

Gisele Ramos Gayoso

Instrumentos de reciprocagem:
WaveOne e Reciproc

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

PIRACICABA

2014

GISELE RAMOS GAYOSO

Instrumentos de reciprocagem: WaveOne e Reciproc

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

Orientador: Prof. Dr. Caio César Randi Ferraz

PIRACICABA

2014

Ficha catalográfica

Universidade Estadual de Campinas

Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba

Marilene Girello - CRB 8/6159

Gayoso, Gisele Ramos, 1985-

G257i Instrumentos de reciprocagem: WaveOne e Reciproc / Gisele Ramos Gayoso. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2014.

Orientador: Caio Cezar Randi Ferraz.

Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Cavidade pulpar. I. Ferraz, Caio Cezar Randi, 1973- II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. DESENVOLVIMENTO.....	9
2.1. ROTAÇÃO ALTERNADA OU RECÍPROCA.....	9
2.2. RECIPROC®	10
2.3. WAVEONE®	13
2.4. LIMPEZA E MODELAGEM.....	16
2.5. FADIGA E FRATURA.....	18
2.6. EXTRUSÃO DE DEBRIS.....	23
2.8. LIGA DE NITI - MEMORY WIRE (MWIRE)	24
2.9 CASO CLINICO.....	26
3. CONCLUSÃO.....	29
4. REFERÊNCIAS.....	30

RESUMO

Nas últimas décadas a endodontia vem se automatizando cada vez mais, após longo tempo estabilizado em instrumentos de aço inox, o desenvolvimento da liga metálica de níquel-titânio veio para revolucionar e acelerar o desenvolvimento tecnológico dessa ciência. Tradicionalmente o preparo do canal radicular é feito com lima manuais de aço inoxidável, o que limita bastante o clínico quanto ao tempo do tratamento e riscos de fratura do instrumento. Com o objetivo de facilitar o dia a dia do clínico endodontista, a endodontia, vem sofrendo um avanço tecnológico muito acentuado, avanço esse nunca visto em toda a história da Odontologia. A proposta deste trabalho é apresentar ao leitor levantamentos da literatura que justifiquem a importância desses novos instrumentos endodônticos (Reciproc® e WaveOne®) bem como sua descrição e característica. Baseado no conceito das forças balanceadas de Roane, Yared (2008), reintroduziu o conceito da instrumentação alternada ou oscilatório, lançando a lima de uso único de movimento recíprocante com o objetivo de prevenir acidentes como fratura e fadiga do instrumento, diminuir o tempo de trabalho clínico e simplificar a técnica endodôntica. O conhecimento da técnica, respeitando cada etapa da endodontia é o fundamental para um tratamento endodôntico de sucesso.

ABSTRACT

In recent decades endodontic treatment has been coming increasingly automated, after long time stabilized with stainless steel instruments, the development of the alloy of nickel-titanium came to revolutionize and accelerate technology development of this science. Traditionally the root canal preparation is made with stainless steel hand file, which limits the endodontist as to the time of treatment and the risk of fracture. In order to facilitate the day to day clinical endodontist, the endodonty has experiencing a technological advancement too steep, this breakthrough never seen in the history of dentistry. The purpose of this paper is to present the reader surveys the literature to justify the importance of these new endodontic instruments (Reciproc® e WaveOne®) as well as its description and characteristic. Based on the concepts of balanced forces Roane, Yared (2008), reintroduced the concept of alternating or oscillating instrumentation, launching the single file using reciprocating motion with the aim of preventing accidents as fracture and fatigue instrument, decrease working time clinical and simplify the technique endodontic. Technical knowledge, respecting each step in endodontics is vital for a successful endodontic treatment.

1. INTRODUÇÃO

Schilder, em 1974, propôs que a limpeza e a modelagem efetiva do sistema de canais radiculares, bem como a remoção de restos pulpares, bactérias e seus subprodutos, promovia uma obturação tridimensional do canal radicular, obtendo assim um melhor selamento do canal tratado.

Apesar de ser um conceito antigo pela data em que foi feito, ainda representa para o Endodontista o principal objetivo do tratamento endodôntico.

Tradicionalmente o preparo do canal radicular era feito com limas manuais de aço inoxidável, o que limitava bastante o clínico quanto ao tempo de tratamento e riscos de fratura do instrumento. O preparo mecânico não é capaz de promover uma eliminação de todos os microrganismos do interior do canal radicular (Byström A, 1981). O sucesso da endodontia está em um bom selamento apical, mesmo que ao longo de toda a raiz haja alguns microrganismos de patogenia insuficiente para manter a doença (Özok *et al*, 2012).

Ultimamente a Endodontia, vem sofrendo um avanço tecnológico muito acentuado, avanço esse nunca visto em toda a história da Odontologia. Cada dia que passa novos produtos e instrumentos são lançados com o objetivo de facilitar o dia a dia do clínico endodontista.

A partir disso, foi desenvolvida uma série de instrumentos de níquel-titânio, com melhor flexibilidade (Walia *et al*, 1988), com uma eficiência maior no corte da dentina (Kazemi *et al*, 1996) e menor tempo de trabalho (Ferraz *et al*, 2001). Oferecendo assim, muitas vantagens quando comparado com os instrumentos de aço inoxidável. Além disso, o instrumento de níquel-titânio mantém o formato original do canal durante o tratamento e reduz a probabilidade de transporte do forame apical (Kuhn *et al*, 1997; Reddy & Hicks, 1998; Ferraz *et al*, 2001; Pettiette *et al*, 2001).

No mercado existe uma série de instrumentos e sequências de utilização, cada uma preconizada por seu fabricante, com torque e velocidades diferentes. Existe ainda uma combinação de instrumentos diferentes feita pelo próprio operador. Entretanto, todas as técnicas existentes exigem do operador a utilização de vários

instrumentos em uma determinada sequência, bem como a utilização de limas manuais previamente às de NiTi rotatórias, evitando assim a fratura do instrumento.

O clínico tem enfrentado diversas desvantagens quanto ao uso desse sistema que são: possibilidade de fratura do instrumento associado com o aumento da fadiga causada pelo uso repetitivo de instrumento e a possibilidade de contaminação cruzada associada da limpeza e esterilização inadequada dos instrumentos e um arsenal muito grande de instrumentos em apenas um caso clínico, aumentando o tempo de trabalho do operador.

Com isso surgiu a proposta de Yared *et al* (2011) da utilização do uso único da lima de NiTi com o objetivo de diminuir a quantidade de instrumentos rotatórios necessários para o preparo do canal, simplificar a técnica e, conseqüentemente, reduzir o custo operacional para a realização do tratamento endodôntico (Guimarães JR, 2012).

Em 2011, surgiram dois novos sistemas de limas de NiTi de uso único: WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e Reciproc (VDW, Munique, Alemanha). São instrumentos rotatórios fabricados a partir da nova tecnologia MWire, que tem apresentado maior resistência à fadiga cíclica e melhores propriedades mecânicas, dando mais segurança ao clínico para o preparo do canal radicular. (Ye & Gao, 2012).

A proposta deste trabalho é apresentar ao leitor levantamentos da literatura que justifiquem a importância desses novos instrumentos endodônticos (Reciproc® e WaveOne®) bem como sua descrição e característica.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 ROTAÇÃO ALTERNADA OU RECÍPROCA

Desde o século passado, diversos sistemas de instrumentos de níquel - titânio foram introduzidos à endodontia com o intuito de minimizar as dificuldades sofridas pelo clínico durante o tratamento endodôntico. A instrumentação, antes manual, tornou-se automatizada, sendo hoje o mais moderno meio de instrumentação dos canais radiculares.

Existem dois tipos de instrumentação automatizada: a instrumentação com movimento rotatório, chamado de sistemas rotatórios. E a instrumentação com movimento alternado, chamado de movimento recíprocante ou oscilatório.

Desde a década de 60, houve a necessidade de automatizar a instrumentação endodôntica. Muitas marcas comerciais foram lançadas como a Giromatic® (Micro Mega), que alargava o canal da direita para esquerda, seguido do Dynatrack®, W & H®, Endo-Angle® (Union Broach), e Endolift® (Kerr), com movimentos de vai-e-vem e pequeno movimento rotacional alternado. (De Deus *et al*, 1992)

Turek & Langeland (1982) mostrou que após instrumentação com o sistema Giromatic®, não havia removido completamente restos pulpare e debris de dentina, nem preparos circulares ao nível apical.

Weisz *et al* (1985) ressaltou que com o domínio do aparelho automático e da técnica utilizada, os resultados encontrados serão positivos, diminuindo assim a instrumentação manual e conseqüentemente a perda da sensibilidade tátil.

Houve então a necessidade de melhoria no movimento dos instrumentos, objetivando facilitar a dinâmica de instrumentação. 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.

A técnica de “movimentos oscilatórios”, foi descrita por De Deus *et al* (1992), baseia-se nas manobras alternadas da direita para a esquerda com o objetivo de propiciar melhor limpeza do canal com o contato do instrumento ao longo das paredes, centralizando o instrumento, com menor desvio apical e permitindo a ampliação apical dos canais curvos, com menor alteração do formato original do canal.

A instrumentação mecanizada apresentou uma superioridade na qualidade do preparo quando comparado com o preparo manual, porém em estudos utilizando microtomografias computadorizadas (micro CT) mostrou que após instrumentação com limas de NiTi, 35% de áreas de dentinas não foram instrumentadas (Peters *et al*, 2003).

Baseado nos conceitos das forças balanceadas de Roane, Yared *et al* (2008), reintroduziu o conceito da instrumentação alternada ou oscilatório, usando uma única lima ProTaper F2 em diferentes angulações durante o movimento rotatório alternado, essas angulações foram determinadas de acordo com o módulo de elasticidade da liga, sendo o valor menor que o limite do módulo de elasticidade da lima citada. O angulo no sentido horário foi maior que o angulo no sentido anti-horário, assim a lima avança apicalmente cortando dentina e depois recua apicalmente aliviando.

Em 2011, houve o lançamento das limas RECIPROC (VDW) e WAVEONE (Dentsply), com o objetivo de acelerar o tempo para o tratamento endodôntico e minimizar riscos fratura e fadiga da lima.

2.2 SISTEMA RECIPROC® (VDW)

A técnica do sistema foi preconizada por Yared *et al* em 2011. Baseia-se no uso único da lima rotatória do sistema com o movimento reciprocante, sem qualquer tipo de preparo da embocadura dos canais seja ele com limas manuais ou broca do tipo Gates-Glidden ou Largo. Sendo essa única lima rotatória a responsável por preparar e modelar o canal radicular, com ou sem curvatura, atrésico ou não.

As limas de níquel-titânio desse sistema são produzidas com a tecnologia MWire, cuja superfície da lima é termicamente tratada sob pressão (Gutman & Gao 2012) dando maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica (Shen *et.al.*2006).

Além disso, o próprio movimento de reciprocidade já configurado para os motores da RECIPROC® minimizam os riscos de fratura e o estresse sobre a lima (De Deus *et al*, 2010b; Varela-Patiño *et al*, 2010).

O sistema é composto de três limas de tamanho e conicidade diferentes. A escolha dessas limas é de acordo com o tipo de canal radicular, sendo ele atrésico, médio ou amplo. De acordo com o fabricante, as limas estão prontas para o uso, uma vez que já estão pré-esterilizadas em embalagens tipo blister e devem ser descartadas após o uso.

A seção transversal da lima RECIPROC® tem um formato de "S", possuindo lâminas afiadas nas extremidades. Desse modo, o instrumento é movimentado no sentido de corte de suas espiras, avançando para o ápice, cortando dentina. Com o movimento contrário, ele se desprende da dentina, recuando do sentido apical (Guimarães J.E., 2012). De acordo com Burklein *et al*, 2012, o ângulo do movimento no sentido de corte é maior que o ângulo do movimento no sentido contrário. Assim, verifica-se um avanço do instrumento através do canal ao fim de cada ciclo de instrumentação, sendo necessária uma mínima pressão no sentido apical.

As limas do sistema Reciproc são:

1. R25 (diâmetro de 0,25mm e taper 0,08. Diâmetro em 16 mm é de 1,05mm).
2. R40 (diâmetro de 0,40mm e taper 0,06. Diâmetro em 16 mm é de 1,10mm).
3. R50 (diâmetro de 0,50mm e taper 0,05. Diâmetro em 16 mm é de 1,17mm).



Figura 1: A imagem retirada do site: www.reciproc.com ilustra as limas do sistema Reciproc

Para seleção das limas é realizado uma análise da radiografia inicial. No uso da lima R25 o canal deve ser parcialmente visível ou invisível considerando-o atrésico. Se o canal for nítido da embocadura ao ápice, deve-se introduzir uma lima de numero 30 passivamente, se ela for até o comprimento aparente do dente, o canal é considerado amplo, selecionando a lima R50, mas se a lima de numero 30 não alcançar o comprimento, porém uma lima de numero 20 alcançar esse comprimento deve-se usar a lima R40. Caso a lima de numero 20 não alcance, optar pela lima R25.

Para a instrumentação endodôntica, o fabricante recomenda obter o comprimento aparente do dente após uma avaliação criteriosa da radiografia inicial. 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 numero 10 ou 15, será feita a patência foraminal com o uso de um localizador apical, estabelecendo o comprimento de trabalho. A seqüência é repetida com a lima do sistema até que se complete o comprimento real do canal.

As contra indicações para o uso da lima RECIPRO® são: Dilaceração de raízes ou ampliação do terço apical maior que 50mm, devendo optar por limas manuais.

Além das limas, o sistema apresenta a RECIPROC® Guta-Percha e o RECIPROC® Cone de Papel, específicos para o tipo de lima usada. E o motor VDW.SILVER®RECIPROC® (sem localizador apical integrado) ou o VDW.GOLD®RECIPROC® (com localizador apical integrado).



Figura 2: A imagem retirada do site: www.reciproc.com ilustra o Motor VDW GOLD®RECIPROC®



Figura 3: A imagem retirada do site: www.reciproc.com ilustra o Motor VDW Silver®Reciproc®

O motor funciona a bateria do tipo recarregável e pode ser utilizado durante o carregamento da mesma.

As configurações como angulação no movimento recíproco, torque e velocidade de rotação estão programadas no sistema e não podem ser alteradas.

Há também as configurações de torque e velocidade pré-selecionada para Mtwo®, FlexMaster®, ProTaper®, e Gates Glidden, K3 podendo ser alteradas nos valores.

2.3 SISTEMA WAVE ONE™

O sistema descrito pelos autores Webber *et al.* (2011) e Ruddle *et al* (2012) apresenta o conceito de lima única para a descontaminação e modelagem do canal radicular.

O uso único impede que haja fratura por fadiga do instrumental. Para isso criou-se um halo de borracha na parte de encaixe da lima no contra ângulo que ao esterilizar ela se deforma, impossibilitando um novo encaixe da mesma.

De acordo com Webber *et al* (2011), modelando o canal para um formato afunilado, não só cumpre com os requisitos biológicos de melhor irrigação, descontaminação bacteriana e restos pulpares, como fornece uma perfeita obturação tridimensional com a guta percha.

Na maioria dos casos, com o uso de uma lima única WaveOne combinada com o movimento recíproco já pré-programada pelo sistema, é o suficiente para toda a modelagem do canal.

Como já citamos no tópico sobre Reciproc®, as limas desse sistema são fabricadas com a tecnologia MWire®, fazendo com que a lima de NiTi seja mais resistente à fadiga cíclica e mais resistentes à fratura que as limas tradicionais de liga de NiTi (*Gutman & Gao 2012*).

As limas do sistema WaveOne são:

- WaveOne Small com 0,21mm de diâmetro e taper 0,06 constante. Usada para canais finos.
- WaveOne Primary com 0,25mm de diâmetro e taper 0,08 diminuindo gradativamente até a parte coronária final. É usada na maioria dos casos.
- WaveOne Large com 0,40 mm de diâmetro e taper 0,08 diminuindo gradativamente até a parte coronária final. Usada para canais amplos.



Figura 4: Imagem retirada do site: <http://dentistrytoday.com/products/featured-products/15th-annual-fall-product-showcase/2011?start=28>. Ilustra os tres tipos de limas do sistema WaveOne®

Os instrumentos foram desenvolvidos para trabalhar com ação cortante quando no movimento reverso, pois apresentam secções transversais diferentes ao longo da parte ativa da lima.

A secção transversal mais apical é em forma de triangulo convexo modificado e a secção transversal mais coronária é triangular convexa sem modificações.

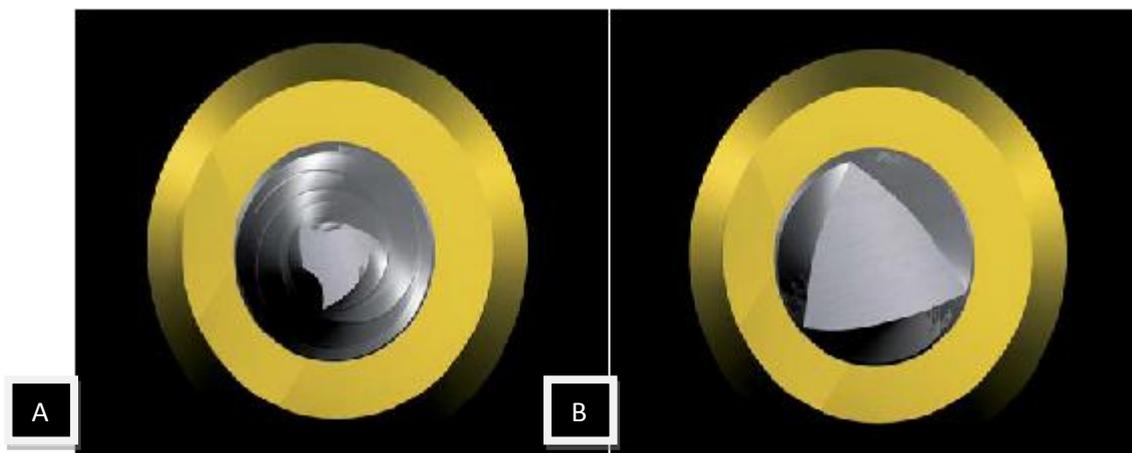


Figura 5: Imagem retirada do artigo: The WaveOne single-file reciprocating system (Webber *et al*, 2011) Fig. A: secção transversal em forma de triângulo convexo modificado. Fig. B: secção transversal em forma triangular convexa sem modificações.

Alem dessas características, a distância entre as cristas das espiras é variável. Esse design dá ao instrumento uma maior flexibilidade geral.

O motor Wave One® possui bateria recarregável e contra ângulo redutor 6:1. A movimentação recíproca é pré-programada pelo fabricante, podendo usar exclusivamente a lima WaveOne.



Figura 6: Imagem retirada do artigo: The WaveOne single-file reciprocating system (Webber *et al*, 2011) ilustra o Motor WaveOne.

O ângulo do movimento anti-horário é maior que o do movimento horário, sendo que no movimento anti-horário há o corte da dentina avançando apicalmente e travando no canal radicular, já o movimento horário há o alívio desse travamento, deixando o canal com o formato cônico.

No motor podem ser usadas outras marcas de instrumentos de NiTi no movimento rotatório, porém para o movimento recíproco somente a lima Wave One é aceita.

A técnica se resume basicamente em:

- Acesso aos canais radiculares,
- Seleção do tipo de lima Wave one,

- Preparo com uma única lima,
- Instrumentação feita com substância química auxiliar de preferência do operador.

A seleção da lima Wave One é dada primeiramente por um exame criterioso da radiografia. Com uma lima manual #10, determina-se a resistência do canal. Caso o canal esteja bastante atresico, usar a lima tipo Small. Se não houver resistência com a lima # 10, porém com a lima de #20 houver, usar a lima tipo Primary. Já se a lima # 20 estiver sem resistencia, usar a lima do tipo Large.

Apesar de ser preconizado o uso único de uma lima, Webber *et all* (2011) e Rudlle (2012) dão a opção de uso de uma complementação com os outros tipos da lima do sistema. Portanto, após o uso de uma lima tipo Small em todo o comprimento de trabalho do dente, sugere-se o uso de uma lima Primary, dando assim um melhor volume final da instrumentação.

2.4 LIMPEZA E MODELAGEM

Wan et al (2010) mostrou que a secção transversal dos instrumento rotatório está diretamente relacionada com a capacidade de corte da dentina. Porém a quantidade de espiras não apresenta essa relação.

Em 2011, Sadeghi comparou em um estudo *in vitro* a capacidade de modelagem de limas rotatórias de NiTi com limas manuais de aço inox, usando canais artificiais com curvatura. O estudo mostrou que houve não houve diferença significativa entre as limas quanto à modelagem na porção apical e uma maior capacidade de modelagem do canal na porção coronal, respeitando o formato original do canal, nos sistemas rotatórios de NiTi.

Em estudo comparativo ex vivo feito por Alves *et al* (2012), usando as limas BioRace e Reciproc em movimentos rotatório e recíproco, respectivamente, avaliou a redução bacteriana em canais ovais e mostrou que não houve diferença

estatística na redução bacteriana após a instrumentação com lima única em reciprocagem e lima rotatória convencional.

Já quanto à modelagem do canal, Berutti (2012) mostrou que em canais simulados por blocos de resina após uso do sistema Wave One Primary em movimento recíproco, manteve o formato original do canal com pequenas modificações na curvatura quando comparada com instrumento ProTaper de NiTi em movimento rotatório convencional.

Burklein et al (2012) comparou as limas Reciproc® (VDW), Wave One® (Dentsply) do sistema recíproco com as limas Mtwo (Dentsply) e ProTaper (VDW) do sistema rotatório convencional, quanto à limpeza e modelagem dos canais. O estudo feito com canais de curvatura acentuada, mostrou que a curvatura dos canais não tiveram modificações afirmando que todos os sistemas são seguros e que a modelagem e a limpeza do canal radicular se manteve satisfatória para todos os sistemas, afirmando que o uso de lima única não traz prejuízo na limpeza do canal.

Dagna et al (2012) em estudo in vitro com 60 dentes recém-extraídos, com canais radiculares previamente infectados com a bactéria *E. faecalis* e instrumentação feita pelo mesmo operador, usando diferentes instrumentos rotatórios de NiTi (MTwo, Revo-S Reciproc e One Shape), sob irrigação de Hipoclorito de Sódio 5% e EDTA 17% concluiu que todas as técnicas são eficientes na redução da quantidade bacteriana, sendo as limas de uso único tão eficientes quantos as do sistema rotatório convencional.

Em um estudo de Marzouk (2013) com 40 primeiros molares inferiores, usando somente as raízes mesiais dos mesmos, divididos em dois grupos: sistema Twisted File (TF) (Sybron Endo) e o sistema WaveOne (WO) (Dentsply) e avaliados com tomografia computadorizada Cone-Beam, mostrou que o grupo WO teve um menor transporte apical quando comparado ao grupo TF. Já o transporte nos terços médio e coronal não teve diferença significativa.

Zuolo (2013) em experimento com 54 centrais inferiores de humanos instrumentados com a técnica "crown-down" até tamanho 40 e obturados em condensação lateral com guta-percha de óxido de zinco e eugenol. Os dentes foram

divididos em 3 grupos de acordo com as seguintes técnicas para desobturação: Grupo 1 - Uso de Gates-Glidden seguida de instrumentação manual até lima de número 50; Grupo 2 - Uso da lima rotatória Mtwo R e depois o uso da Mtwo tamanho 50 e taper 0,04; Grupo 3 - Uso da lima Reciproc R 50, de tamanho 50 e taper 0,05. Clorofórmio foi usado como solvente em todos os grupos. O estudo mostrou que o movimento recíprocante para a remoção de guta percha em retratamento endodôntico é tão eficiente quanto o uso das brocas Gates Gliden e mais eficiente que o uso do sistema Mtwo. E que a técnica recíprocante é a mais rápida que as outras técnicas em questão.

Versani et al (2013) em estudo com 72 caninos unirradiculares inferiores com dimensões morfológicas semelhantes do canal radicular e divididos em 4 grupos de instrumentos rotatórios diferentes: Self-Adjusting File (ReDent-Nova, Ra'anana, Israel), WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) e ProTaper Universal (Dentsply Maillefer), avaliou através da microtomografia computadorizada, a capacidade de limpeza e modelagem dos canais em sistemas de uso único ou múltiplo dos sistemas citados acima. Concluiu-se que todos os sistemas obtiveram resultados parecidos quanto à quantidade de paredes de dentina tocadas. Nenhuma técnica foi capaz de preparar completamente todas as paredes dos canais.

2.5 FADIGA E FRATURA

A fratura dos instrumentos rotatórios ocorre por dois diferentes mecanismos: fratura torcional e fadiga flexural. (Plotino et al 2009a)

A fratura por torção ocorre quando o instrumento, sendo a ponta ou qualquer parte dele, trava nas paredes dos canais durante a instrumentação, porém a haste do mesmo continua sendo rotacionada, excedendo o limite elástico do metal (Martin et al, 2003).

Já a fratura flexural, o instrumento é submetido a sucessivas cargas de compressão e tensão no mesmo ponto, como em regiões de curvatura.

De acordo com diversos autores (Maendel *et al* 1999, Baumman e Roth 1999, Yared *et al* 2002, Yared *et al* 2001) os fatores predominantes da fratura do instrumento são:

- Raio e ângulo da curvatura do canal radicular, quanto menor o raio, maior o risco de fratura (Pruett *et al* 1997; Haikel 1999).
- Quantidade de uso do instrumento, de acordo com Gambarini (2001) os instrumentos novos são mais resistentes que os instrumentos usados.
- Propriedade metalúrgicas e superfície dos instrumentos, Schafer & Tepel (2001) mostrou que a alteração da secção transversal quadrada para a triangular ou rombóide aumentou significativamente a flexibilidade do instrumento,
- Torque utilizado com um valor acima do que o fabricante indica.

A fratura por fadiga cíclica é mais prevalente ocorrendo em 90% dos acidentes de fratura. (Cheung 2005)

Segundo Sattapan *et al* (2000), o instrumento quando sofre fadiga por torção tende a mostrar deformidade no local onde ocorrerá a fratura. Já o instrumento que sofre fadiga cíclica geralmente não apresenta nenhuma deformidade. Fatores estes que confirmam a necessidade do uso único da lima de reciprocagem.

Grande *et al* (2006) demonstrou que o volume e a secção transversal do instrumento influencia diretamente no tempo de meia vida do instrumento quando colocado sob estresse máximo em teste de fadiga cíclica. Os autores compararam a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Mtwo® , com uma secção transversal de menor massa, e ProTaper® , com uma maior massa. Concluíram que quanto maior o volume do instrumento, maior as chances de fratura por fadiga cíclica.

Gambarini *et al* (2008,2011) afirma que a fadiga cíclica é influenciada pelo tipo e metal da qual é produzida e a quantidade de uso do instrumento.

Varela-Patiño (2010), em estudo comparativo com o movimento alternado e contínuo, mostrou que o instrumento quando usado em movimentação contínua

apresentou mais deformações e fraturas que os instrumentos de movimentação alternada.

Al-Hadlaq et al (2010) investigou a resistência à fadiga cíclica flexural de instrumentos rotatórios feitos com a tecnologia MWire e comparou com instrumentos de liga de NiTi convencional, todas de tamanho 30mm de e taper 0,04. O estudo mostrou que a liga produzida na tecnologia MWire é mais resistente à fadiga flexural quando comparado com a liga de instrumentos convencionais de NiTi.

Gao et al (2010) comparou a resistência à fadiga de instrumentos rotatórios feitos com a tecnologia MWire com instrumentos de liga de NiTi convencional. Os testes foram feitos em canais artificiais de 5mm e 90° de curvatura em duas velocidades: 300rpm e 500 rpm. O tempo e a quantidade de ciclos até o momento da fratura foram cronometrados e comparados com um total de 160 amostras. Mais de 50% das limas fraturadas da tecnologia convencional de produção da liga apresentaram múltiplos sítios de deformações enquanto que a liga MWire apresentou apenas um sítio de início de fratura, mostrando que a liga MWire é mais resistente que a liga NiTi convencional.

Arias et al (2012) concluiu em seu trabalho que Reciproc apresenta maior resistência à fadiga que WaveOne, e ambos os instrumentos apresentam ótima resistência à fadiga dos 5mm aos 13mm do topo.

Alguns estudos mostram que a secção transversal e o formato do instrumento não são fatores determinantes para algum tipo de fadiga (Melo et al 2002, Cheung & Darvell, 2007). Entretanto, estudos sugerem que diferentes secções transversais e formato do instrumento interferem na fadiga do mesmo (Haikel et al 1999, Grande et al 2006, Tripi et al 2006)

Plotino et al (2012) mostrou em estudo comparativo que o instrumento Reciproc apresenta mais resistência à fadiga do que o instrumento WaveOne, essa diferença pode ser explicada pelo tipo de secção transversal das limas, uma vez que a lima Reciproc apresenta uma secção transversal semelhante à Mtwo e a lima Reciproc é semelhante à ProTaper, quanto sua secção transversal.

O objetivo do movimento recíproco é minimizar os riscos de fratura do instrumento causado pelo estresse da torção. O ângulo da sentido anti-horário foi desenvolvido para ser menor que o limite de elasticidade do instrumento (Plotino *et al* 2012)

Um estudo de Gambarini *et al* (2012b) avaliou a influencia da variação da angulação no movimento de reciprocidade quanto à resistência à fadiga. Usou 30 instrumentos de NiTi de tamanho de 25 a 27 mm e taper de 0,08mm que foram testados em blocos de metal de curvatura de 60°, de 3 a 1,5mm de raio e divididos em 5 grupos. O grupo 5 foi o grupo controle, com movimento rotatório contínuo. O grupo 1 a 4 com movimentos recíprocos de diferentes angulações no movimento. O tempo de trabalho do grupo 5 foi menor que o dos grupos de 1 a 4, não houve diferença entre as angulações de 30° horário e 150° anti-horário com a angulação 30° anti-horário e 150° horário porém o movimento de reciprocagem é influenciar na fadiga cíclica dos instrumentos.

Kim *et al* (2012) avaliaram a fadiga cíclica e resistência torçiona dos instrumentos de NiTi usados em movimento reciprocante, Reciproc e WaveOne, mostrando que o sistema Reciproc apresenta um maior numero de ciclos por fratura que o sistema WaveOne. E ambos os sistemas apresentam maior numero de ciclos de fratura e maior resistência torçiona que a lima de NiTi ProTaper em movimento de rotação.

Lee (2012) avaliou dois tipos de instrumentos rotatórios com diferentes secções transversais em movimentos rotacionais e reciprocantes. Esses instrumentos são ProTaper F2, de secção transversal triangular convexa e ProFile de taper 0,06mm e tamanho 25, com secção transversal em forma de "U". Sua conclusão foi que a secção transversal e o movimento escolhido influenciam na resistência a fadiga flexural.

Em um experimento de Wan *et al* (2011), utilizando quatro instrumentos rotatórios de NiTi, dos quais 3 são movimentos rotatórios e um recíproco, não apresentou fratura de nenhuma lima durante o movimento reciprocante, enquanto que as limas utilizadas no movimento recíproco houve fratura.

Gambarini (2012a) concluiu que no movimento recíproco há uma maior resistência à fadiga quando utilizou as limas Twisted File® (Sybron Dental Specialities) em movimento rotatório e recíproco em canais artificiais de 60° de curvatura, variando o ângulo de oscilação do instrumento.

Gavivini (2012) em estudo com instrumento Reciproc R25, mostrou que quando usado em movimento recíprocante apresenta maior resistência flexural quando utilizado em movimento rotatório contínuo.

Plotino (2012c) afirma que os instrumentos rotatórios produzidos sob o tratamento térmico de sua superfície apresentam maior resistência à fadiga quando comparados aos instrumentos que não receberam esse tratamento.

Utilizando limas Reciproc e WaveOne em um estudo comparativo, Arias et al (2012) mostrou que a Reciproc apresenta maior resistência à fadiga cíclica, principalmente nos 5 mm da ponta ativa.

Castello et al (2012) comparou três instrumentos rotatórios quanto à fadiga cíclica e tempo até que a fratura ocorresse. A lima WaveOne apresentou maior resistência à fadiga e maior período de tempo para que a fratura ocorresse, completando assim maior número de ciclos.

Gutman 2012 em revisão de literatura sobre as alterações sofridas pela liga metálica do instrumento rotatório, visando a melhora do desempenho, da durabilidade e da segurança, concluiu que os instrumentos feitos com a liga de memória na modelagem (MWire) apresenta um impacto revolucionário no tratamento de canais radiculares. O desenvolvimento dessa liga tem proporcionado uma série de pesquisas para melhorar as propriedades metálicas dessa liga, proporcionando, assim, uma melhoria no resultado da limpeza e modelagem do canal radicular, e no desenvolvimento de instrumentos com maior flexibilidade, resistência à fratura e melhor eficiência de corte de dentina.

Generalì (2013) avaliou a influência do operador sobre o índice de fratura e o tempo de trabalho da instrumentação radicular. O estudo feito com dois operadores, sendo eles um especialista em Endodontia e um estudante de

graduação de odontologia, usando 109 canais mesiais de molares inferiores humanos extraídos, e de curvatura entre 25° a 45°, randomizado em 4 grupos, dos quais dois seriam usadas a Lima WaveOne Primary e os outros dois seriam usadas a lima PathFile 1,2 e 3. Concluiu-se que a experiência do operador não tem nenhuma influência sobre o índice de fratura, porém quanto mais experiente o operador, mais rápido é tempo de preparo do canal.

Lopes et al (2013) em estudo com as limas Reciproc em movimento recíproco e WaveOne em movimento contínuo sob os testes de fadiga, estático e dinâmico, com os resultados de: resistência à flexão (carga máxima em gramas) dos instrumentos foram 274,9 para Reciproc e 429 para Mtwo. Os tempos médios (em segundos) para fratura dos instrumentos submetidos a testes estáticos e dinâmicos foram 214,5 (estático) e 286,3 (dinâmico) para Reciproc e 38,9 (estático) e 99 (dinâmico) para Mtwo. Concluiu que as limas de maior flexibilidade apresentam maior resistência à fadiga. Esses achados reforçam o pressuposto de que a utilização do movimento alternado é um meio de prolongar a vida útil quanto a fadiga durante a instrumentação rotatória do canal radicular.

Pedulla et al (2013) avaliou a influência do movimento recíprocante e rotatório contínuo em 4 diferentes tipos de instrumentos rotatório de NiTi. O objetivo do estudo foi avaliar a resistência quanto a fadiga flexural das limas Reciproc R25 (VDW, Munique, Alemanha), WaveOne Primary (VDW, Munique, Alemanha), Mtwo (Suécia & Martina, Padova, Itália) e Twisted File (TF; SybronEndo, Orange, EUA) os instrumentos foram usados em rotação contínua e em dois diferentes movimentos recíprocos. Um total de 180 instrumentos rotatórios de NiTi de cada marca comercial, sendo duas usadas em movimento recíproco (Reciproc R25 (VDW, Munique, Alemanha), WaveOne Primary (VDW, Munique, Alemanha) e duas usadas em movimento rotatório contínuo (Mtwo (Suécia & Martina, Padova, Itália) e Twisted File (TF; SybronEndo, Orange, EUA)) foram testadas. Cada marca comercial foi dividida em 3 grupos de 45 instrumentos cada e submetidas às rotações: 300rpm de movimento rotatório contínuo, movimento "RECIPROC ALL" e ao movimento "WAVEONE ALL". A resistência à fadiga cíclica foi determinada a partir da contagem das falhas dos ciclos em uma curvatura de 60° e 5mm de raio. Resultou-se que a

resistência à fadiga cíclica foi significativamente maior nas marcas Reciproc e WaveOne do que nas marcas Twisted File e Mtwo.

Pirani et al (2013) em estudo comparativo com 72 limas WaveOne Primary e

ProTaper Universal F2 sob testes de fadiga cíclica, em canais artificiais de 60° e 5mm de raio, divididas em grupos de 24 instrumentos cada nos seguintes movimentos rotatórios: WaveOne sob movimento recíproco, ProTaper F2 sob o movimento recíproco e contínuo. Avaliou-se o tempo de fratura, as características da superfície do metal fraturado e as características gráficas do fragmento fraturado. O Grupo da WaveOne apresentou maior resistência à fadiga cíclica que os outros grupos. A análise da superfície de todos os instrumentos mostrou igual presença de profundas marcas de fresagem. Por tanto o estudo conclui que a lima WaveOne apresenta maior resistência à fadiga cíclica e uma maior vida útil.

Saber et al (2013) investigou os efeitos da alteração da ampliação do ângulo do movimento recíprocante quanto à vida útil do instrumento WaveOne até a fadiga, a capacidade de modelagem do canal, bem como o transporte apical, a relação de centralização da lima no canal e o tempo de preparo. 30 limas WaveOne Primary foram divididas igualmente em 3 grupos de diferentes amplitudes no ângulo do movimento recíprocante. O grupo G1: 150 anti-horário (AH)- 30 horário (H), G2: 120 AH- 30 H e G3: 90 AH - 45 H. O estudo mostrou que o tempo de fratura aumentou à medida que a amplitude oscilatória diminuiu. Quanto maior a amplitude oscilatória, menor o tempo de preparo do canal radicular, e maior o transporte e descentralização do canal. Portanto, quanto menor a amplitude de oscilação do movimento, menor o risco de fratura, mais centralizado será o preparo com menor transporte de canal, porém o tempo para instrumentação é maior.

2.6 EXTRUSÃO DE DEBRIS

Debris de dentina, remanescentes de tecidos pulpares, microorganismos e solução irrigadora pode ser extruído pelo ápice durante a instrumentação, podendo resultar em um início de uma inflamação levando ao desconforto ou dor para o paciente (Seltzer S, 1985).

Até agora, em todas as técnicas de instrumentação há certa extrusão de debris (VandeVisse, 1975) e pode haver diferença de acordo com a técnica utilizada.

Uma das conseqüências da instrumentação é o formato cônico do canal favorecendo uma melhor obturação, porém mantendo o formato original do canal. Com a presença de curvatura há certo grau de dificuldade tanto na instrumentação quanto na preservação da posição do forame. (Kandaswamy et al, 2009).

De Deus (2010) em estudo comparativo entre ProTaper em seqüência convencional e ProTaper F2 em uso único, avaliou a quantidade de tecidos extruídos durante a instrumentação de 30 raízes mesiais de molares inferiores divididos em 3 grupos. Em G1, a instrumentação foi do tipo "crown-down" com limas manuais. Em G2, foi usada a técnica universal da seqüência do instrumento rotatório ProTaper e em G3 o instrumento ProTaper F2 foi usado em movimento recíprocante. O tamanho apical final equivale à lima número 25. Um aparato foi usado para contabilizar a quantidade de debris extruídos. O experimento mostrou que não houve diferença estatística significativa entre os grupos, porém o grupo G1, instrumentado manualmente, teve maior quantidade de debris extruídos que os outros dois grupos. Concluiu-se que o uso único da lima ProTaper F2 apresenta resultados favoráveis quando levados em conta o custo/ benefício da técnica e a simplicidade do sistema de uso único.

Bürklein (2012) em estudo in vitro avaliou a quantidade de debris extruídos durante a instrumentação rotatória contínua e rotatória recíprocante usando as limas Reciproc e WaveOne em reciprocagem e ProTaper e Mtwo em rotação contínua. Oitenta incisivos inferiores humanos foram randomizados em 4 grupos de 20 dentes cada. Água bidestilada foi usada como irrigante. O material extruído apicalmente durante a instrumentação foi recolhido, secado e pesado com uma micro balança e comparada. O tempo de instrumentação também foi calculado. Todos os movimentos extruíram debris apical, porém o movimento recíprocante apresentou maior extrusão de debris que o outro movimento, sendo a lima Reciproc a que mais extruiu material para fora do ápice e também a mais rápida para preparo do canal radicular.

Com o objetivo de avaliar a redução bacteriana durante movimento de reciprocagem, Alves (2012), em estudo ex vivo com 34 incisivos inferiores ou pré-molares superiores de canais únicos e ovais extraídos e contaminados com *Enterococcus faecalis* foram instrumentados usando a técnica única do instrumento Reciproc e a série de instrumentos BioRace. Foi feita a coleta bacteriana antes e depois da instrumentação. A qualificação bacteriana foi realizada usando qPCR (quantitative polymerase chain reaction) e cultura bacteriana. Não houve resultados significativos entre as técnicas, mostrando que ambas as técnicas apresentaram seguras quanto ao quesito de desinfecção do canal radicular.

Koçak (2013) em estudo in vitro com 68 pré-molares inferiores de canais únicos e comprimentos similares foram instrumentados usando os instrumentos ProTaper F2 (25.08; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), Self-Adjusting File (1.5 mm diâmetro, Re-Dent Nova, Ra'anana, Israel), Reno-SSU (25.06; MicroMega, Besacon, França) e Reciproc (R25, VDW GmbH, Munique, Alemanha) O material extruído foi coletado em tubos do tipo Eppendorf, pesados e submetidos a uma incubadora a 70°C por 5 dias. Após a retirada dos tubos foram novamente pesados. Não houve diferença significativa entre as técnicas. O instrumento ProTaper foi o que apresentou maior média de debris extruídos. Reciproc foi a quem menos produziu debris. Todas as técnicas tiveram extrusão de debris.

Bürklein (2013) avaliou a extrusão de debris durante a instrumentação do canal radicular com os seguintes instrumentos: Reciproc, F360, OneShape e Mtwo. Oitenta incisivos inferiores humanos foram divididos em 4 grupos de 20 dentes cada e instrumentados de acordo com orientações do fabricante, usando movimento reciprocante no sistema Reciproc, sistema de lima única nas limas F360 3 OneShape, e sistema de múltiplas limas na lima Mtwo material extruído foi recolhido em um recipiente de vidro e seco. As amostras foram pesadas em uma micro balança e analisadas estatisticamente. O tempo para preparo também foram contabilizados. Concluiu-se que o sistema que mais produz debris foi o sistema Reciproc, não houve diferença entre os sistemas rotatórios de lima única e de múltipla limas.

2.7 LIGA DE NITI - MEMORY WIRE (MWIRE)

As ligas de níquel-titânio (NiTi) tornaram-se populares por apresentarem ampla gama de aplicações biomédicas devido à sua capacidade única para recuperar a sua forma original depois de sofrer grandes deformações (até 8%) através do aquecimento, conhecido como efeito de memória de forma, ou através da remoção da carga, conhecidos como efeito super elástico. Instrumentos endodônticos feitos de ligas de níquel-titânio têm sido amplamente selecionados por endodontistas para a remoção de tecidos mortos ou infectados e modelagem dos canais facilitando a obturação, uma vez que apresentam maior flexibilidade devido à sua super elasticidade comparado com instrumentos tradicionais feitos de aço inoxidável (Larsen, 2009)

Mesmo que tenha havido uma melhoria considerável no design dos instrumentos rotatórios, métodos de fabricação e técnicas de preparação desses instrumentos feitos de ligas de níquel-titânio, ainda há a separação intracanal causada por fadiga cíclica dos mesmos. Mantendo uma preocupação primordial na prática da endodontia, especialmente para os canais com acentuadas curvaturas . (Ye e Gao, 2012).

Portanto, uma das soluções promissoras para melhorar a resistência à fadiga dos instrumentos rotatórios é otimização a microestrutura de ligas de NiTi através processamento termomecânico ou novas tecnologias de produção . Recentemente, um novo fio de NiTi (denominado MWire) foi desenvolvido através de um tratamento térmico mecânico e mostrou melhoria significativa à resistência à fadiga cíclica nos instrumentos endodônticos rotatórios (Alapati, 2009).

A liga MWire apresenta três fases cristalinas Martensita, R-Fase e Austenita, de acordo com estudo de Alapati et al (2009) sobre a caracterização da mesma.

Em estudos com os instrumentos ProFile® 25/04 confeccionados com a liga MWire® e instrumentos confeccionados com tradicionais ligas de NiTi, Johnson et al (2008) mostrou que a resistência à fadiga cíclica é 390% superior aos instrumentos da liga MWire. Superelasticidade está associada a uma transformação da fase Martensita da liga, após stress, em fase Austenita e uma espontânea reversão a

Martensita quando o stress é liberado, fazendo com que o material recupere o seu formato original.

Em estudo comparativo sobre as propriedades físicas e mecânicas de instrumentos endodônticos com a liga MWire®, e instrumentos endodônticos convencionais, mostrou que os instrumentos MWire® apresentaram propriedades físicas e mecânicas com maior flexibilidade e resistência à fadiga, quando comparados a métodos tradicionais de confecção de limas de NiTi. (Pereira et al, 2012).

A microestrutura nano-cristalina Martensítica é o que dá maior resistência à liga de NiTi MWire. Ye & Gao (2012)

CASO CLÍNICO

O Sr. L.A.R.D., 52 anos, compareceu ao Endocentro (FOP/UNICAMP) para o tratamento endodôntico do dente 46 com o diagnóstico de Pulpite Irreversível. Foram feitos os seguintes testes clínicos: Teste de vitalidade acentuado positivo, teste de percussão positivo e teste de palpação negativo. O exame radiográfico apresentou carie extensa em região mesial.

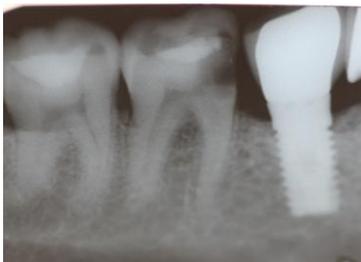


Ilustração 1: Radiografia periapical inicial dente 46*



Ilustração 2: Estado inicial do dente 46*



Ilustração 3: Após abertura coronária e isolamento absoluto*



Ilustração 4: Instrumentação com lima Reciproc R25*



Ilustração 5: Após instrumentação dos canais Mésio-Vestibular, Mésio-Lingual e Distal*



Ilustração 6: Papéis absorventes para secar os canais*



Ilustração 7: Vista oclusal após obturação dos canais*



Ilustração 8: Selamento provisório com resina foto polimerizável*

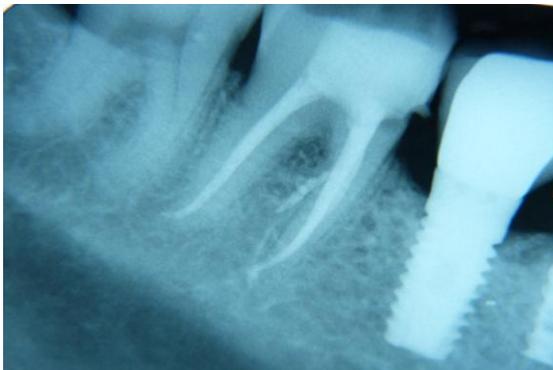


Ilustração 9: Radiografia final do dente 46*

* Todas as fotos apresentadas neste caso clínico foram feitas e gentilmente cedidas pela Dra. Erika Clavijo.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de novas tecnologias na endodontia tem auxiliado o cirurgião dentista a realizar um procedimento mais seguro, rápido e confortável para o paciente.

As novas limas Reciproc e WaveOne apresentam uma proposta de instrumentação inovadora, uma vez que se reintroduziu um movimento rotatório oscilatório (ou de reciprocagem) além de facilitar a técnica com o uso lima única sem necessidade de pré alargamentos ou instrumentação com outros instrumentos.

Em relação aos outros sistemas rotatórios convencionais, podemos concluir que esse novo sistema apresenta grande resistência à fratura e fadiga do instrumento rotatório, conservação do formato original do canal sem transporte do forame apical, pouca extrusão de debris durante o tratamento.

Além disso, o movimento de reciprocagem, por apresentar diferentes angulações durante seu funcionamento, reduz o risco de fratura do instrumento, uma vez que no sentido horários e anti-horários são estabelecidos com um valor abaixo do índice de elasticidade da liga metálica das respectivas limas: Reciproc® e WaveOne®.

O tempo de trabalho e o risco de contaminação cruzada também é reduzido, 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.

Assim, com o cuidado que cada passo do tratamento endodôntico exige e a familiarização com o sistema proposto, o preparo de canais radiculares, torna-se cada vez mais rápido, tranquilo e menos dispendioso para o cirurgião dentista.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Al Hadlaq SMS, Aljarbou FA & Althumairy RI. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-Wire nickel-titanium rotary instruments. **J Endod.** 2010; 36(2): 305-307.
2. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, et al. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. **J Endod.** 2009; 35: 1589–93.
3. Alves F. R., Rocas I. N., Almeida B. M. et al Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. **Int. Endod J.** 2012; 45 (9): 871-7.
4. Arias A, Perez-Higueras JJ and Macorra JC. Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of Reciproc and WaveOne new files. **J Endod.** 2012; 38 (9): 1244-1248.
5. Baumann MA. Nickel-titanium: options and challenges. **Dent Clin N Am.** 2004; 48: 55–67.
6. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper System: a comparative study. **J Endod.** 2012; 38(4): 505-509.
7. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating files. **J Endod.** 2011; 37(12): 1687-1690.
8. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod.** 1983; 55: 307–312.
9. 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.

10. Bürklein S & Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-files and full-sequence rotary instrumentation systems. **J Endod.** 2012; 38: 850-852.
11. 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.
12. 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.
13. Chaves Craveiro de Melo M, Guiomar de Azevedo Bahia M, Lopes Buono VT. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. **J Endod.** 2002 Nov;28(11):765-9.
14. Cheung GS, Peng B, Bian Z, Shen Y, Darvell BW . Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: fractographic examination. **Int Endod J.** 2005 Nov;38(11):802-9.
15. Cheung GS, Bian Z, Shen Y, Peng B, Darvell BW. Comparison of defects in ProTaper hand-operated and engine-driven instruments after clinical use. **Int Endod J.** 2007 Mar;40(3):169-78.
16. Dagna A, Arciola CR, Visai L, Selan L, Colombo M, Bianchi S, Poggio C. Antibacterial efficacy of conventional and single-use Ni-Ti endodontic instruments: an in vitro microbiological evaluation. **Int J Artif Organs.** 2012 Oct; 19:0.
17. De Deus QD. **Endodontia. 5ª ed.,** 1992, Medsi: Rio de Janeiro, 695p.
18. 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: 1063-1068.
19. De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RAS, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file proTaper F2 technique under reciprocating movement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod.** 2010; 110: 390-394.

20. Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. **Int Endod J.** 2001; 34: 354–8.
21. 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.
22. Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic Fatigue analysis of twisted file Rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. **Int Endod J.** 2012
23. Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L. Fatigue resistance of engine-driven Rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. **J Endod.** 2008; 34(8): 1003-1005.
24. 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 (In Press).** 2012; 1-4.
25. Gambarini G. Cyclic fatigue of profile rotary instruments after prolonged clinical use. **Int Endod J.** 2001; 34(5): 386-389.
26. Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Miranda GT & KawaKami DAS. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. **J Endod.** 2012; 38(5): 684-687.
27. Generali L, Righi E, Todesca MV, Consolo U. Canal shaping with Wave One reciprocating files influence of operator experience on instrument breakage and canal preparation time. **Odontology**, 2013, Jun.
28. Goldberg M, Dahan S, Machtou P. Centering ability and influence of experience when using WaveOne Single-File technique in simulated canals. **Int J Dent.** 2012; 2012: 206321. Doi: 10.1155/2012/206321.
29. Grande NM, Plotino G, Butti A, Messina F, Pameijer CH, Somma F. Cross-sectional analysis of root canals prepared with NiTi rotary instruments and stainless steel reciprocating files. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2007 Jan;103(1):120-6. **Epub** 2006 Apr 21.

30. Grossman LI. Endodontic practice, **7th ed.** Philadelphia: Lea & Febiger,1970.
31. Guimarães J.E , Instrumentos endodónticos de uso único. **Monografia 2012.**
32. Haïkel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. **J Endod.** 1999 Jun;25(6):434-40.
33. Hartmann MS, Fontanella VR, Vanni JR, Fornari VJ, Barletta FB. CT evaluation of apical canal transportation associated with stainless steel hand files, oscillatory technique and ProTaper rotary system. **Braz Dent J.** 2011; 22(4): 288-293.
34. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of Profile 25/04 rotary instruments. **J Endod.** 2008; 34(11): 1406-1409.
35. Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Porkodi I, Pradeep G. Canal-centering ability: An endodontic challenge. **J Conserv Dent.** 2009; 12(1): 3-9.
36. Kazemi RB, Stenman E, Spangberg LS. Machining efficiency and wear resistance of nickeltitanium endodontic files. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod..** 1996; 8: 596–602.
37. Kim HC, Kwak S, Cheung GS, Ko DH, Chung S & 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): 541-544.
38. Kim JY, Cheung GS, Park SH, Ko DC, Kim JW, Kim HC. Effect from cyclic fatigue of nickel-titanium rotary files on torsional resistance. **J Endod.** 2012; 38(4): 527-530.
39. King Morrison JB, Roberts HW, Bergeron BE, Mayerchak MJ. The effect of autoclaving on torsional moment of two nickel-titanium endodontic files. **Int Endod J.** 2012; 45(2): 156-161.
40. 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: 735–8.

41. Larsen CM, Watanabe I, Glickman G, et al. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. **J Endod** 2009;35:401–3
42. Lee MH, Versluis A, Kim BM, Lee CJ, Hur B, Kim HC. Correlation between experimental cyclic fatigue resistance and numerical stress analysis for nickel-titanium rotary files. **J Endod**. 2011; 37(8): 1152-1157.
43. Lopes HP, Elias CN, Vieira MV, Siqueira JF Jr, Mangelli M, Lopes ZZWS, Vieira VT, Alves FR, Oliveira JC, Soares TG. Fatigue Life of Reciproc and Mtwo instruments subjected static and dynamic test. **J Endod**. 2013 May;39(5):693-6. doi: 10.1016/ **J.Joen**.2012.11.048. **Epub** 2013 Feb 8.
44. Maendel E, Adib-Yazdi, Benhamou LM, Lachkar T, Mesgouez C, Sobel M . Rotatory NiTi profile systems for preparing curved canals in resing blocks: influence of operator on instrument breakage. **Int Endod** 1999 Nov; 32 (6) 436-43
45. Martín B, Zelada G, Varela P et al (2003) Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotator instruments. **Int Endod J** 36, 262-6
46. Marzouk AM, Ghoneim AG. Computed tomography evaluation of canal shape instrumented by Messer different kinematics rotary nickel-titanium systems. **J Endod** 2013 Jul;39(7):906-9 doi: 10.1016/j.joen.2013.04.023. **Epub** 2013 May 21.
47. Özok AR, Persoon 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.
48. 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): 1394-1397.
49. 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**. 2012 Jul 3.
50. Perakaki K, Mellor AC, Qualtrough AJ. Comparison of an ultrasonic cleaner and washer disinfectant in the cleaning of endodontic files. **J Hosp Infect**. 2007; 67(4): 355-359.

51. Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotatory root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. **Int Endod J.** 2003 Feb;36 (2): 86-92
52. 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.
53. Pirani C, Ruggeri O, Cirulli PP, Pelliccioni GA, Gandolfi MG, Prati C. Metallurgical analysis and fatigue resistance of WaveOne and ProTaper Nickel-Titanium instruments. **Odontology.** 2013 Apr 9. [Epub ahead of print]
54. Plotino G, Al Sudani D, Pulino S, Grande NM, Marcoli PA, Pizzi S, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue resistance of Mtwo NiTi rotary instruments used by experienced and novice operators: an in vivo and in vitro study. **Med Sci Monit.** 2012; 18(6): 41-45.
55. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. **Int Endod J.** 2012 Jul; 45 (7): 614-618.
56. Plotino G, Testarelli L, Al Sudani D, Pongione G, Grande NM, Gambarini G. Fatigue resistance of rotary instruments manufactured using different nickel-titanium alloys: a comparative study. **Odontology.** 2012.
57. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The “balanced-force” concept for instrumentation of curved canals. **J Endod.** 1985; 11(5): 203-211.
58. Rodrigues RC, Lopes HP, Elias CN, Amaral G, Vieira VT, De Martin AS. Influence of different manufacturing methods on the cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. **J Endod.** 2011; 37(11): 1553-1557.
59. Ruddle CJ. Cleaning and shaping root canal systems. **Caminhos da Polpa, 8ª ed.**, Cohen S, Burns RC, eds. St. Louis: Mosby, 2002; 231-291.
60. Ruddle CJ. Endodontic canal preparation: WaveOne Single-File technique. **Dent Today.** 2012.

61. Saber Sel D, Abu El Sadat SM. Effect of altering the reciprocation range on the fatigue life and the shaping ability of WaveOne nickel-titanium instruments. **J Endod.** 2013 May;39(5):685-8. doi: 10.1016/j.joen.2012.12.007. Epub 2013 Jan 26.

62. Sadeghi S. Shaping ability of NiTi rotary versus stainless steel hand instruments in simulated curved canals. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**. 2011; 16(3): e454-e458.
63. 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.
64. Schäfer E, Tepel J. Relationship between design features of endodontic instruments and their properties. Part 3. Resistance to bending and fracture. **J Endod**. 2001; 27(4): 299- 303.
65. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin North Am**. 1974; 18: 269–96
66. **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.
67. Seltzer S & Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. **J Endod**. 1985; 11: 472-478.
68. 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.
69. 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.
70. Tripi TR, Bonaccorso A, Condorelli GG. Cyclic fatigue of different nickel-titanium endodontic rotary instruments.**Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2006 Oct;102(4):e106-14. Epub 2006 Jul 14.
71. Turek T, Langeland K. A light microscopic study of the efficacy of the telescopic and the Giromatic preparation of root canals. **J Endod**. 1982; 8(10): 437-443.
72. 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.
73. VandeVisse J, Brilliant JJD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation **J Endod** 1975 Jul;1(7):243-6

74. Versiani MA, Leoni GB, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. **J.Endod.** 2013 Aug;39(8):1060-6. doi:10.1016/j.joen.2013.04.009. **Epub** 2013 May 2
75. 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.
76. 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.
77. Wan J, Rasimick BJ, Musikant BL, Deutsch AS. Cutting efficiency of 3 different instrument designs used in reciprocation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2010; 109(5): e82-e85.
78. Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle CJ, West JD. The WaveOne single-file reciprocating system. **Roots.** 2011; 1: 28-33.
79. Weisz G. A clinical study using automated instrumentation in root canal therapy. **Int Endod J.** 1985; 18: 203-209.
80. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **Int Endod J.** 2008; 41: 339-344.
81. Yared G. Canal preparation with only one Reciprocating instrument without prior hand filing: A new concept. 2011. Disponível em: URL: http://www.vdwreciproc.de/images/stories/pdf/GY_Artikel_en_WEB.pdf
82. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of profile rotary instruments after simulated clinical use. **Int Endod J.** 1999; 32(2): 115-119.
83. 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(11): 105-107.
84. Zuolo AS, Mello JE Jr, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. **Int Endod J.** 2013 Oct;46(10):947-53. doi: 10.1111/iej.12085. **Epub** 2013 Mar 18.

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

