

BRUNA CORRÊA

**INFLUÊNCIA DE LIMAS ROTATÓRIAS DE USO ÚNICO E DO
MOVIMENTO RECÍPROCANTE NO PREPARO QUÍMICO-MECÂNICO
DE CANAIS RADICULARES**

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de especialista em Endodontia.

PIRACICABA

2015

BRUNA CORRÊA

**INFLUÊNCIA DE LIMAS ROTATÓRIAS DE USO ÚNICO E DO
MOVIMENTO RECIPROCANTE NO PREPARO QUÍMICO-MECÂNICO
DE CANAIS RADICULARES**

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de especialista em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. José Flávio Affonso de Almeida

PIRACICABA

2015

Ficha catalográfica
 Universidade Estadual de Campinas
 Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
 Marilene Girello - CRB 8/6159

C817i	Corrêa, Bruna. Influência de limas rotatórias de uso único e do movimento reciprocante no preparo químico-mecânico de canais radiculares / Bruna Corrêa. – Piracicaba, SP: [s.n.], 2015. Orientador: José Flávio Affonso de Almeida. Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Endodontia. I. Almeida, José Flávio Affonso de, 1979- II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.
-------	---

Dados fornecidos pelo autor do trabalho

RESUMO

A endodontia é uma especialidade de extrema importância para a odontologia e é composta por diversos passos, entre eles a fase de instrumentação dos canais radiculares. O preparo químico mecânico tem como funções a limpeza, a desinfecção e modelagem do canal radicular, para que este possa receber o material obturador. Com o propósito de alcançar essas funções, a instrumentação dos canais radiculares através do uso de lima única em movimento recíproco vem se popularizando devido à redução do tempo de trabalho, diminuído o estresse do profissional e paciente e menor tendência de fraturas dos instrumentos. Entretanto, antes de escolher o sistema que vai utilizar, o cirurgião dentista deve conhecer as capacidades e limitações de cada sistema. A proposta desse trabalho é descrever por meio de uma revisão de literatura dois tipos de sistemas de limas únicas: Reciproc® e WaveOne®, identificando suas principais características e importância na prática clínica.

ABSTRACT

The endodontics is a specialty of extreme importance to dentistry and is composed of several steps, including the instrumentation of root canals. The chemical mechanical preparation aims to clean, disinfect and shape the root canal, for the further filling. In order to achieve these functions, the instrumentation of root canals through the single file use in reciprocal movement is gaining popularity due to the reduction of working time, decreased professional stress and patient and less likely to instrument fractures. The purpose of this study is to describe through a literature review two types of single file systems: Reciproc® and WaveOne®, identifying their main characteristics and importance in clinical practice.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. DESENVOLVIMENTO.....	10
2.1. Histórico dos sistemas reciprocantes	10
2.1.1. Reciproc®	11
2.1.2. WaveOne®.....	14
2.2. Limpeza e Redução bacteriana pelos sistemas reciprocantes	16
2.3. Extrusão de bactérias/detritos e modelagem	18
2.4. Resistência à fratura	19
3. DISCUSSÃO	24
4. CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A manutenção dos elementos dentários em função na cavidade oral é o principal objetivo da odontologia. Para alcançar isto, medidas preventivas e curativas têm sido aplicadas com sucesso, dentre elas o tratamento endodôntico (Faria *et al.*, 2006).

A endodontia é uma especialidade de grande importância no tratamento odontológico, e nos últimos anos novas técnicas têm sido desenvolvidas, visando principalmente a simplicidade e rapidez do tratamento endodôntico. No entanto, o sucesso do tratamento dos canais radiculares depende da execução de várias etapas, entre elas a limpeza, a modelagem e a obturação dos canais radiculares (Hizatugu *et al.*, 2002; Schilder, 1974a). O preparo químico-mecânico em como objetivo promover a limpeza, reduzir a infecção e dar forma cônico-afunilada ao canal radicular desde o acesso coronário até o ápice, para possibilitar uma obturação tridimensional, selando o mais hermeticamente possível o canal tratado (Schilder, 1974b). Portanto, limpeza e modelagem são consideradas etapas fundamentais no sucesso da endodontia.

Sabe-se que o preparo mecânico, por si só, não é capaz de promover uma eliminação de 100% dos microrganismos do interior do canal radicular (Byström & Sundqvist, 1981). A limpeza do sistema de canais radiculares ocorre pela ação mecânica dos instrumentos endodônticos associada às propriedades químicas das soluções irrigantes, e à ação física destas no processo irrigação/aspiração, que são capazes de alterar significativamente a microbiota situada no canal radicular e a poucos micrometros nos canais radiculares secundários (Soares & Cesar, 2001). O preparo mecânico se inicia, portanto, com a cirurgia de acesso e localização da entrada dos canais, a fim de promover a descontaminação da porção cervical com maior concentração de bactérias e proporcionar um acesso livre para a atuação dos instrumentos no interior do canal (Özok *et al.*, 2012).

Para atingir os requisitos necessários à instrumentação de canais radiculares curvos, vários tipos de instrumentos e técnicas de instrumentação são descritos na literatura. Tradicionalmente, o preparo e modelagem do canal radicular vêm sendo realizados com limas manuais de aço inox pré-curvadas (Weine *et al.*, 1975). Esta técnica, ainda com o uso de limas de aço inoxidável, apesar de minimizar o transporte de bactérias, não traz os benefícios almejados, principalmente em relação

ao preparo de canais radiculares curvos. (Peters *et al.*, 2001; Hübscher *et al.*, 2003). Com a finalidade de facilitar os processos de limpeza e modelagem na instrumentação desses canais, várias pesquisas sobre novas tecnologias têm sido realizadas, e assim os instrumentos rotatórios de níquel-titânio foram introduzidos na prática clínica, rompendo o paradigma da instrumentação manual (Baugh & Wallace, 2005; Pécora & Capelli, 2006). Estes oferecem vantagens sobre os instrumentos manuais de aço inox, como a maior flexibilidade, que promove o aumento do diâmetro cirúrgico em raízes com curvaturas acentuadas, e conseqüentemente uma limpeza mais efetiva do canal radicular (Walia *et al.*, 1988). Além disso, apresentam maior capacidade de corte (Kazemi *et al.*, 1996) garantindo uma melhor manutenção do formato original do canal, a fim de reduzir a tendência de desvio (Kuhn *et al.*, 1997; Reddy & Hicks, 1998, Ferraz *et al.*, 2001; Pettiette *et al.*, 2001). Todavia, são evidentes os problemas relacionados à fratura dos instrumentos rotatórios, geralmente causados por torção, quando a ponta do instrumento fica travada e a rotação continua, ou pela fadiga cíclica quando o instrumento gira repetidamente em torno de uma curvatura (Bauman, 2004; Parashos & Messer, 2006).

Há uma série de opções de instrumentos e técnicas que podem ser aplicados, mas todas elas necessitam de vários instrumentos em uma determinada sequência. A utilização de limas manuais previamente às de níquel-titânio acionadas a motor, deve ser considerada para promover a patência, e desta forma diminuir o risco de fratura e desvio do canal radicular.

Para simplificar ainda mais o tratamento endodôntico, dois sistemas de limas de “uso único”, foram introduzidas no mercado: WaveOne® (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties, Dentsply Maillefer Baillagues, Suíça) e Reciproc® (VDW, Munich, Germany) São instrumentos rotatórios fabricados com uma nova liga de NiTi (M-Wire), que proporciona uma maior elasticidade e resistência à fratura que as tradicionais ligas de Ni-Ti. Além disso, esses instrumentos têm demonstrado melhores propriedades mecânicas, aumento da resistência à fadiga cíclica, além do movimento reciprocante que consiste de um movimento no sentido de corte da lima que gira em sentido contrário (anti-horário) e depois retorna no sentido horário. Com isso, há um alívio do stress sobre o instrumento tornando mais segura sua utilização na rotina clínica, reduzindo o tempo de trabalho. (Ye & Gao, 2012a; Robinson *et al.*, 2013). Este estudo tem como objetivo, por meio de uma revisão de literatura, relatar

a influência dos dois tipos de instrumentos de “uso único” durante o preparo químico-mecânico de canais radiculares.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Histórico dos sistemas reciprocantes

Devido às grandes inovações tecnológicas, os instrumentos e técnicas tem simplificado a execução do tratamento endodôntico. A constante busca em melhorar a qualidade dos tratamentos de canais fez com que houvesse uma transição da instrumentação manual para o automatizado. Existem no mercado dois sistemas disponíveis: os sistemas rotatórios (rotação contínua) e os sistemas reciprocantes e/ou oscilatórios (rotação alternada).

De Deus (1992), preconizou a técnica de “movimentos oscilatórios” como o conjunto de manobras alternadas, à direita e esquerda, com a finalidade de propiciar uma ação mais efetiva do instrumento ao longo das paredes dos canais. Desta forma, o instrumento fica mais centralizado, propiciando menos desvio apical e permitindo com que a área apical dos dentes curvos possa ser ampliada com instrumentos de maior numeração ao limite convencional, reduzindo o risco de alteração do formato original do canal.

Com essa preocupação em mecanizar o preparo do canal radicular, as primeiras peças a serem fabricadas produzem movimentos alternados com variações de amplitude, de acordo com sua origem: M4 (Kerr); Endo- Gripper (Moyco Union Broach); contra-ângulo da Kavo (cabeça 3LD); NSK-TEP- E10R (Adiel Super Endo). Esses sistemas são uma opção viável, capazes de proporcionar o conforto do preparo automatizado e maior agilidade do tratamento (Limongi *et al.*, 2008a)

O sistema M4 foi introduzido no mercado no ano de 1989. Segundo os fabricantes, esse sistema promove movimentos alternados com amplitude de 30°, a partir do centro, e redução de velocidade 4:1. Inicialmente foi desenvolvido para ser trabalhado com limas Safety-Hedströen, semelhantes às Hedströen convencionais, com um lado facetado, destinado a atuar na porção interna da curva, para evitar desgastes em áreas de menor espessura (Limongi, 2005). Já os sistemas Endo Gripper e NSK, alteram seus movimentos em 45° e apresentam redução de velocidade 10:1. O contra-ângulo Kavo promove alternância de 45° (Limongi *et al.*, 2008b). O sistema automatizado de movimentos oscilatórios pode ser acionado tanto

pneumaticamente como por motores elétricos. A vantagem em se utilizar motor elétrico é a manutenção de uma velocidade constante, que pode ser programada previamente. Já quando movidos pelo ar comprimido, os compressores podem não manter uma pressão constante, ou ainda, há a possibilidade de perda de pressão através do condutor de ar (Leonardo & Leonardo, 2002; Limongi *et al.*, 2004; Lopes & Siqueira, 2004).

Yared (2008) utilizou um sistema de instrumento único, ProTaper® F2, para a completa instrumentação de dentes com ou sem curvatura. O instrumento foi acionado em movimento oscilatório com diferença entre o ângulo do movimento nos sentidos horário e anti-horário. A diferença de ângulo no sentido horário e anti-horário foi determinada a partir de valores de módulo de elasticidade para o instrumento F2 (ProTaper®). Estes ângulos foram menores que o limite de elasticidade preconizado para o instrumento em questão. O ângulo do movimento no sentido horário foi maior que o ângulo utilizado no sentido anti-horário. Assim, o avanço no sentido apical ocorre com a aplicação de mínima pressão ao instrumento. O autor evidenciou duas grandes vantagens de tal técnica: a utilização de um único instrumento tendo uma melhor relação custo-benefício, e a eliminação de possível contaminação cruzada, visto que a técnica preconiza o descarte do instrumento após o uso.

Em 2009, Limongi *et al.* relataram que clinicamente, independente do sistema automatizado de movimentos oscilatórios, os resultados têm se mostrado satisfatórios. O que contribui significativamente para melhorar o trabalho do endodontista, permitindo o preparo do canal radicular com rapidez e eficiência.

Com o lançamento dos sistemas Reciproc® (VDW, Munich, Germany) e WaveOne® (Dentsply Maillefer Baillagues, Suíça), em 2011, o conceito de movimento oscilatório ou recíproco, tornou-se uma opção interessante para o preparo dos canais radiculares.

2.1.1. Reciproc®

Baseado nos princípios descritos por Yared (2008b), o sistema Reciproc® (VDW), o primeiro sistema reciprocante a ser lançado em 2011, foi inspirado para encontrar uma maneira mais simples e mais segura de preparar com êxito o canal

radicular, e, cumprindo com os requisitos de alta qualidade, a VDW desenvolveu o Reciproc®. Com movimentos alternados recíprocos, o Reciproc® prepara os canais radiculares com facilidade e rapidez. É ainda possível preparar canais radiculares com anatomias difíceis e com resultados previsíveis usando apenas um instrumento (De Deus *et al.*, 2013).

Os instrumentos são fabricados a partir de uma nova liga metálica denominada M-Wire®, que proporciona uma maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica que as tradicionais ligas de Ni-Ti. Eles apresentam uma secção transversal em forma de “S”, incluindo três limas com diferentes tamanhos e conicidades (R25, R40 E R50) (Yared & Ramli, 2013; Shen *et al.*, 2013; Ye & Gao, 2012b);

Tabela 1. Descrição das limas rotatórias de Niti que compõem o sistema Reciproc (VDW).

Instrumentos	Diâmetros	Conicidades
R 25	0,25 mm (em D16 = 1,05 mm)	0,08
R 40	0,40 mm (D16 = 1,10 mm)	0,06
R 50	0,50 mm D16 = 1,17 mm	0,05

O sistema ainda conta com um motor específico, este é alimentado através de uma bateria, sendo esta do tipo recarregável, podendo este ser ativado concomitantemente ao processo de recarregamento da bateria. Os instrumentos são utilizados a uma velocidade de dez ciclos de “vai e volta” por segundo, equivalentes a 300rpm; o motor apresenta programações específicas para cada instrumento, com diferentes ângulos de movimento e velocidade. O ângulo do movimento no sentido de corte é sempre menor que o limite de elasticidade da lima, minimizando o risco de fratura do instrumento.

Em 1985, Roane *et al*, desenvolveu o conceito de "forças balanceadas". Usando limas manuais e rotacionando-as no sentido horário para o corte da dentina em direção apical e no sentido anti-horário para o alívio da lima, evitando fratura do instrumento e diminuição de fadiga do instrumento durante a instrumentação de canais curvos. Baseado nisso a cinemática do movimento recíprocante consiste de um movimento no sentido de corte, seguido de um movimento no sentido contrário, o qual promoverá a liberação do instrumento das paredes do canal, enquanto a amplitude do movimento na direção de corte é maior que a amplitude na direção inversa. Devido a esta característica verifica-se um avanço automático do instrumento no interior do canal, sendo necessária uma mínima pressão no sentido apical (Burklein *et al*, 2012a; Schilder, 1974c).

O movimento recíprocante alivia o stress sobre o instrumento e, consequentemente, reduz o risco de fratura do instrumento causado pela fadiga cíclica, sendo esta ocasionada pela tensão e compressão do instrumento contra as paredes do canal (De Deus *et al.*, 2010; Yared *et al.*, 2013b) .

Para a instrumentação endodôntica, o fabricante recomenda obter o comprimento aparente do dente após uma avaliação criteriosa da radiografia inicial. Caso a imagem radiográfica do canal for parcialmente visível ou completamente invisível, o canal é considerado atrésico e um instrumento R25 deve ser selecionado para a sua instrumentação. Se a imagem radiográfica do canal for visível desde seu acesso até a região de ápice, então, o canal é considerado amplo e uma lima R40 ou R50 pode ser selecionada. A lima escolhida terá seu stop de silicone posicionado em 2/3 do comprimento aparente e será introduzida ao canal com o motor em funcionamento na programação do sistema, fazendo três movimentos de “vai e vem” de amplitude de 3 a 4 mm, sem retirá-la completamente do canal. Após esses movimentos, recuar a lima e irrigando abundantemente o canal e limpando a lima com uma gaze. Com uma lima manual de número #10 ou #15, será feita a patência foraminal com o uso de um localizador apical, estabelecendo o comprimento de trabalho. A sequência é repetida com a lima do sistema até que se complete o comprimento real do canal.

2.1.2. WaveOne®

O sistema WaveOne® da Dentsply- Maillefer foi descrito por Webber *et al.*, 2011a e Ruddle, (2011a) e, segundo eles, é projetado para fornecer simplicidade e eficiência na modelagem do canal radicular. A simplicidade é a verdadeira inovação desse sistema. Representa um conceito de lima única/uso único capaz de atingir os objetivos mecânicos e biológicos do preparo dos canais: remover bactérias e seus sub-produtos, e modelar para possibilitar uma obturação tridimensional com guta percha.

O sistema é composto por três instrumentos: Small (amarelo), Primary (vermelho) e Large (preto).

Tabela 2. Descrição das limas rotatórias de Niti que compõem o sistema Waveone (Dentsply).

Instrumentos	Diâmetros	Conicidades
Small	0,21 mm	0,06 constante
Primary	0,25 mm	0,08 de D1 a D3 (diminuindo gradativamente de D4 a D16)
Large	0,40 mm	0,08 de D1 a D3 diminuindo gradativamente de D4 a D16)

O sistema Wave One apresenta as seguintes características: bom controle e segurança na instrumentação; lima precisa, rápida e suave; respeito à curvatura do canal radicular e tamanho do ápice; tamanho adicional (21.06), útil para canais radiculares estreitos; por ser de uso único e já vir estéril, não apresenta necessidade de desinfecção, limpeza ou esterilização; não há risco de contaminação cruzada, pois não deve ser reutilizada; diminui o tempo do preparo do canal radicular em até 40%, além de respeitar a anatomia do canal radicular (DENTSPLY-MAILLEFER, 2014).

Os instrumentos, assim como o Reciproc®, são confeccionados a partir de tecnologia M-Wire, que proporciona maior elasticidade e resistência à fratura que as tradicionais ligas de Ni-Ti. Apresentam duas secções transversais diferentes ao longo da parte ativa da lima: de D1 a D8 apresenta uma secção transversal triangular convexa modificada e de D9 a D16, a secção é triangular convexa sem modificação. A lima gira em sentido reverso, ou seja, o sentido de corte do instrumento é contrário (anti-horário). Além disso, a distância entre as cristas das espiras (passos) é variável ao longo da parte ativa da lima, proporcionando melhor flexibilidade e segurança (Webber *et al.*, 2011b; Ruddle, 2011b; Young-Jun *et al.*, 2013a; Yared *et al.*, 2013c).

O motor desenvolvido para a utilização do sistema WaveOne® (Dentisply), o X-Smart Plus®, realiza movimentos reciprocantes e rotatório convencional, compatíveis com os sistemas WaveOne®, Protaper® e demais sistemas disponíveis no mercado. O X-Smart Plus® garante simplicidade de uso ao profissional; é

compacto e leve; apresenta acionamento manual na peça de mão (não possui pedal); opera com bateria recarregável; tem excelente visibilidade de acesso, devido ao tamanho reduzido de seu contra ângulo e possibilidade de giro do mesmo em 360°. Apresenta cinco programas pré-definidos e oito programas livres. É acompanhado por contra-ângulo com redução de 6:1. Possui mecanismo reverso nas opções de automático, semi-automático ou sem o mesmo (DENTSPLY-MAILLEFER, 2014).

A utilização do sistema WaveOne® é simples, a partir da radiografia é possível ter uma noção de comprimento do dente, se é estreito ou amplo, ou se apresenta curvatura. Após o acesso deve-se escolher o instrumento a ser utilizado (Small, Primary ou Large). Se a lima manual #10 apresentar resistência para alcançar o comprimento aparente do dente (CAD), o instrumento Small deve ser utilizado. Caso a lima manual #10 alcance o comprimento aparente sem dificuldade, o instrumento Primary deve ser selecionado. E se a lima manual #20 atingir o comprimento aparente do dente sem dificuldade, o instrumento Large é selecionado. A obtenção de patência foraminal sempre deverá ser com limas manuais para criar ou conferir a existência de espaço disponível para o trabalho seguro com instrumentos oscilatórios e, a partir daí os instrumentos WaveOne® devem ser inseridos. (Ruddle, 2011c).

O instrumento selecionado deve ser inserido sob irrigação em movimento de entrada e saída, atingindo no máximo 3 a 4 mm por vez e, se apresentar resistência, o instrumento deve ser removido. A partir disso, faz-se necessária a irrigação e aspiração, e verificação da patência com a lima manual selecionada. Essa sequência é repetida até que a WaveOne® atinja todo o comprimento de trabalho (Luigui *et al.*, 2013).

2.2. Limpeza e Redução bacteriana pelos sistemas reciprocantes

Wan *et al.*, (2011a) observaram que a capacidade de corte, e consequentemente de limpeza, de um instrumento endodôntico, está mais relacionada à secção transversal que ao número de espiras.

Franco *et al* (2011) observaram que uma lima rotatória de NiTi pode apresentar melhor performance quando utilizadas em movimento oscilatório recíproco, pois o movimento de “vai e vem” aumenta a segurança do instrumentador e diminui o risco de fadiga cíclica do instrumento, além de manter o formato original do canal proporcionando menos desvios.

Paqué *et al* (2011a) não verificaram diferenças consideráveis na capacidade de limpeza ao utilizar uma única lima F2 ProTaper® em movimento recíproco ou a sequência completa de ProTaper® em movimento rotatório contínuo. Entretanto, a instrumentação com lima única (F2 ProTaper®) mostrou ser mais rápida.

Bürklein *et al* (2012a) avaliaram a capacidade de limpeza e modelagem de dois sistemas de limas de uso único e movimento recíproco (Reciproc® e WaveOne®), comparando com dois sistemas de limas rotatórias convencionais (Mtwo® e ProTaper®). Para tanto um total de 80 dentes com curvaturas variando entre 25 e 39 graus, foram utilizados. Nas condições do estudo, todos os sistemas mantiveram a curvatura do canal, demonstrando serem seguros. Os autores chamam a atenção para o fato de que mesmo sendo sistemas que efetuam toda a instrumentação com uma única lima, não houve prejuízo na capacidade de limpeza, quando comparados a sistemas com sequências de vários instrumentos.

Dagna *et al* (2012a) propuseram investigar a capacidade de diferentes instrumentos de Ni-Ti em fazer a desinfecção de canais radiculares previamente contaminados com *E. faecalis*. Sessenta dentes recém- extraídos e esterilizados foram propositalmente contaminados com *E. faecalis*. Os dentes foram instrumentados com diferentes instrumentos de Ni-Ti (Mtwo®, Revo-S®, Reciproc® e OneShape®), por um único operador, e sob irrigação com Hipoclorito de Sódio 5% e EDTA 17%. As bactérias residuais foram quantificadas e os resultados submetidos à análise estatística. Concluiu-se que todos os instrumentos utilizados foram eficientes na redução da quantidade de bactérias, e que as limas de uso único são tão eficientes quanto os tradicionais instrumentos de Ni-Ti.

Plotino *et al* (2012a) concluem que operadores com pouca experiência na área da endodontia podem fazer uso, com segurança, dos instrumentos rotatórios, uma vez que as recomendações técnicas sejam respeitadas.

2.3. Extrusão de bactérias/detritos e modelagem

De acordo com Seltzer & Naidorf (1985a), durante a instrumentação pode ultrapassar pelo forame apical raspas de dentina, microrganismos, remanescentes de polpa e soluções irrigadoras o que pode gerar consequências, como indução de inflamação, dor pós-operatória e atraso da cicatrização da região periapical.

Durante a instrumentação do canal radicular, é importante desenvolver um formato cônico (para possibilitar correta obturação) e manter o formato original do canal, assim como a posição do forame apical. Entretanto, a presença de curvatura pode causar dificuldade durante a instrumentação. A habilidade em manter o instrumento centralizado é importante para prover um correto alargamento, sem a ocorrência de desgaste excessivo ou comprometimento da estrutura radicular (Kandaswamy *et al.*, 2009).

De Deus *et al* (2010a) realizaram uma avaliação quantitativa de tecido dentinário extruído pelo forame apical durante a instrumentação do sistema de canais. O trabalho foi realizado em dentes extraídos. Para o grupo controle, utilizaram dentes instrumentados manualmente com limas tipo Flexofile® os quais foram pré-alargados com brocas tipo Gattes Gliden. O estudo ocorreu comparando a instrumentação convencional do sistema ProTaper® (rotatório) e a instrumentação com uma única lima ProTaper® F2 em movimento recíproco. Concluiu-se que não há diferença significativa na quantidade de tecido dentinário extruído entre os dois métodos de instrumentação.

Setzer *et al* (2010) afirmaram que a hibridização de instrumentos diferentes em uma mesma sequência não aumenta o risco de transporte do canal, sendo uma alternativa válida para o preparo e modelagem.

Berutti *et al* (2012a) compararam as modificações no formato original de canais artificiais (Blocos de resina) após instrumentação com o sistema de uso-único WaveOne® Primary e o sistema rotatório ProTaper®. O sistema WaveOne® proporcionou menores alterações no formato original do canal, quando comparado ao sistema rotatório ProTaper®.

Bürklein & Schäfer (2012b) realizaram um estudo “in Vitro” avaliando a quantidade de matéria orgânica extruída pelo forame apical, após instrumentação com sistemas rotatórios e sistemas de “lima única” em movimento recíproco. Oitenta

incisivos inferiores foram divididos em quatro grupos de vinte dentes. Os grupos de dentes foram instrumentados com dois sistemas de uso único (reciproc® e WaveOne®) e dois sistemas rotatórios convencionais (Mtwo® e ProTaper®). Os dentes foram montados em aparatos específicos e a quantidade de material avaliada. Todos os sistemas avaliados provocaram extrusão de material através do forame, mas os sistemas de lima única (Reciproc® e WaveOne®) em movimento recíproco promoveram mais extrusão de debris que os sistemas rotatórios convencionais (Mtwo® e ProTaper®).

Schäfer & Bürklein (2012) em uma revisão sobre a utilização dos instrumentos de Ni-Ti, observaram que os trabalhos pesquisados concordam em afirmar que os instrumentos de Ni-Ti proporcionam melhor qualidade técnica de alargamento e modelagem. Verificaram, ainda, menor porcentagem de erro utilizando-se instrumentos de Ni-Ti, mesmo em preparo de canais com curvatura severa. Como conclusão, tem-se que quanto melhor a manutenção da forma original do canal, maiores são as taxas de sucesso do tratamento endodôntico.

Ao avaliar a qualidade do preparo radicular realizado com vários sistemas rotatórios e reciprocantes, por meio de microtomografias, Versiani (2012) relatou que o instrumento Reciproc® R25 ocasiona menor alteração nas condições geométricas do canal radicular, quando comparado aos sistemas WaveOne® e ProTaper®.

De Deus *et al* (2013) realizaram um estudo in vivo com o objetivo de avaliar a frequência com que o Reciproc® 25 alcança o comprimento de trabalho, sem a realização de glide path. Para tanto esses autores utilizaram um total de 253 dentes considerados retos e 249 considerados moderadamente curvos. Os resultados mostraram que o Reciproc® alcançou o CT 96,44 % sem glide path nos dentes considerados retos e 90,66 % nos dentes considerados moderadamente curvos.

2.4. Resistência à fratura

Shen *et al* (2009a) concluem que o risco de fratura de instrumentos de NiTi é menor, quando um instrumento novo é utilizado por um endodontista experiente. A causa mais comum de fratura, embora raro, é a fratura por cisalhamento.

Arias *et al* (2012a) compararam a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Reciproc® e WaveOne® em dois níveis (5mm e 13mm da ponta ativa). Os

resultados obtidos demonstraram que as limas Reciproc® são mais resistentes a fadiga cíclica que as limas WaveOne® em todas as posições testadas.

Castelló-Escrivá *et al* (2012a) testaram três instrumentos de NiTi quanto à resistência à fadiga cíclica (ProTaper®, WaveOne® e Twisted Files®). Os instrumentos foram acionados em canais artificiais com diferentes ângulos de curvatura. O tempo e o número de voltas até a ocorrência da fratura foram calculados. WaveOne® apresentou melhor resistência à fadiga cíclica que os demais, trabalhando por um período maior de tempo e, conseqüentemente desenvolvendo maior número de voltas até que a fratura ocorresse, isso devido ao tipo liga M-Wire utilizada na fabricação das limas WaveOne® enquanto as limas ProTaper® são fabricadas com as tradicionais ligas de NiTi.

Deus *et al.*, 2010, comprovaram que o movimento utilizado para se acionar o instrumento é um dos fatores mais importantes na determinação da resistência à fadiga cíclica. Em seu estudo, utilizando instrumentos ProTaper® F2, os quais foram divididos em dois grupos, A e B, sendo o grupo A em cinemática recíprocante e o grupo B em rotação contínua. Os instrumentos apresentaram resistência à fadiga cíclica superior quando acionados em movimento recíproco, quando comparados aos mesmos instrumentos acionados em rotação contínua.

Gambarini *et al* (2012a), avaliaram a influência da variação do ângulo de reciprocidade na resistência à fadiga cíclica de instrumentos K3 XF®. Instrumentos 40/06 foram aleatoriamente divididos em 5 grupos. Grupo 1: 90° no sentido horário e 30° no sentido anti-horário (ângulo de progressão para cada ciclo recíprocante = 60°); Grupo 2: 150° no sentido horário e 30° no sentido anti-horário (ângulo de progressão para cada ciclo recíprocante = 120°); Grupo 3: 210° no sentido horário e 30° no sentido anti-horário (ângulo de progressão para cada ciclo recíprocante = 180°); Grupo 4: 390° no sentido horário e 30° no sentido anti-horário (ângulo de progressão para cada ciclo recíprocante = 360°) Grupo 5 acionados em movimento rotatório contínuo (controle). Todos os grupos com velocidade de 300 rpm. Os instrumentos foram acionados em canais artificiais confeccionados em blocos metálicos, e o tempo até que a fratura ocorresse foi analisado. Todos os instrumentos dos grupos de 1 a 4 demonstraram maior tempo de trabalho que os instrumentos do grupo 5 (controle), mas consideráveis diferenças foram verificadas entre os grupos de 1 a 4, o tempo médio foi significativamente superior no G1, seguido pelo G2 e sem diferença significativa entre os grupos 3 e 4. Os autores

concluíram que variações nos ângulos de reciprocidade (horário e anti-horário) exercem influência na resistência à fadiga cíclica dos instrumentos e quanto maior for o valor, maior é a resistência à fadiga cíclica.

Gavini *et al* (2012a) testaram a resistência à fadiga cíclica de 36 instrumentos Reciproc® R25 de 25 mm, dividindo-os em dois grupos de 18 instrumentos cada, sendo um deles utilizado em cinemática reciprocante e o outro em rotação contínua. Os resultados comprovam que a cinemática aplicada aos instrumentos influencia significativamente na resistência à fadiga cíclica do instrumento. E que quando aplicado em movimentação reciprocante, estes apresentaram quase o dobro de resistência à fratura quando comparados aos mesmos instrumentos em rotação contínua.

Ao proporem um estudo para comparar a resistência à fadiga flexural entre os sistemas reciprocantes Reciproc®, WaveOne® e ProTaper® F2 (Rotatório), Kim *et al* (2012a) obtiveram resultados que comprovam que os dois sistemas submetidos ao movimento reciprocante apresentam propriedades mecânicas significativamente superiores ao sistema de rotação contínua.

Plotino *et al* (2012b) avaliaram a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Reciproc® (VDW) e Wave- One® (Dentsply) durante tratamento de canais artificiais. Dois grupos de 15 instrumentos de mesmo diâmetro foram testados. Grupo A: Reciproc® R25 e Grupo B: WaveOne® Primary. Os Instrumentos do Grupo A foram acionados utilizando as configurações de motor específicas para o sistema Reciproc®, enquanto os instrumentos do Grupo B foram acionados utilizando as configurações de motor específicas para o sistema WaveOne®. Os instrumentos foram acionados até que a fratura acontecesse. As limas Reciproc® mostraram-se significativamente mais resistentes à fadiga cíclica que as limas WaveOne®.

Varela-Patiño *et al* (2010) compararam a durabilidade de instrumentos quando utilizados em movimento rotatório e em movimento recíproco. Dois grupos foram estabelecidos. Grupo A: dentes instrumentados em movimento recíproco com 60° no sentido horário e 45° no sentido anti-horário. Grupo B: dentes instrumentados em movimento rotatório contínuo. Os instrumentos do grupo A (movimento recíproco) puderam ser utilizados por uma maior quantidade de vezes, quando comparados aos instrumentos do grupo B (rotação contínua).

Pedullà *et al* (2012a) avaliaram a resistência a fadiga cíclica do Reciproc ®e do Wave One® depois da imersão em hipoclorito de sódio a 5% e 37°C por diferentes

períodos de tempo. Eles concluíram que a dinâmica recíproca na presença de hipoclorito por 1 ou 5 minutos, não reduz significativamente a resistência a fadiga cíclica dos instrumentos. Concluíram ainda que o instrumento Reciproc® apresenta uma resistência significativamente maior que WaveOne®.

Comparando-se o sistema Reciproc® e o sistema WaveOne® Primary, em relação à sua eficiência de corte, Plotino *et al* (2014a) submeteu os dois tipos de instrumentos, os quais foram divididos em quatro grupos de 12, aos diferentes programas de instrumentação (Reciproc All e WaveOne All) do motor Silver. Reciproc®, constatando assim, que o instrumento Reciproc® R25 apresenta maior eficiência de corte que os instrumentos WaveOne® Primary, e ainda maior eficiência quando ativado em seu respectivo programa de instrumentação (Reciproc All).

Schmidt (2014a) ao avaliar um total de 44 instrumentos, dentre estes, 20 instrumentos Reciproc® R25 e 20 WaveOne® Primary (Dentsply) relatou que, devido à sua secção de corte em “S”, o instrumento Reciproc® R25 apresenta, de forma estatisticamente significativa, uma maior flexibilidade, a qual diminui consideravelmente o risco de fratura do instrumento.

Com o objetivo de avaliar a incidência de fratura dos instrumentos Reciproc® após o uso clínico, Plotino *et al* (2015) realizaram um estudo com 1.696 instrumentos, sendo que 1580 foram instrumentos R25 (93%), 76 eram R40 (5%) e 40 eram R50 (2%). Foram preparados 3.780 canais radiculares utilizando somente lima #10 K-file (VDW) antes da Reciproc®, 3.023 utilizando limas K-fi, #20 e #30 previamente Reciproc® e 757 retratamentos, onde o instrumento R25 foi utilizado para remover todo material obturador. Cada instrumento foi utilizado apenas uma vez e depois inspecionados sob um microscópio para detectar sinais de fratura ou deformação. Um total de 8 instrumentos Reciproc® R25 fraturaram durante o tratamento, cinco instrumentos fraturados em casos de tratamento primário (utilizando apenas a lima #10 antes) e três instrumentos durante retratamentos. Seis Reciproc® R25 deformaram durante a utilização clínica, quatro durante retratamentos e dois durante os tratamentos primários. Não foram registradas deformações ou fraturas para os instrumentos Reciproc® R40 e R50. E concluíram que canais radiculares podem ser instrumentados com instrumento único, seguindo as instruções do fabricante, com uma incidência muito baixa de fratura e deformação dos instrumentos.

3. DISCUSSÃO

Nos últimos anos a confecção de instrumentos endodônticos de ligas metálicas diferentes (M-Wire®) das então utilizadas de aço inoxidável e de níquel-titânio (NiTi) modificaram e aceleraram o tratamento endodôntico. As novas limas Reciproc e WaveOne apresentam uma proposta de instrumentação inovadora, uma vez que introduziu o movimento reciprocante para facilitar a técnica com o uso lima única e, segundo o fabricante, sem necessidade de pré-alargamentos ou instrumentação com outros instrumentos (<http://www.vdw-reciproc.de/en.html>).

O movimento reciprocante é um movimento no sentido de corte, seguido de um movimento no sentido contrário, o que torna uma característica importantíssima, pois esse movimento contrário promove a liberação do instrumento nas paredes do canal, conseguindo um avanço maior do instrumento no canal sem que o operador faça força excessiva no instrumento, diminuindo a probabilidade de fratura (Bürklein *et al.*, 2012b).

Em 2011 vários autores começaram a investigar as propriedades físicas e mecânicas dos instrumentos de liga M-Wire® e observaram que esse material proporciona uma maior resistência à fadiga cíclica quando comparado aos instrumentos de NiTi (Webber *et al.*, 2011c; Ruddle, 2011c; Young-Jun, 2013b; Yared *et al.*, 2013d), o que está mais relacionado à secção transversal que ao número de espiras (Wan *et al.*, 2010b) e também, a liga M-Wire que é responsável por maior flexibilidade e capacidade de corte que são requisitos básicos para o bom desempenho clínico do instrumento.

Considerando a capacidade de limpeza tanto as limas convencionais de NiTi quanto as de uso único Reciproc® e WaveOne® são eficientes na redução bacteriana (Dagna *et al.*, 2012b; Plotino *et al.*, 2012c). Entretanto, a instrumentação com lima única mostrou ser mais rápida (Paqué *et al.*, 2011b). Assim, considerando-se a diminuição do tempo clínico necessário para instrumentação dos canais radiculares com o mesmo nível de redução de bactérias, o uso das limas de uso único me parece mais proveitoso e eficiente.

Durante a instrumentação do canal radicular, raspas de dentina, microorganismos e soluções irrigadoras podem passar pelo forame apical (Seltzer & Naidorf., 1985b). Devido a isso, uma correta instrumentação, mantendo o formato

original do canal sem promover alargamento excessivo do forame evitará inflamação e dor pós-operatória.

A capacidade de modelagem do canal radicular dos instrumentos WaveOne® e Reciproc® não tem diferença significativa entre eles, mas quando comparadas aos sistemas rotatórios de Niti ofereceram um canal mais geométrico, com melhor manutenção de seu formato original (Sadeghi., 2011; Berutti *et al.*, 2012b; Kanic *et al.*, 2012; Schäfer *et al.*, 2012). No entanto, Bürklein & Schäfer (2012c) mostraram que os instrumentos WaveOne® e Reciproc® provocaram maior extrusão de debris que os sistemas rotatórios convencionais. Porém, essa ideia não está de acordo com as informações do fabricante, o qual certifica que após o movimento anti-horário, o movimento inverso horário retorna transportando os detritos para fora do canal, eliminando o transporte de material infectado para a região apical. Contudo, devemos lançar mão de abundante irrigação para suprir essa deficiência e uma constante limpeza das espiras do instrumento, reduzindo assim o percentual de insucesso. Comparando a qualidade do preparo radicular o sistema Reciproc® R40 ocasiona menor alteração nas condições geométricas do canal radicular quando comparado aos sistemas WaveOne® (Versiani., 2012b), isso porque o instrumento Reciproc® possui menor conicidade e número de espiras que WaveOne® R40 e pelo ângulo de corte ser levemente positivo em função da sua secção transversal em “S”.

Em relação à fratura dos instrumentos, quando utilizados instrumentos novos e por endodontistas experientes, o risco é mínimo, porém quando ocorre a fratura é por cisalhamento (Shen *et al.*, 2009b). Na maioria dos estudos relatados, os instrumentos reciprocantes WaveOne® e Reciproc® apresentaram melhor resistência à fadiga cíclica que os instrumentos de rotação contínua (Deus *et al.*, 2010b; Arias *et al.*, 2012b; Castelló-Escrivá *et al.*, 2012b; Gambarini *et al.*, 2012b; Gavini *et al.*, 2012b; Kim *et al.*, 2012b; Plotino *et al.*, 2014b), isso porque o sentido de corte do instrumento é contrário (anti-horário), fazendo com que haja um avanço automático do instrumento no canal, sendo exercida mínima pressão no sentido apical.

Em comparação Reciproc® e WaveOne® em relação a resistência a fadiga cíclica, Reciproc® devido à sua secção de corte em “S”, apresenta, de forma estatisticamente significativa, uma maior flexibilidade, a qual diminui consideravelmente o risco de fratura do instrumento (Plotino *et al.*, 2012c; Pedullà *et*

al., 2012b; Plotino *et al.*, 2014c; Schmidt, 2014b), no entanto se o instrumento for reutilizado ou utilizado diferente das instruções do fabricante, o risco de fratura ou deformação do instrumento é grande.

O risco de de contaminação cruzada quando utilizada as Reciproc® ou WaveOne® também é reduzida, uma vez que há uma simplificação da técnica com a utilização de instrumento de uso único (descarte após o uso) e o custo/benefício tem uma melhora significativa, já que nessa técnica simplificada, serão usados poucos instrumentos para o preparo radicular.

4. CONCLUSÃO

Com base na revisão literária realizada por esse estudo foi possível concluir:

1. Reciproc® e WaveOne® são fabricados a partir da liga metálica M-Wire, oferecendo, além de maior flexibilidade, maior resistência; preparos mais centralizados; e menor incidência de desvio e transporte do forame apical que os instrumentos a base de níquel-titânio convencionais.
2. Os instrumentos reciprocantes reduzem o tempo de trabalho; eliminam a possibilidade de contaminação cruzada devido ao uso repetitivo do instrumento, o qual é descartado após o procedimento.
3. Os sistemas apresentam excelentes resultados e quando utilizado segundo suas recomendações e indicações, previnem erros durante o preparo.

REFERÊNCIAS ¹

ARIAS A, PEREZ-HIGUERAS JJ, MACORRA JC. Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of Reciproc and WaveOne new files. **J Endod.** 2012; 38(9): 1244-8.

BAUGH D, WALLACE J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. **J Endod.** 2005; 31(5): 333-340.

BAUMAN MA. Nickel-titanium: options and challenges. **Dent Clin N Am.** 2004; 48: 55–67.

BERUTTI E, CHIANDUSSI G, PAOLINO DS, SCOTTI N, CANTATORE G, CASTELLUCCI A *et al.* Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper System: a comparative study. **J Endod.** 2012; 38(4): 505-509.

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; 45: 449-461.

BÜRKLEIN S, SCHÄFER E. Apically extruded debris with reciprocating single-files and full-sequence rotary instrumentation systems. **J Endod.** 2012; 38: 850- 852.

BYSTRÖM A, SUNDQVIST G. Bacteriological evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scand J Dent Res.** 1981; 89: 321–328.

CASTELLÓ-ESCRIVÁ R, ALEGRE-DOMINGO T, FAUS-MATOSES V, ROMÁN-RICHON S, FAUS-LIÁCER VJ. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of ProTaper, WaveOne and Twisted Files. **J Endod.** 2012; 38(11): 1521-1524

¹ De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura de periódicos em conformidade com o Medline.

DAGNA A, ARCIOLA CR, VISAI L, SELAN L, COLOMBO M, BIANCHI S *et al.* Antibacterial efficacy of conventional and single-use Ni-Ti endodontic instruments: an in vitro microbiological evaluation. **Int J Artif Organs**. 2012; 35(10): 826-31.

DE DEUS G. **Endodontia**. Rio de Janeiro: Medsi; 1992.

DE DEUS G, MOREIRA E JL, LOPES HP, ELIAS CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. **Int Endod J**. 2010; 43(12): 1063-8.

DE-DEUS G, BRANDÃO MC, BARINO B, DI GIORGI K, FIDEL RA, LUNA AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2010; 110(3): 390-4.

DE-DEUS G, ARRUDA TEP, SOUZA EM, NEVES A, MAGALHÃES K, THUANNE E *et al.* The ability of the Reciproc R25 instrument to reach the full root canal working length without a glide path. **International Endodontic Journal**. 2013; 46(10): 993-8.

FARIA AG, ROCHA RG, PEREZ FEG. Análise do índice e ângulo do desvio apical através de técnica de instrumentação manual e automatizada, realizada por alunos de graduação em Odontologia da Universidade Federal do Pará e do Centro Universitário do Pará. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**. 2006; 18(3): 211-17.

FERRAZ CC, GOMES NV, GOMES BP, ZAIA AA, TEIXEIRA FB, SOUZA-FILHO FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three enginedriven instrumentation techniques. **Int Endod J**. 2001; 34: 354–8.

FRANCO V, FABIANI C, TASCHIERI S, MALENTACCA A, BORTOLIN M, DEL FABBRO M. Investigation on the shaping ability of Nickel-Titanium files when used with a reciprocating motion. **J Endod**. 2011; 37(10): 1398-1401.

GAMBARINI G, RUBINI AG, AL SUDANI D, GERGI R, CULLA A, DE ANGELIS F *et al.* Influence of different angles of Reciprocation on the cyclic fatigue of Nickel-Titanium endodontic instruments. **J Endod**. 2012; 38(10): 1408-11.

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; 38: 684-7.

GENERALI L, RIGHI E, TODESCA MV, CONSOLO U. Canal shaping with WaveOne reciprocating files: influence of operator experience on instrument breakage and canal preparation time. **Odontology.** 2014; 102(2): 217-22.

HIZATUGU, R *et al.* Endodontia em sessão única: Mito ou realidade? A técnica do tratamento Endodôntico em sessão única. São Paulo: Editora Atheneu, p. 23-58, 2002.

HÜBSCHER W, BARBABOW F, PETERS O. A Root-canal preparation with FlexMaster: canal shapes analysed by micro-computed tomography. **Int. Endod. J.** 2003; 36(11): 740-47

KANDASWAMY D, VENKATESHBABU N, PORKODI I, PRADEEP G. Canal-centering ability: An endodontic challenge. **J Conserv Dent.** 2009; 12(1): 3-9.

KAZEMI RB, STENMAN E, SPANGBERG LS. Machining efficiency and wear resistance of nickeltitanium endodontic files. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 1996; 8: 596–602.

KIM HC, KWAK SW, CHEUNG GS, KO DH, CHUNG SM, LEE W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. **J Endod.** 2012; 38(4): 541-4.

KUHN WG, CARNES DL JR, CLEMENT DJ, WALKER WA 3RD. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. **J Endod.** 1997; 23(12): 735–8.

LEORNARDO MR, LEONARDO RT. **Sistemas Rotatórios em Endodontia: Instrumentos de Níquel-titânio.** São Paulo: Artes Médicas; 2002.p. 315.

LIMONGI O, RAMOS IFA, TROIAN CH, VANNI JR, ALBUQUERQUE DS, BARATTO FF. Análise, in vitro, do desvio apical, observado no sentido proximal, produzido por dois sistemas de rotação alternada. **J. bras. endodontia.** 2004; 5(16): 67-72.

LIMONGI O. *Análise comparativa, in vitro, por meio de tomografia computadorizada, do preparo do canal radicular, empregando-se a técnica manual e automatizada de movimento oscilatório e giro contínuo* [dissertação]. Camaragibe: UPE; 2005.

LIMONGI O, IRALA LED, SILVA KT, SALLES AA, GONZATT JM. Verificação da trajetória angular percorrida por três peças automatizadas de movimento oscilatório. *Stomatos*. 2008; 14(27): 36-43.

LIMONGI O, BERNARDES AV, NETTO PRS, MELO TAF, SOARES RG. Análise do desgaste produzido no preparo de canais radiculares com o sistema oscilatório em três diferentes velocidades. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*. 2009; 21(1): 14-7. LOPES HP, SIQUEIRA JF. *Endodontia, Biologia e Técnica*. Guanabara: Rio de Janeiro; 2004. p. 374.

ÖZOK AR, PERSON IF, HUSE SM, KEIJSER BJF, WESSELINK PR, CRIELAARD W *et al*. Ecology of the microbiome of the infected root canal system: A comparison between apical and coronal root segments. *Int Endod J*. 2012; 45: 530-541.

PAQUÉ F, ZEHNDER M, DE DEUS G. Microtomography-based comparison of reciprocating Single-File F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J Endod*. 2011; 37(10): 1394-97.

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

PÉCORA JD, CAPELLI A. Shock of paradigms on the instrumentation of curved root canals. *Braz. Dent. J*. 2006; 7(1): 3-5.

PETERS OV, LAIB A, GÖHRING TN, BARBAKOW F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod*. 2001; 27(1): 1-6.

PETERS AO, SCHÖNENBERGER K, LAIB A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod. J*. 2011; 34(3): 221-30.

PETTIETTE MT, DELANO EO, TROPE M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. **J Endod.** 2001; 27: 124–7.

PEDULLÀ E, GRANDE NM, PLOTINO G, PALERMO F, GAMBARINI G, RAPISARDA E. Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. **Int Endod J.** 2013; 46(2): 155-9.

PLOTINO G, GRANDE NM, TESTARELLI L, GAMBARINI G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. **Int Endod J.** 2012; 45: 614-18.

PLOTINO G, GIANIRACUSA RUBINI A, GRANDE NM, TESTARELLI L, GAMBARINI G. Cutting efficiency of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. **J Endod.** 2014; 40(1): 228-30.

PLOTINO G, GRANDE NM, PORCIANI PF. Deformation and fracture incidence of Reciproc instruments: a clinical evaluation. **J Endod.** 2015; 48(2): 199-205.

REDDY SA, HICKS ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. **J Endod.** 1998; 24: 180–3.

ROANE JB, SABALA CL, DUNCANSON MG. The “balanced-force” concept for instrumentation of curved canals. **J Endod.** 1985; 11(5): 203-11.

ROBINSON JP, LUMLEY PJ, COOPER PR, GROVER LM, WALMSLEY AD. Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. **J Endod.** 2013; 39(8): 1067-70.

RUDDLE CJ. ***Cleaning and shaping root canal systems***. Caminhos da Polpa, 8ª ed., Cohen S, Burns RC, eds. St. Louis: Mosby, 2011; 231-291.

SCHÄFER E, BÜRKLEIN S. Impact of nickel-titanium instrumentation of the root canal on clinical outcomes: a focused review. **Odontology.** 2012; 100(2): 130- 136.

SCHILD H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18: 269-96.

SCHMIDT WPL, HÉLIO PL, ELIAS CN, VIEIRA MVB, BATISTA MMD, CUNHA RS. Resistance to

bending and buckling of WaveOne and Reciproc instruments. *ENDO.* 2014; 8: 153-6.

SELTZER S, NAIDORF IJ. Flare-ups in endodontics: Etiological factors. *J Endod.* 1985; 11: 472-478.

SETZER FC, KWON TK, KARABUCAK B. Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. *J Endod.* 2010; 36(7): 1226-1229.

SHEN Y, COIL JM, MCLEAN AG, HEMERLING DL, HAAPASALO M. Defects in nickel- titanium instruments after clinical use. Part 5: Single use from endodontic specialty practices. *J Endod.* 2009; 35(10): 1363-1367.

SHEN Y, ZHOU HM, ZHENG YF, PENG B, HAAPASALO M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2013; 39: 163-72.

SOARES JÁ, CESAR EAS. Avaliação clínica e radiográfica do tratamento endodôntico em sessão única de dentes com lesões periapicais crônicas. *Pesqui. Odontol. Bras.* 2001; 15(2): 138-44.

VARELA-PATIÑO P, IBAÑEZ-PÁRRAGA A, RIVAS-MUNDIÑA B, CANTATORE G, OTERO XL, MARTIN-BIEDMA B. Alternating versus continuous rotation: A comparative study of the effect on instrument life. *J Endod.* 2010; 36(1): 157-159.

Versiani MA. *Avaliação do preparo biomecânico e da obturação de canais radiculares ovais promovidos pelos sistemas de instrumento único WaveOne, Reciproc e SAF* [tese]. Ribeirão Preto: USP; 2012.

WALIA HM, BRANTLEY WA, GERSTEIN H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988; 14: 346–51.

WAN J, RASIMICK BJ, MUSIKANT BL, DEUTSCH AS. A comparasion of cyclic fatigue resistance in reciprocating and rotary nickel-titanium instruments. **Aust Endod J**. 2011; 37: 122-127.

WEBBER J, MACHTOU P, PERTOT W, KUTTLER S, RUDDLE CJ, WEST JD. The WaveOne single-file reciprocating system. **Roots**. 2011; 1: 28-33.

WEINE FS, KELLY RF, LIO PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. **J. Endod**. 1975; 1(18): 255-262.

YARED G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **Int Endod J**. 2008; 41: 339-344.

YARED G, RAMLI GA. Single file reciprocation: A literature review. **ENDO**. 2013; 7(3): 171-8.

YE J, GAO Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. **J Endod**. 2012; 38: 105-7.

YOUNG-JUN L, SU-JUNG P, HYEON-CHEOL K, KYUNG-SAN M. Comparison of the centering ability of Wave·One and Reciproc nickel-titanium instruments in simulated curved canals. **Restor Dent Endod**. 2013; 38(1): 21-25.