício, quando comparado aos sistemas rotatórios¹⁷. Mais recentemente, novos sistemas que empregam esse conceito têm surgido no mercado, como o WaveOne Gold (Dentsply Tulsa, EUA), o UnicOne (Medin, República Tcheca), o ProDesign R (Easy, Brasil) e o Twisted File Adaptive (SybronEndo, EUA).

O movimento reciprocante alivia as tensões sobre o instrumento através de movimentos peculiares nos sentidos anti-horário e horário, o que diminui o risco de fadiga cíclica e oferece uma maior resistência torcional. Porém, para realizar tal cinemática, os instrumentos necessitam de um motor específico [17,18].

Quanto à quantidade de instrumentos, os sistemas Reciproc, WaveOne e UnicOne apresentam três limas cada. O sistema ProDesign R possui apenas uma lima reciprocante, enquanto o WaveOne Gold apresenta quatro e o TF Adaptive dois kits com três instrumento cada.

As primeiras impressões clínicas dos sistemas de lima única foram promissoras, o que gerou uma gama de trabalhos analisando parâmetros como extrusão de debris, tecidos pulpare e microrganismos remanescentes e resistência à fratura, nos quais os resultados foram favoráveis [17,19-28].

Este trabalho teve como propósito, através de uma revisão de literatura, estudar a instrumentação reciprocante na Endodontia.

2. Revisão de Literatura

Para a realização desta monografia, foi realizado um levantamento da bibliografia na plataforma Pub-

med, onde os seguintes unitermos foram correlacionados: Endodontics, Instrumentation, Reciprocating systems e Single-file systems. Inicialmente, foram escolhidos 132 artigos, publicados entre 2008 e 2015. Após análise dos critérios de inclusão (acesso ao artigo completo via internet e possuir relação direta com o objetivo do trabalho), 42 artigos foram selecionados.

- **Instrumentos rotatórios de NITI**

A instrumentação rotatória com NiTi é considerada o padrão-ouro para a realização do preparo de canais radiculares. Porém, ela ainda apresenta algumas desvantagens, como, por exemplo, a fratura dos instrumentos [12].

Sobre essa desvantagem, Cheung [29] realizou um estudo retrospectivo, no qual classificou os padrões de fratura das limas rotatórias de NiTi em dois tipos: fratura por fadiga cíclica e fratura torcional. A primeira ocorre devido aos movimentos repetitivos de tensão e flexão, principalmente em canais curvos, enquanto a segunda ocorre quando a ponta do instrumento prende-se no canal e o instrumento continua girando. Se o limite elástico do instrumento for excedido, o instrumento deformará até que haja a fratura. Além disso, o autor mostrou que a maioria das fraturas ocorre em canais radiculares curvos, principalmente nos molares inferiores. As considerações acerca das fraturas levaram à melhoria contínua das técnicas de preparo dos canais, bem como da fabricação de instrumentos, no intuito de reduzir tais acidentes durante a instrumentação do canal radicular.

A vida útil de limas F2 do sistema PTU foi avaliada através de um estudo in vitro, no qual ponderou-se que, apesar das vantagens da utilização dos sistemas rotatórios de NiTi, um argumento para a não-utilização desses sistemas é o alto custo, o que fez com que muitos clínicos optassem pela reutilização dos instrumentos. Isso, por sua vez, levou a uma maior incidência de fratura [8].

As técnicas disponíveis utilizam pelo menos quatro instrumentos, o que torna seu emprego limitado em regiões e países cujos honorários recebidos ao se empreender tratamentos endodônticos são baixos. Esse fator econômico priva determinadas populações de receber os avanços tecnológicos incorporados à Endodontia, incluindo etapas mecanizadas. De acordo com os fabricantes, as limas de NiTi devem ser descartadas após o primeiro uso, pois, durante a sua utilização, são causados

danos à estrutura molecular do instrumento e a lima pode não se encontrar apta para um segundo uso [15].

A presença de níveis mensuráveis de endotoxinas foi observada em limas endodônticas tipo K #15 usadas em canais radiculares necróticos e com lesão periapical in vivo, mesmo depois que essas foram esterilizadas em estufa a 170°C por 1 hora, ou submetidas à autoclavagem. Nesse experimento, os níveis detectados em algumas amostras foram várias vezes superiores ao mínimo recomendado pela FDA para materiais médicos descartáveis. Os fabricantes também alegaram que os instrumentos endodônticos apresentam dificuldade para serem limpos e esterilizados, o que fez com que o departamento de saúde britânico passasse a exigir que os cirurgiões dentistas do Reino Unido utilizassem limas e alargadores endodônticos como material de uso único e descartável, visando a prevenção da contaminação cruzada por materiais aderidos aos instrumentos devido à dificuldade do profissional de realizar procedimentos de limpeza. Observou-se que príons, organismos não-vivos, mas agentes infecciosos compostos apenas por proteínas e formados a partir da mutação de um gene sintetizador, presentes especialmente nas células do sistema nervoso central, dão origem às encefalopatias espongiformes transmissíveis, incluindo a doença de Creutzfeldt-Jakob humana e a encefalopatia espongiforme bovina. A literatura demonstra que esses patógenos são resistentes à esterilização e nenhum tratamento está disponível para essa doença, que, quase sempre, revela-se fatal [30].

- **Movimento recíprocante e os sistemas de lima única**

Yared [3] foi o primeiro a propor o uso de instrumentos de NiTi em movimento recíprocante. Na técnica proposta, após realizar a patência do canal com uma lima #8, um instrumento F2 do sistema ProTaper Universal acoplado ao motor ATR Vision Motor era utilizado em movimento recíprocante com um conceito de "instrumento único". Esse movimento baseia-se na teoria desenvolvida por Roane, Sabala e Duncanson (1985), que consiste na rotação de 180° à direita e rotação de 120° à esquerda de um instrumento endodôntico de aço inoxidável. Dessa forma, a cada "ida e volta", a lima penetra em profundidade, fazendo com que a mesma esteja sempre em movimento de penetração em direção apical. O autor concluiu que, com essa técnica, os instrumentos teriam melhor custo-benefício, a contaminação cruzada seria eliminada e, por se tratar de uma lima de uso único, o risco do instrumento vir a fraturar seria mínimo.

A liga metálica utilizada para a fabricação dos instrumentos, após sofrer um tratamento térmico, tem as suas propriedades físicas melhoradas, o que promove um aumento da flexibilidade e da resistência dos instrumentos. Outra alegação é a de que isso pode contribuir para a redução do número de fraturas, devido ao tipo de liga utilizada (NiTi) [32].

O sistema Reciproc traz como conceito a possibilidade de preparar todo o canal com apenas um instrumento. O sistema é composto pelas limas R25, R40 e R50, que, em ordem, possuem tip e taper 25.08, 40.06 e 50.05. Elas possuem progressão à esquerda, girando 150° no sentido anti-horário e 30° no sentido horário, requerendo, assim, motor exclusivo para serem utilizadas clinicamente. A seleção do instrumento baseia-se no uso de uma lima manual e na radiografia pré-operatória. De forma geral, após o acesso e a exploração dos canais, deverá ser realizado o preparo do terço cervical e médio, onde o instrumento será utilizado em três movimentos de entrada e saída com pincelamento para cada um dos terços. Entre o preparo de cada um deles, há a necessidade de irrigar abundantemente e manter a patência do canal com um instrumento de pequeno calibre. Após essa fase, realiza-se a odontometria e o preparo do terço apical, empregando os mesmos movimentos. Ao chegar no comprimento de trabalho, deve-se verificar com um instrumento manual de mesmo tip o diâmetro apical. Se a lima ficar folgada, um instrumento recíprocante de maior calibre deverá ser usado [33].

WaveOne é um sistema composto pelas limas Small, Primary e Large, que apresentam tip e taper 21.06, 25.08 e 40.08, respectivamente. Ao girar 170° em sentido anti-horário, o instrumento desse sistema avança no canal envolvendo a dentina para cortá-la; ao girar 50° no sentido horário, desengata imediatamente. Essa ação reduz a fadiga cíclica e também a possibilidade de fratura do instrumento, além de requerer menor tempo de trabalho durante a instrumentação. Para utilizar o sistema WaveOne, a escolha do instrumento será realizada durante a exploração do canal radicular com uma lima manual K #10: se ela chegar próximo ao comprimento de trabalho, a lima de escolha será a Primary; caso a lima K #10 tenha dificuldade de chegar próximo ao comprimento de trabalho, a lima de escolha será a Small; por outro lado, se a lima K #10 estiver folgada e a K #20 alcançar o comprimento de trabalho, a lima de escolha será a Large [34].

A WaveOne Gold foi desenvolvida pela Dentsply Tulsa em colaboração com quatro líderes de opinião em Endodontia, a saber: Dr. Sérgio Kuttler (EUA), Dr. Clif-

ford J. Ruddle (EUA), Dr. Julian Webber (GBR) e Dr. Wilhelm Pertot (FRA). As limas desse sistema mantêm a mesma simplicidade da primeira geração das WaveOne, com benefícios na modelagem do canal e na metalurgia, pois os instrumentos receberam um tratamento térmico com ouro, que, combinado a um design otimizado, proporciona maior flexibilidade, maior resistência à fadiga cíclica e maior eficiência de corte. O sistema oferece quatro limas: Small, Primary, Medium e Large, que, em ordem, apresentam tip e taper 20.07, 25.07, 35.06 e 45.05. Os anéis seguem o padrão ISO, portanto apresentaram-se nas cores amarela, vermelha, verde e branca [35].

O sistema UnicOne foi desenvolvido pela empresa Medin em cooperação com os principais cirurgiões dentistas tchecos. A combinação da liga de NiTi altamente flexível, a qual recebeu tratamento térmico especial, junto à secção transversal triangular variável ao longo da área de corte, conferiu aos instrumentos flexibilidade, resistência e uma vida útil prolongada. A principal lima é a 25.06, destinada ao tratamento da grande maioria de canais. As demais, 20.06 e 40.06, destinam-se ao tratamento de canais estreitos e largos, respectivamente. Todas possuem uma ponta inativa projetada para diminuir o risco de perfuração do canal radicular [36].

De acordo com a Easy, empresa que desenvolveu as limas ProDesign R, elas possuem um design diferenciado e um tratamento térmico com memória controlada. Assim como os demais instrumentos recíprocantes, devem ser utilizadas uma única vez, devido à fadiga sofrida durante a etapa de preparo químico-mecânico dos canais radiculares, e requerem motores endodônticos com a cinemática recíprocante à esquerda. A lima R, como é conhecida, possui 25mm de comprimento, tip 25 e taper 06, sendo apresentada em um cabo preto com um anel vermelho na haste [37].

Um sistema de instrumentação mecanizada que propõe um novo movimento durante o preparo dos canais radiculares é o TF Adaptive. Diferente dos sistemas já apresentados, o TF Adaptive desenvolve dois tipos de movimentos que se alternam automaticamente ao longo do uso das limas. Em uma primeira fase, realiza rotação não contínua para a direita de 600°, seguida de uma parada rápida e outros 600°, consecutivamente. Esse ciclo repete-se até o momento em que a lima necessite de um maior torque, quando o motor Elements modifica o movimento e inicia a segunda fase, na qual o instrumento passa a "reciprocicar" para a direita. A angulação é de 370° seguida de 50° para a esquerda. Essa etapa acontece até o momento em que a lima não necessite mais de torque devido a remoção da pressão que estava sendo

requerida, fazendo com que o movimento retorne à fase anterior. Os instrumentos são apresentados em dois kits com três limas em cada: o Small possui as limas 20.04, 25.06 e 35.04 e foi concebido para canais constrictos; o Medium-Large (M-L) contém as limas 25.08, 35.06 e 50.04, sendo usadas em canais médios e amplos. Em ambos, as cores das limas coincidem com o padrão ISO, sendo, portanto, identificadas pelas cores verde, amarela e vermelha. Os instrumentos do kit Small possuem um anel colorido, enquanto os do M-L possuem dois. De acordo com o fabricante, podem ser usadas de três formas: em conjunto (as três limas presentes no kit selecionado no mesmo canal); apenas as limas verde e amarela do kit escolhido para tratar o caso; bem como as limas 25.06 ou 25.08 no conceito de lima única [38].

• **Preparo dos canais radiculares**

Os detritos extruídos apicalmente foram quantificados *in vitro* em três grupos de preparos mecanizados. Um primeiro grupo utilizando técnica manual, o segundo grupo utilizou a sequência completa das limas PTU em movimento rotatório e o terceiro grupo utilizou uma única lima ProTaper F2 em movimento reciprocante. Não foi observada diferença estatisticamente significativa ao comparar a quantidade de material extruído, quando utilizada a sequência completa de PTU em movimento rotatório e uma única lima F2 em movimento reciprocante. Porém, observou-se que a técnica manual apresentou uma extrusão significativamente maior quando comparada às outras técnicas [19].

A limpeza obtida por um único instrumento F2 do sistema PTU em movimento reciprocante foi avaliada em comparação à limpeza obtida por uma sequência completa de instrumentos ProTaper em movimento rotatório, quando utilizadas em canais ovais e circulares. Os resultados demonstraram que, em canais circulares, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Porém, em canais ovais, a sequência completa de instrumentos PTU em movimento rotatório foi mais eficiente. Com isso, conclui-se que a limpeza de canais ovais é mais difícil de se obter e que o sistema PTU em movimento rotatório, nesse caso, foi mais eficiente [20].

A microtomografia computadorizada foi utilizada para avaliar o preparo obtido com instrumentos reciprocantes, no qual foram utilizados 25 primeiros molares inferiores humanos extraídos, apresentando dois canais distintos na raiz mesial. Um dos canais foi instrumentado com a sequência completa de instrumentos PTU em

movimento rotatório (Grupo 1). O outro foi preparado com um único instrumento F2 do sistema PTU em movimento reciprocante (Grupo 2). As amostras foram digitalizadas antes e após o preparo do canal radicular através da microtomografia computadorizada e os seguintes parâmetros do canal foram analisados: mudanças no volume, percentual da área superficial e grau do transporte. Além disso, avaliou-se o tempo para que o instrumento F2 chegasse ao comprimento de trabalho. Na análise pré-instrumentação, não houve diferença entre as amostras, bem como entre os grupos, em relação à curvatura e ao volume do canal radicular. O trabalho concluiu que não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas de preparo para os critérios avaliados, exceto para o transporte do canal, o qual foi significativamente maior quando se utilizou, no terço cervical do canal, o instrumento em movimento reciprocante. Por outro lado, a técnica utilizando o movimento reciprocante foi a mais rápida para alcançar o comprimento de trabalho [39].

Os instrumentos reciprocantes tiveram sua capacidade de modelagem avaliada, comparando-os aos instrumentos rotatórios. Para isso, foram selecionados molares superiores humanos extraídos que apresentassem curvatura entre 20° e 45° para participar da pesquisa. Os parâmetros observados na pesquisa (curvatura, volume e área superficial do canal) foram analisados através de microtomografia computadorizada. Realizou-se uma análise antes da instrumentação, a qual revelou que não havia diferença estatisticamente significativa entre as amostras em relação às características avaliadas. Após a instrumentação, os resultados demonstraram que não há diferença entre os instrumentos reciprocantes e os rotatórios para os critérios avaliados. Concluiu-se que os instrumentos em movimento reciprocante não resultam em transporte apical maior que os instrumentos em movimento rotatório, mesmo na região apical de canais curvos. Além disso, os autores afirmaram que os instrumentos reciprocantes podem ser uma alternativa para evitar erros durante a modelagem do canal radicular [40].

Uma análise da centralização e formatação de canais radiculares após a utilização de três sistemas, através de microtomografia computadorizada foi realizada. No primeiro grupo, utilizou-se o sistema PTU até a lima F2 em movimento rotatório; no segundo grupo, foi utilizada apenas a lima F2 em movimento reciprocante; e, no terceiro grupo, utilizou-se o sistema Twisted File, tendo o preparo finalizado com a lima de tamanho #25. Foram utilizados 60 dentes humanos, sendo 20 para cada grupo. Foi realizada uma análise antes e após a instru-

mentação, utilizando-se microtomografia computadorizada para medir o volume interno dos dentes, bem como sua anatomia espacial. Os resultados demonstraram que não há diferença estatisticamente significativa entre a formatação, bem como a centralização, obtidas após instrumentação pelas diferentes técnicas. Dessa forma, concluiu-se que instrumentos em movimento recíprocante são capazes de modelar o conduto com segurança, pois o preparo do canal radicular se mantém centralizado, respeitando a anatomia original do dente [41].

A comparação da capacidade de limpeza e modelagem de dois sistemas rotatórios e dois sistemas recíprocantes durante o preparo de canais radiculares curvos utilizou como critérios avaliados: desvio da curvatura do canal, tempo para o preparo até que a lima chegasse ao comprimento de trabalho, incidência de fratura dos instrumentos e qualidade da limpeza. Foram utilizados 80 canais de dentes extraídos com ângulo de curvatura entre 25° e 39°. As amostras foram divididas em quatro grupos com 20 unidades cada. O Grupo 1 foi instrumentado pelo sistema Mtwo, onde foram utilizadas as limas 10.04, 15.05, 20.06, 25.06, 30.05. No Grupo 2, o preparo foi realizado pela sequência de instrumentos do sistema PTU (SX, S1, S2, F1, F2 e F3). No Grupo 3, utilizou-se a lima R25 e, no Grupo 4, foi utilizada a lima Primary. Durante a instrumentação, nenhuma lima fraturou. Além disso, com os recíprocantes, a instrumentação foi significativamente mais rápida comparada à rotatória. Quando avaliada a remoção de detritos, os instrumentos Mtwo e os instrumentos Reciproc alcançaram resultados significativamente melhores no terço apical. Nos terços cervical e médio, não houve diferença estatisticamente significativa entre os instrumentos Mtwo, Reciproc e WaveOne, enquanto que o sistema ProTaper mostrou, de forma significativa, uma maior quantidade de detritos residuais. Quando avaliada a smear layer residual, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos, independentemente da área do canal analisada. Concluiu-se que todos os instrumentos analisados realizam excelente modelagem, mantendo a curvatura original do canal, e que os instrumentos Mtwo foram os responsáveis pela melhor limpeza da região apical [16].

A quantidade de detritos extruídos apicalmente e o tempo necessário para a modelagem de todo o canal radicular foram avaliados *in vitro*, utilizando dois sistemas rotatórios (PTU e Mtwo) e dois sistemas recíprocantes (WaveOne e Reciproc). Os resultados da pesquisa permitiram concluir que todos os sistemas geram detritos, sendo que os instrumentos recíprocantes produzem mais detritos que os sistemas rotatórios. Porém, estatis-

ticamente, essa diferença não foi observada. Além disso, notou-se que os instrumentos recíprocantes modelaram todo o canal radicular significativamente mais rápido [21].

O operador e sua experiência foram avaliados, quanto a formatação de canais simulados com dupla curvatura utilizando limas R25. Assim, 60 canais foram preparados por 10 alunos sem experiência em Endodontia e por 10 endodontistas. Além da formatação, o estudo também avaliou o tempo da instrumentação. Foi observado um transporte apical maior na primeira curvatura do canal no grupo de principiante, porém, não houve diferença estatisticamente significativa na formatação da área do canal. Houve diferença no tempo de instrumentação, com 3,76 minutos observados no grupo de principiantes e 2,05 minutos no grupo de especialistas. Concluiu-se que o uso do sistema Reciproc não foi influenciado pela experiência do operador, em relação à formatação do canal. Os autores sugerem que um treinamento prévio e a necessidade de adquirir experiência são importantes na utilização desse sistema, apesar da sua aparente simplicidade [42].

Com o objetivo de medir a quantidade de detritos e irrigantes extruídos apicalmente dos canais radiculares utilizando os sistemas Reciproc, WaveOne e OneShape, 60 pré-molares inferiores foram avaliados. Os dentes foram divididos em três grupos (n = 20) e instrumentados utilizando água bidestilada como irrigante e tubos Eppendorf para colher o irrigante e os detritos. Os autores observaram que os sistemas recíprocantes produziram significativamente mais detritos que o sistema rotatório OneShape. Quanto à extrusão do irrigante, não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas avaliados. Assim, concluíram que, embora todos os instrumentos causem a extrusão de detritos e irrigantes, a instrumentação rotatória com OneShape gerou uma menor quantidade de detritos extruídos quando comparada à instrumentação com as limas dos sistemas Reciproc e WaveOne [43].

A capacidade de formatação de diferentes sistemas de NiTi, com e sem glide path, em canais simulados em forma de “S” foram avaliados utilizando 120 blocos de resina, preparados até a lima de calibre 25 dos sistemas Reciproc, WaveOne, HyflexCM, F360 e OneShape. Nos grupos em que o glide path foi realizado, o sistema PathFile foi utilizado. Os resultados demonstraram que o glide path não exerceu efeito significativo na modelagem do canal. Assim, de acordo com as condições desse estudo, viu-se que o pré-alargamento não possui impacto significativo na formatação do canal radicular [44].

A Reciproc e WaveOne tiveram a eficiência de corte avaliada. Para tal, utilizaram 24 limas R25 e 24 Primary, ativadas por meio do motor VDW Silver Reciproc. A amostra foi dividida em 4 grupos: Grupo 1: R25 ativada pelo programa RECIPROC ALL; Grupo 2: R25 ativada pelo programa WAVEONE ALL; Grupo 3: Primary ativada por RECIPROC ALL; Grupo 4: Primary ativada por WAVEONE ALL. Foi observado que a lima R25 exibiu significativamente uma maior eficiência de corte que a Primary, independentemente do programa utilizado, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os dois movimentos sobre os instrumentos. Assim, concluíram que os instrumentos Reciproc possuem uma maior eficiência de corte que os WaveOne independente do programa utilizado no motor [45].

Uma comparação da capacidade de modelagem realizada pelo sistema WaveOne e pela sequência completa de instrumentos do sistema PTU utilizada em movimento reciprocante e rotatório através de blocos de resina foi realizada. No total, 75 canais em forma de "S" foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos. Grupo 1: WaveOne Primary em movimento reciprocante; Grupo 2: ProTaper (S1, S2, F1 e F2) em movimento rotatório; Grupo 3: ProTaper (S1, S2, F1 e F2) em movimento reciprocante. Fotografias pré e pós-operatórias dos canais simulados foram realizadas sob condições padronizadas para serem sobrepostas com precisão. Dois métodos foram utilizados para avaliar a modelagem: a diferença na modificação das curvaturas e a quantidade de resina removida. Percebeu-se que o Grupo 3 foi mais fidedigno no que diz respeito à manutenção das curvaturas. Concluiu-se, então, que, ao preparar canais em forma de "S", a sequência completa de limas PTU usadas em movimento reciprocante exibiu melhores efeitos na modelagem que a mesma sequência no movimento rotatório e que a lima Primary [46].

A eficácia da limpeza obtida com a utilização de dois sistemas reciprocantes em canais curvos foi avaliada, utilizando 25 raízes mesiais de molares inferiores distribuídas aleatoriamente em dois grupos, para serem instrumentadas com R25 e Primary. O grupo de controle negativo consistiu em 5 amostras que não foram instrumentadas. As amostras foram submetidas ao processamento histológico e analisadas ao microscópio digital. Foi visto que o grupo instrumentado com a lima Primary apresentou uma maior quantidade de detritos que o grupo Reciproc, porém sem diferença estatisticamente significativa. Uma maior quantidade de detritos no grupo controle foi observada, com diferença significativa, em relação aos grupos preparados com R25 e Primary. Os autores puderam concluir que as duas limas reciprocantes

apresentaram eficácia semelhante no que diz respeito à limpeza de canais radiculares curvos [47].

Com o objetivo de avaliar a eficiência de corte dos sistemas TF Adaptive e WaveOne, esses instrumentos foram divididos em dois grupos, sendo Grupo 1: 10 instrumentos TF Adaptive 25.08; e Grupo 2: 10 limas Primary. Um entalhe de 1mm de profundidade e largura foi criado na parede lateral de 10 placas de acrílico para prevenir o deslizamento dos instrumentos. Cada lima foi utilizada apenas uma vez e de tal forma que, para efeito de comparação, uma mesma placa serviu para testar um instrumento de cada grupo. A eficiência de corte foi testada a 14mm da ponta de cada instrumento para evitar a sua deformação. Cada lima foi testada em corte linear e movimento lateral unidirecional, sendo a profundidade de penetração máxima dos instrumentos o critério para avaliar a eficiência de corte. O comprimento exato do corte gerado na placa em 1 minuto foi medido em milímetros usando o Adobe Photoshop CS4. Viu-se que as limas TF Adaptive exibiram significativamente maior profundidade de penetração que as Primary: os instrumentos do primeiro grupo cortaram a placa com uma profundidade média de 8,7mm, enquanto os do segundo 6,4mm, o que demonstrou uma maior eficiência de corte dos TF Adaptive [48].

Os sistemas Reciproc, WaveOne e OneShape foram comparados *in vitro* quanto ao transporte do canal e a espessura de dentina cervical removida, em dentes humanos extraídos por razões periodontais, utilizando a TCCB. Para isso, 60 primeiros molares inferiores foram divididos em três grupos (n = 20) e preparados utilizando os sistemas Reciproc, WaveOne e OneShape. Imagens pré e pós-instrumentação foram feitas e os autores concluíram que os sistemas reciprocantes apresentaram resultados significativamente melhores que o sistema de lima rotatória e que não há diferença entre os dois sistemas reciprocantes em relação aos parâmetros analisados [49].

A comparação *in vitro* dos efeitos de modelagem, preservação da estrutura original e transporte do forame foi realizada utilizando canais simulados em 30 blocos de resina com canais curvos, distribuídos em três grupos (n = 10) e preparados utilizando Reciproc, UnicOne e ProTaper Universal. Fotografias padronizadas pré e pós-instrumentação foram realizadas e sobrepostas. O transporte do forame foi calculado por medição (em milímetros) da espessura de resina removida pela instrumentação na porção mais apical do canal radicular voltada para o exterior da curvatura. Foi visto que o sistema PTU produziu o maior transporte de forame quando

comparado com os instrumentos reciprocantes. Todos os instrumentos foram capazes de manter a curvatura original do canal radicular, porém o UnicOne foi mais conservador e realizou menor transporte foraminal [50].

Extrusões advindas da instrumentação com os sistemas reciprocantes Reciproc e WaveOne e a sequência completa de instrumentos rotatórios dos sistemas PTU e BLX (B&L Biotech, Korea) foram comparadas utilizando 80 dentes anteriores extraídos de humanos. Para tal, os elementos dentários foram divididos em quatro grupos e, durante a instrumentação, a qual foi feita de acordo com as instruções do fabricante, os detritos foram recolhidos das porções coronária e apical e quantificados (peso médio) utilizando uma balança eletrônica. Os grupos de dentes instrumentados com Reciproc e WaveOne produziram significativamente menos detritos que os preparados com sistemas rotatórios. Assim, os autores concluíram que todos os sistemas produzem detritos, porém, os sistemas reciprocantes de lima única produziram uma menor extrusão apical do que os sistemas rotatórios [51].

- **Vida útil e resistência à fratura dos instrumentos reciprocantes**

A resistência à fadiga cíclica de um instrumento F2 do sistema PTU foi avaliada utilizando 30 limas em canais simulados feitos a partir de um tubo de aço inoxidável, as quais foram divididas em três grupos (n = 10): Grupo 1 - os instrumentos exerceram movimento rotatório, em 250rpm; Grupo 2 - as limas também trabalharam em rotação contínua, porém em 400rpm; Grupo 3 - os instrumentos foram utilizados na cinemática reciprocante. Todas as limas F2 foram empregadas até que a fratura ocorresse, sendo cronometrado o tempo para tal fato ocorrer. Os resultados demonstraram que o movimento reciprocante aumentou consideravelmente a vida útil do instrumento e que a velocidade foi um fator importante na resistência, visto que as limas utilizadas em 400rpm segmentaram-se mais rapidamente. Concluiu-se, assim, que a cinemática reciprocante foi fundamental para prolongar a vida útil dos instrumentos [17].

You et al. (2010)⁸ avaliaram in vitro a vida útil da lima F2 do sistema PTU e comparou o tempo necessário para preparar um canal radicular curvo utilizando movimento rotatório e movimento reciprocante. Os autores concluíram que um instrumento F2 pode ser usado com segurança por, pelo menos, seis vezes, em movimento reciprocante, sendo a instrumentação consideravelmente

mais rápida quando comparada à rotatória.

Um estudo laboratorial a fim de comparar a resistência à fadiga cíclica e à torção dos instrumentos Reciproc e WaveOne foi realizado utilizando as limas R25 e Primary. Além dessas, foi acrescida ao estudo a lima F2 do sistema PTU trabalhando em rotação contínua, que serviu como grupo controle. Observou-se que os instrumentos Reciproc são mais resistentes à fratura por fadiga cíclica, enquanto que os instrumentos WaveOne são mais resistentes à fratura torcional. Além disso, concluiu-se que ambos os sistemas reciprocantes são mais resistentes que o sistema rotatório avaliado [24].

Para avaliar a resistência à fadiga cíclica em limas Reciproc R25 utilizando o movimento rotatório e o movimento reciprocante, um estudo laboratorial foi realizado utilizando 36 limas R25, divididas em dois grupos, sendo o grupo 1: limas em movimento rotatório e o grupo 2: limas em movimento reciprocante. Foi utilizado um tubo metálico com 40° de curvatura e 5mm de raio. A fratura foi determinada por um equipamento específico e o tempo até que ela ocorresse foi registrado. Os instrumentos em movimento reciprocante atingiram números significativamente maiores de ciclos antes de ocorrer a fratura quando comparados aos instrumentos movidos à rotação contínua. Concluiu-se que o movimento reciprocante aumenta a resistência do instrumento à fratura cíclica, bem como sua vida útil [22].

A resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Reciproc e WaveOne foi realizada utilizando dois grupos com 15 instrumentos cada. No Grupo A, utilizou-se a lima R25 e, no Grupo B, a lima utilizada foi a Primary. Os testes foram realizados em um canal artificial de aço inoxidável simulando um conduto com ângulo de curvatura de 60° e 5mm de raio de curvatura. Todos os instrumentos foram utilizados até que a fratura acontecesse. O tempo para isso ocorrer e o comprimento do fragmento foram registrados. Os resultados demonstraram que a lima Primary fraturou em um tempo significativamente menor quando comparada à lima R25. Não houve diferença significativa em relação ao comprimento médio do fragmento fraturado dos instrumentos. Os autores concluíram que os instrumentos Reciproc são mais resistentes que os WaveOne [23].

A avaliação de quatro diferentes sistemas, quanto a resistência à fadiga cíclica utilizando movimento reciprocante e rotatório foi realizada utilizando Reciproc, WaveOne, Mtwo e Twisted File. A resistência à fadiga cíclica foi determinada pela contagem do número de ciclos até que a fratura ocorresse em um canal simulado

com 60° de curvatura e raio de 5mm. Foram utilizados 45 instrumentos de cada sistema, distribuídos em 3 grupos de acordo com o movimento. Grupo 1: Movimento Rotatório; Grupo 2: RECIPROC ALL; Grupo 3: WAVEONE ALL. Os movimentos reciprocantes (RECIPROC ALL e WAVEONE ALL) foram significativamente mais favoráveis à resistência à fratura por fadiga cíclica quando comparados ao movimento rotatório. Não houve diferença significativa entre os movimentos reciprocantes. O sistema Twisted File demonstrou ser o mais resistente independente do movimento utilizado, enquanto que o sistema WaveOne demonstrou o pior rendimento. Com base nesses resultados, conclui-se que o movimento reciprocante é mais resistente à fadiga cíclica [52].

A capacidade de formatação de uma lima F2 ProTaper foi comparada à lima Primary do sistema WaveOne, ambas em movimento reciprocante, na qual observou-se também a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos pós-instrumentação através da MEV. Os resultados demonstraram que não houve diferença em relação à formatação, concluindo que ambos os instrumentos podem ser utilizados com segurança em movimento reciprocante. Porém, o sistema WaveOne demonstrou ser mais resistente à fadiga cíclica [53].

Quanto a flexibilidade das limas e a influência do movimento reciprocante sobre a vida útil de instrumentos Reciproc R25 e Mtwo 25.06, os instrumentos R25 foram operados em movimento reciprocante, enquanto que os 25.06 em movimento rotatório e então avaliados. Os resultados demonstraram que os instrumentos 25.06 foram significativamente mais rígidos que os instrumentos R25, o que explica sua menor vida útil. Dessa forma, concluiu-se que os instrumentos empregados em movimento reciprocante possuem uma maior vida útil que os instrumentos Mtwo [25].

A influência do nível de experiência do operador sobre a vida útil da lima WaveOne Primary foi avaliada, utilizando molares com canais moderadamente curvos e distribuídos aleatoriamente em dois grupos: operadores experientes e inexperientes. Dez limas foram alocadas para cada grupo e cada canal foi preparado até que o comprimento de trabalho fosse atingido. A mesma lima foi utilizada para preparar canais adicionais até a fratura ocorrer. Os dois operadores prepararam um total de 324 canais moderadamente curvos de molares superiores e inferiores. A média de vida útil das limas Primary, quando utilizadas por operadores experientes e inexperientes foi de, respectivamente, 17,1 e 15,3 canais. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os

grupos no que diz respeito ao comprimento e à localização dos fragmentos. Assim, nesse estudo, o nível de experiência do operador não influenciou na vida útil da lima Primary, durante o preparo de canais moderadamente curvos. Além disso, os autores concluíram que dentes com múltiplos canais podem ser preparados com segurança, mesmo por um operador iniciante, usando uma única lima [54].

A resistência à fadiga cíclica de dois sistemas de NiTi, utilizados em movimentos rotatório e reciprocante foi analisada através dos instrumentos Reciproc R25, R40, Mtwo 25.07 e 40.04. Os resultados demonstraram que os instrumentos Reciproc em movimento reciprocante tiveram um maior número de ciclos antes de fraturar, seguido dos instrumentos Mtwo em movimento reciprocante, Reciproc em movimento rotatório e Mtwo em movimento rotatório. Concluiu-se que o movimento reciprocante aumentou a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos de NiTi [28].

Um estudo clínico prospectivo, no qual quatro endodontistas calibrados avaliaram a incidência de fratura da lima WaveOne em movimento reciprocante, quando utilizada para preparar os canais radiculares de dentes posteriores, durante um período de 18 meses, determinou a incidência da fratura com base no número de dentes e no número de canais instrumentados nesse período. Um total de 2.215 canais (711 dentes) foram tratados e apenas três instrumentos (dois 21.06 e um 25.08) foram fraturados durante o uso. A incidência total de fraturas em relação ao número de canais formatados foi de 0,13% (0,42% dentes). Com base nesses resultados, concluiu-se que a incidência de fratura da lima WaveOne foi consideravelmente baixa [55].

Após a imersão em soluções irrigantes, foi avaliada a resistência à fadiga dos sistemas reciprocantes (Reciproc e WaveOne) e de rotação contínua (PTU). Os instrumentos foram divididos em 4 grupos: Grupo 1: NaOCl a 5,25%; Grupo 2: Hypoclean (NaOCl 5,25% com tensoativo); Grupo 3: EDTA 17%; Grupo 4: EDTA Plus (EDTA 17% com tensoativo). A resistência à fadiga cíclica foi determinada baseada no tempo para o instrumento fraturar em um canal artificial de aço inoxidável com um ângulo de 60° e raio de curvatura de 5mm. Verificou-se que a imersão em hipoclorito de sódio não reduziu a fadiga cíclica dos instrumentos e que a imersão em irrigantes com tensoativos não influenciou a fadiga cíclica dos instrumentos, exceto para Reciproc imerso em Hypoclean. Concluiu-se que a imersão por 3 minutos em EDTA reduziu a resistência à fadiga cíclica de todos os instrumentos. Além disso, foi constatado que a adição

de tensoativos não influenciou a fadiga cíclica das limas, exceto para a R25, que teve a sua resistência diminuída ao entrar em contato com a Hypoclean, por 45 segundos ou 3 minutos [26].

Quanto a resistência à torção dos instrumentos Reciproc R25 e WaveOne Primary, um dispositivo para essa avaliação foi desenvolvido, no qual as limas foram fixadas a 3, 4 e 5mm da ponta em direção à haste de fixação. Foi aplicado um movimento anti-horário a uma velocidade de 2rpm e uma carga simulando a torção foi aplicada até a fratura ocorrer. Foram analisados os ângulos de rotação até que uma distorção ou a quebra acontecessem, momento em que os instrumentos foram examinados através de MEV. Os resultados demonstraram que não houve diferença na resistência da lima R25 nos três pontos avaliados, enquanto que o ponto mais próximo da ponta (3mm) da Primary apresentou uma menor resistência. Além disso, os autores notaram que, para que houvesse alguma deformação no instrumento, o ângulo teria que ser maior que 170°, o que, de certa forma, reforça o conceito de segurança oferecido pelos sistemas supracitados. Porém, através da MEV, observou-se que os danos causados sobre os instrumentos são cumulativos, não havendo garantias de que o movimento reciprocante programado no motor manterá o comportamento da lima utilizada dentro da faixa elástica do material. Tendo isso em vista, aconselhou-se utilizar o protocolo de uso único, o que reduz a chance das tensões acumularem-se através de cargas torcionais repetitivas e garante uma margem de segurança contra a fratura. O estudo concluiu que as limas reciprocantes são seguras quando usadas na programação correta do motor [27].

A resistência à fadiga cíclica de três diferentes instrumentos reciprocantes foi analisada em um total de 45 instrumentos divididos em 3 grupos experimentais, sendo: Grupo 1: WaveOne Primary; Grupo 2: Reciproc R25; Grupo 3: TF Adaptive M-L1, os quais foram sujeitos ao teste de fadiga cíclica usando seus movimentos: WAVEONE ALL, RECIPROC ALL e TF Adaptive, respectivamente, até o momento da fratura. Foi notado que a resistência à fadiga cíclica das limas R25 e TF Adaptive foi significativamente mais elevada que a da Primary, porém não foi constatada diferença estatisticamente significativa entre TF Adaptive e R25. Através da MEV, foi visto que todos os instrumentos apresentavam características morfológicas de fratura dúctil. Concluiu-se que não há diferenças estatisticamente significativas entre os instrumentos testados, exceto para instrumentos Primary, que apresentaram a menor resistência à fadiga cíclica [56].

3. Discussão

Todos os tipos de instrumentação promovem detritos [21], no entanto a instrumentação manual gera uma maior quantidade de extrusão quando comparada à instrumentação mecanizada, tanto na cinemática rotatória, quanto na reciprocante [19]. Analisando a extrusão de detritos entre movimentação reciprocante e rotatória, os instrumentos reciprocantes demonstraram maior produção de detritos causada pelos instrumentos em comparação aos instrumentos rotatórios⁴³, aspecto controverso em outro estudo, no qual apresentou menor extrusão de detritos causada por instrumentação com limas reciprocantes Reciproc e WaveOne em comparação com a quantidade de detritos extruídos na instrumentação de PTU e BLX51.

A limpeza de canais circulares não apresenta diferença quando utilizada a sequência de instrumentos PTU ou apenas a lima ProTaper F220. Entretanto, em canais ovais, a sequência desses instrumentos apresentou melhores resultados, o que pode ser explicado pelo uso das limas do sistema PTU dedicadas à modelagem, que, diferentemente do movimento de entrada e saída, executam o pincelamento das paredes do canal. Quando comparadas as limas dos sistemas Mtwo, ProTaper, Reciproc e WaveOne, as limas Mtwo e Reciproc apresentaram melhores resultados de limpeza no terço apical, já que ambas possuem uma secção transversal em "S", o que oferece uma maior área de escape para os detritos [16]. Nos terços cervical e médio, a ProTaper apresentou os piores resultados, e em relação à remoção de smear layer, observou-se que todos os instrumentos avaliados apresentaram resultados semelhantes [16]. As limas R25 e Primary apresentam eficácia semelhante em relação à limpeza dos canais radiculares [47].

Em uma análise geral de avaliação dos diversos sistemas do mercado, a cinemática reciprocante ou rotatória proporcionam modelagem semelhante dos canais radiculares [16,39,40,41]. Entretanto, estudos apontam que instrumentos reciprocantes avaliados realizaram uma melhor modelagem do que o instrumento rotatório OneShape e que o sistema PTU realizou um maior transporte apical quando comparado aos sistemas reciprocantes testados [49,50]. Entre os sistemas reciprocantes, o UnicOne realizou um preparo mais conservador e um menor transporte apical em relação ao Reciproc⁵⁰, o que pode ser justificado pela conicidade elevada do instrumento R25 nos três primeiros milímetros da sua ponta. No que se refere à eficiência de corte comparando TF Adaptive e o instrumento Primary (WaveOne), TF Adaptive

demonstrou melhor eficiência do que a lima Primary [48] o que pode ser explicado pelo movimento diferenciado realizado pelas limas. Porém, mais estudos são necessários para correlacionar a eficiência de corte com a qualidade do preparo do canal, já que o dispositivo usado não permitiu às limas realizarem um movimento que reproduzisse a ação de instrumentar um canal radicular.

A melhoria na eficácia no tempo para alcançar o comprimento de trabalho e realizar a formatação dos canais radiculares foi evidenciada com a movimentação recíproca [8,16,21,31]. A utilização desse movimento seria uma alternativa para reduzir a possibilidade de erros durante a instrumentação, já que se alcança uma boa modelagem utilizando uma única lima40. Confirmando essas características, um estudo comparou a atuação de profissionais especialistas e principiantes, demonstrando que os especialistas prepararam os canais radiculares mais rapidamente em relação a principiantes, porém, no que concerne à modelagem, a experiência do operador não influenciou o resultado [42], em outro estudo, o nível de experiência do operador também não interferiu na vida útil do instrumento [54].

A liga de NiTi passou por um tratamento térmico para que os índices de fratura das limas fossem diminuídos, proporcionando às limas dos sistemas recíprocos Reciproc e WaveOne, uma maior resistência à fratura por fadiga cíclica [22,23]. Dentre esses dois sistemas o instrumento R25 possui um menor núcleo metálico, conferindo maior flexibilidade23,24,27,56, o que, por outro lado, gera uma menor resistência à torção. Pedullà et al [26] evidenciaram que apesar da melhoria na metalurgia, o uso de soluções químicas auxiliares como o EDTA durante o preparo dos canais, promove alterações na resistência dos instrumentos, observou-se também que o hipoclorito de sódio, mesmo em concentrações elevadas, não causou alterações nos instrumentos.

Objetivando diminuir o risco de o instrumento chegar à fratura, uma modificação na sua cinemática foi realizada, dificultando a apreensão da ponta do instrumento no interior do canal radicular, evitando a fratura torcional. Por serem necessários três movimentos para completar um giro do instrumento no interior do canal radicular, a possibilidade de fratura por fadiga cíclica diminui [8,22-28,45,53-56].

4. Conclusões

De acordo com a metodologia empregada e a análise dos artigos publicados, pode-se considerar que os sistemas recíprocos oferecem uma maior segurança ao operador e possuem uma resistência mais elevada à fratura, quando comparados a outros sistemas disponíveis no mercado. Além disso, destacam-se também as seguintes características: maior capacidade de alcançar o comprimento de trabalho, bem como a maior rapidez para tal; maior vida útil; desgaste conservador e centralizado do canal; menor curva de aprendizagem demandada para sua utilização. Porém, por se tratarem de sistemas que oferecem apenas uma lima para confeccionar toda a modelagem do canal radicular, possuem uma menor capacidade de limpeza, exigindo do profissional uma maior atenção durante a etapa do preparo químico-mecânico. Em relação aos sistemas ProDesign R e WaveOne Gold, pela recente introdução dos mesmos no mercado, ainda não há trabalhos publicados para que se possa avaliar seus desempenhos na prática endodôntica.

REFERÊNCIAS

- [1] Schilder, H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*. 1974 Apr;18(2):269-96.
- [2] Chugal NM, Clive JM, Spångberg LS. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003 Jul;96(1):81-90.
- [3] Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*. 2008 Apr;41(4):339-44.
- [4] Grecca FS. Avaliação da eficácia dos métodos de instrumentação rotatória (Sistema K3 e ProTaper), ultra-som e manual na remoção de corante aderido às paredes de canais radiculares com achatamento proximal: estudo “in vitro”. Bauru, Tese [Doutorado em Odontologia, área de Endodontia] – Faculdade de Odontologia de Bauru; 2003.
- [5] Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*. 1988 Jul;14(7):346-51.
- [6] Sonntag D, Peters OA. Effect of prion decontamination protocols on nickel-titanium rotary surfaces. *J Endod*. 2007 Apr;33(4):442-6.
- [7] 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.

- [8] 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 Dec;36(12):1991-4.
- [9] Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of controlled memory ire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*. 2011 Jul;37(7):997-1001.
- [10] Chen JL, Messer HH. A comparison of stainless steel hand and rotary nickel- titanium instrumentation using a silicone impression technique. *Aust Dent J*. 2002 Mar;47(1):12-20.
- [11] Peters OA. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004 Aug;30(8):559-67.
- [12] Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. *J Endod*. 2004 Jun;30(6):432-5.
- [13] 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.
- [14] Arens FC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz GC Jr. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. *J Endod*. 2003 Oct;29(10):664-6.
- [15] Bassi HA, Martins SJ, Ribeiro RR, Rodrigues F. Visão geral dos sistemas mecanizados atuais – O que mudou? O que pode mudar? in Fregnani E, Hizatugu R *Endodontia: Uma visão contemporânea*. Santos: São Paulo, 2012. 250-253.
- [16] Bürklein S, Hinschitzka 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.
- [17] De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue lite of F2 ProTaper Instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J*. 2010 Dec;43(12):1063-8.
- [18] 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.
- [19] De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RA, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the singlefile ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Sep;110(3):390-4.
- [20] De-Deus G, Barino B, Zamolyi RQ, Souza E, Fonseca A Jr, Fidel S, Fidel RA. Suboptimal Debridement Quality Produced by the Single-file F2 ProTaper Technique in Oval-shaped Canals. *J Endod*. 2010 Nov;36(11):1897-900.
- [21] Bürklein S, Schäfer E. Apically Extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*. 2012 Jun;38(6):850-2.
- [22] 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.
- [23] Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J*. 2012 Jul;45(7):614-8.
- [24] 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.
- [25] Lopes HP, Elias CN, Vieira MV, Siqueira JF Jr, Mangelli M, Lopes WS, Vieira VT, Alves FR, Oliveira JC, Soares TG. Fatigue Life of Reciproc and Mtwo Instruments Subjected to Static and Dynamic Tests. *J Endod*. 2013 May;39(5):693-6.
- [26] Pedullà E, Franciosi G, Ounsi HF, Tricarico M, Rapisarda E, Grandini S. Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Instruments after Immersion in Irrigant Solutions with or without Surfactants. *J Endod*. 2014 Aug;40(8):1245-9.
- [27] Kim JW, Ha JH, Cheung GS, Versluis A, Kwak SW, Kim HC. Safety of the Factory Preset Rotation Angle of Reciprocating Instruments. *J Endod*. 2014 Oct;40(10):1671-5.
- [28] Kiefner P, Ban M, De-Deus G. Is the reciprocating movement per se able to improve the cyclic fatigue resistance of instruments? *Int Endod J*. 2014 May;47(5):430-6.
- [29] Cheung GSP. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. *Endod Topics*. 2009 Abr;16(1):1-26.
- [30] Chiesa WMM, Martinho FC, Lopes HP, Gomes BPFA. limpeza, descontaminação e esterilização de instrumentos endodônticos. in Fregnani E, Hizatugu R *Endodontia: Uma visão contemporânea*. Santos: São Paulo, 2012. 293-295.
- [31] Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG Jr. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J Endod*. 1985 May;11(5):203-11.
- [32] Gambarini G, Gerosa R, De Luca M, Garala M, Testarelli L. Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008 Jun;105(6):798-800.
- [33] Yared G. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior and hand filing: a new concept. (periódico on line). Ago. 2010. Disponível em: <<http://endodonticcourses.com/cmsAdmin/uploads/RECI PROC-OL-Article.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2016.
- [34] Ruddle CJ. Canal Preparation: Single-File Shaping Technique (periódico on line). jan. 2012. Disponível em: <<http://www.dentistrytoday.com/endodontics/6717-canal-preparation-single-file-shaping-technique>>. Acesso em: 9 jul. 2015.
- [35] Dentsply Tulsa Dental Specialties. Endodontic Brands. WaveOne Gold. Disponível em: <<http://www.tulsadentalspecialties.com/default/endodont>

- ics_brands/WaveOne_systems.aspx>. Acesso em: 9 jul. 2015.
- [36] Medin. Products. Dentistry. Rotary Instruments. Root Instruments. Unicone. Disponível em: < <http://www.medin.eu/unicone/>>. Acesso em: 9 jul. 2015.
- [37] Easy. Produtos. Limas Reciprocantes Ni-Ti - Níquel Titânio. Limas Easy ProDesign R. Disponível em: < <http://www.easy.odo.br/limas/limas-easy-prodesign-r/>>. Acesso em: 9 jul. 2015.
- [38] Gomes NV. Endodontia passo a passo: evidências clínicas. São Paulo: Artes Médicas. 2015.
- [39] Paqué F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based Comparison of Reciprocating Single-File F2 ProTaper Technique versus Rotary Full Sequence. *J Endod*. 2011 Oct;37(10):1394-7.
- [40] You SY, Kim HC, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Lee W. Shaping Ability of Reciprocating Motion in Curved Root Canals: A Comparative Study with Micro-Computed Tomography. *J Endod*. 2011 Sep;37(9):1296-300.
- [41] 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 (ICT). *Int Endod J*. 2012 Jun;45(6):514-23.
- [42] Muñoz E, Forner L, Llena C. Influence of Operator's Experience on Root Canal Shaping Ability with a Rotary Nickel-Titanium Single-File Reciprocating Motion System. *J Endod*. 2014 Apr;40(4):547-50.
- [43] Nayak G, Singh I, Shetty S, Dahiya S. Evaluation of Apical Extrusion of Debris and Irrigant Using Two New Reciprocating and One Continuous Rotation Single File Systems. *J Dent (Tehran)*. 2014 May;11(3):302-9.
- [44] Bürklein S, Poschmann T, Schäfer E. Shaping Ability of Different Nickel-Titanium Systems in Simulated S-shaped Canals with and without Glide Path. *J Endod*. 2014 Aug;40(8):1231-4.
- [45] Plotino G, Giansiracusa Rubini A, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cutting Efficiency of Reciproc and WaveOne Reciprocating Instruments. *J Endod*. 2014 Aug;40(8):1228-30.
- [46] Giuliani V, Di Nasso L, Pace R, Pagavino G. Shaping Ability of WaveOne Primary Reciprocating Files and ProTaper System Used in Continuous and Reciprocating Motion. *J Endod*. 2014 Sep;40(9):1468-71.
- [47] Carvalho Mde S, Junior EC, Bitencourt Garrido AD, Roberti Garcia Lda F, Franco Marques AA. Histological evaluation of the cleaning effectiveness of two reciprocating single-file systems in severely curved root canals: Reciproc versus WaveOne. *Eur J Dent*. 2015 Jan-Mar;9(1):80-6.
- [48] Tocci L, Plotino G, Al-Sudani D, Rubini AG, Sannino G, Piasecki L, Putortì E, Testarelli L, Gambarini G. Cutting Efficiency of Instruments with Different Movements: a Comparative Study. *J Oral Maxillofac Res*. 2015 Mar 30;6(1):e6
- [49] Dhingra A, Ruhel N, Miglani A. Evaluation of Single File Systems Reciproc, Oneshape, and WaveOne using Cone Beam Computed Tomography – An In Vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2015 Apr;9(4):ZC30-4.
- [50] Maia Filho EM, Rizzi Cde C, Coelho MB, Santos SF, Costa LM, Carvalho CN, Tavares RR, Soares JA. Shaping Ability of Reciproc, UnicOne, and Protaper Universal in Simulated Root Canals. *ScientificWorldJournal*. 2015;2015:690854.
- [51] Lu Y, Chen M, Qiao F, Wu L. Comparison of apical and coronal extrusions using reciprocating and rotary instrumentation systems. *BMC Oral Health*. 2015 Aug 7;15:92.
- [52] Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of Continuous or Reciprocating Motion on Cyclic Fatigue Resistance of 4 Different Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod*. 2013 Feb;39(2):258-61.
- [53] Kim HC, Hwang YJ, Jung DW, You SY, Kim HC, Lee W. Micro-Computed Tomography and Scanning Electron Microscopy Comparisons of Two Nickel-Titanium Rotary Root Canal Instruments Used With Reciprocating Motion. *Scanning*. 2013 Mar-Apr;35(2):112-8.
- [54] Saleh AM, Tavanafar S, Vakili-Gilani P, Al Sammerraie NJ, Rashid F. Influence of operator's experience level on lifespan of the WaveOne Primary file in extracted teeth. *Restor Dent Endod*. 2013 Nov;38(4):222-6.
- [55] Cunha RS, Junaid A, Ensinas P, Nudera W, Bueno CE. Assessment of the Separation Incidence of Reciprocating WaveOne Files: A Prospective Clinical Study. *J Endod*. 2014 Jul;40(7):922-4.
- [56] Higuera O, Plotino G, Tocci L, Carrillo G, Gambarini G, Jaramillo DE. Cyclic Fatigue Resistance of 3 Different Nickel-Titanium Reciprocating Instruments in Artificial Canals. *J Endod*. 2015 Jun;41(6):913-5.