

JOSÉ ANTONIO NOYA ARES

Comparação de sistemas de instrumentação mecanizada em Endodontia.

Faculdade de Ciências da Saúde
Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2015

JOSÉ ANTONIO NOYA ARES

Comparação de sistemas de instrumentação mecanizada em Endodontia.

Faculdade de Ciências da Saúde
Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2015

JOSÉ ANTONIO NOYA ARES

Comparação de sistemas de instrumentação mecanizada em Endodontia.

Trabalho apresentado à
Universidade Fernando Pessoa como
parte dos requisitos para a obtenção
do grau de Mestre em Medicina
Dentária.

Resumo

Com o aparecimento da liga de Níquel Titânio na Endodontia, foi inevitável a pesquisa de métodos mais rápidos e eficientes para a realização do tratamento endodôntico, tendo como consequência o surgimento de diversos sistemas de instrumentação mecanizada. De facto, estes foram idealizados com o intuito de melhorar, tanto em qualidade como em diminuição de tempo, os sistemas manuais.

Esta revisão bibliográfica pretendeu comparar um sistema com movimento contínuo (ProTaper® Universal) com dois sistemas recíprocos (Reciproc® e WaveOne®) no que se refere a quatro aspetos fundamentais no tratamento endodôntico não cirúrgico: conformação do SCR (sistema de canais radiculares), limpeza do SCR, resistência dos instrumentos usados, e capacidade de desobturação.

A recolha de material bibliográfico foi feita recorrendo a motores de busca introduzindo/conjugando as seguintes palavras-chave: *“rotary files”*, *“protaper”*, *“reciproc”*, *“waveone”*, *“canal shaping”*, *“centering ability”*. Foi feita também a consulta de livros em bibliotecas.

Mediante o uso de artigos científicos recentes que comparassem, pelo menos, dois dos sistemas indicados anteriormente, chegou-se à conclusão de que os três sistemas são alternativas seguras para a preparação do SCR, apresentando-se mais vantajosos, os sistemas mais recentes Reciproc® e WaveOne®; contudo, nenhum sistema é um substituto absoluto da instrumentação manual.

Abstract

With the onset of Nickel Titanium alloy in Endodontics, the research of faster and more efficient methods for performing endodontic treatment was inevitable, so as a result different mechanized endodontics systems appeared. In fact, these were designed in order to improve both quality and decreased in time compared to manual systems.

This literature review intended to compare a system with continuous motion (ProTaper[®] Universal) and two reciprocating systems (Reciproc[®] and WaveOne[®]) in relation to four main aspects in nonsurgical endodontic treatment: cleaning and shaping of the root canal system (SCR), resistance of the instruments used, and removal of filling material.

The collection of bibliographic material was done using search engines introducing / combining the following keywords: *“rotary files”*, *“protaper”*, *“reciproc”*, *“waveone”*, *“canal shaping”*, *“centering ability”*. Also books were consulted in libraries.

Through the use of recent scientific papers comparing at least two of the systems listed above, we come to the conclusion that the three systems are safe alternatives for the preparation of the SCR, presenting more favorable, the most recent systems Reciproc[®] and WaveOne[®]; however, no system is an absolute replacement of manual instrumentation.

Agradecimientos

A mi familia y amigos, gracias por estar presentes en todo momento. En especial a mi madrina, Esther Ares, gracias por todo, por animarme todos los días y por presionarme cuando lo requería.

A todo el equipo de la Universidad Fernando Pessoa, incluido profesores, continuos, equipo de limpieza y esterilización, secretaria, etc. Gracias por su ayuda y buena disposición.

A mis compañeros de piso Darcio Amorim y mi binomio Edvan Gomes por 5 años de amistad y una convivencia espectacular.

A mis amigas y traductoras oficiales Joana Alves e Inês Passos, muchísimas gracias, sin ustedes este trabajo no sería posible. A mis compañeras de aventuras en la clínica: Judite Agra, Mariana Costa, Rita Macedo, Joaquina Trigo, Sara Zenha y todos los amigos que hice en la universidad. Un agradecimiento especial a mi excelente trinidad y amiga Luísa Melo, siempre alegrándome la vida y ayudándome en todo lo que necesito.

A mi excelente tutora la Dra. Ana Moura Teles, gracias por inculcarme el amor por la Endodoncia, por su profesionalidad, paciencia y buena disposición. Muchísimas gracias por aceptar ayudarme en la realización de esta tesis.

Índice

I.	Introdução	1
1.	Motivação e objetivos:.....	2
II.	Desenvolvimento	3
1.	Materiais e métodos:.....	3
2.	Princípios básicos da instrumentação	4
i.	Comprimento de trabalho	4
ii.	Calibre apical.....	4
iii.	Conicidade.....	6
iv.	Capacidade de limpeza / desinfecção.....	7
v.	Requisitos de forma.....	8
vi.	Instrumentação manual vs. Instrumentação rotatória.....	9
3.	Ligas e materiais	11
i.	Secção transversal / ângulo de corte.....	11
ii.	Ligas de aço.....	13
iii.	Limas do tipo K-File®	13
iv.	Liga de Níquel Titânio	15
v.	M-Wire®	16
vi.	Limas Ni-Ti	16
4.	Sistemas de instrumentação rotatória	18
i.	ProTaper® Universal	18

1. ProTaper® Universal Tratamento.....	18
2. ProTaper® Universal Retratamento.....	22
3. ProTaper® Next.....	23
ii. Reciproc®	24
iii. WaveOne®	26
III. Resultados.....	29
IV. Discussão.....	33
1. Conformação do SCR.....	33
2. Limpeza do canal.....	35
3. Resistência	37
4. Retratamento.....	39
V. Conclusões	40
VI. Bibliografia.....	42

Índice de Imagens

Imagem 1: Ângulos de corte possíveis	12
Imagem 2: Técnica de forças balanceadas	14
Imagem 3: Imagem representativa dos instrumentos S com forma de torre Eiffel e F com forma de obelisco	19
Imagem 4: Limas ProTaper manuais	20
Imagem 5: Limas rotatórias ProTaper	20
Imagem 6: Detalhe da secção transversal das limas S1, S2, F1, e F2 à esquerda, das limas F3 e F4 no centro, e detalhe da ponta inativa à direita	21
Imagem 7: Sistema de retratamento ProTaper	23
Imagem 8: Sistema ProTaper Next	23
Imagem 9: Esquema duma lima Reciproc® R25 (esquerda), e set de limas R25, R40 e R50 (direita)	24
Imagem 10: Secção transversal apical (esquerda) e coronal (direita)	26
Imagem 11: Set de limas WaveOne® Small, Primary e Large	27

Índice de tabelas

Tabela 1: História da Endodontia rotatória	1
Tabela 2: Propriedades de um Irrigante Ideal para o tratamento do SCR	8
Tabela 3: Instrumentação manual vs. rotatória	10
Tabela 4: Agrupamento dos instrumentos de Endodontia rotatória mecanizada	12
Tabela 5: Exemplos de distintos sistemas rotatórios elaborados com Ni-Ti	16
Tabela 6: Diferenças entre limas Níquel-Titânio e aço inoxidável	17
Tabela 7: Conformação do SCR.....	29
Tabela 8: Limpeza do SCR	30
Tabela 9: Resistencia.....	31
Tabela 10: Retratamento	32

Glossário de abreviaturas

CT: comprimento de trabalho

ISO: International Organization for Standardization

mm: milímetro

N.cm: Newton por centímetro

rpm: revoluções por minuto

SCR: Sistema de canais radiculares

I. Introdução

A Medicina Dentária tem como objetivo preservar a função e a estética das estruturas do aparelho estomatognático. Contudo, apesar dos esforços e avanços atuais, as estruturas dentárias continuam a sofrer as consequências de diversas patologias, nomeadamente, cáries, traumas, entre outros, que só deixam como possível solução a remoção do tecido pulpar comprometido e a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR)(Walton & Torabinejad, 2009).

A Endodontia é a área da Medicina Dentária que está encarregue do estudo e do tratamento da polpa dentária humana e dos tecidos periapicais. Tendo em conta que as técnicas começaram a ser desenvolvidas e aplicadas no fim do século XIX e início do século XX, somente mais tarde, a Endodontia foi definida como tal pelo Dr. Harry B. Johnston, e surge como uma alternativa adequada a la extração dentária (Ingle et al., 2008, Rao, 2009).

Durante todos esses anos, poucos foram os avanços no que respeita aos materiais utilizados, sendo o principal componente das limas o aço inoxidável, o qual devido às suas propriedades elásticas e de resistência à fratura, não se revelou totalmente adequado para a conformação do SCR. Por volta da década de 60, com as pesquisas dos programas espaciais, descobriu-se uma liga de níquel e titânio com um comportamento super elástico que permitia resistir às forças de torção e de flexão impostas pelas curvaturas radiculares, conhecida como Níquel-Titânio.

Tabela 1: História da Endodontia rotatória (adaptado de Garg & Garg, 2014)

História da Endodontia Rotatória
1960: WF Buchler desenvolve a liga de NiTi.
1988: Walia et al introduzem a liga NiTi na Endodontia.
1992: Maillefer introduz as Flexogates.
1992: Herbert Schilder introduz as Profile 29 series.
1993: Buchanan introduz as limas H-file.
1996: Buchanan introduz as limas Greater Taper.
2002: McSpadden introduz o sistema de limas K3

1. **Motivação e objetivos:**

A Endodontia rotatória permite uma poupança considerável de tempo em comparação com a instrumentação convencional, contudo um dos seus inconvenientes é a existência de diversos sistemas no mercado, os quais podem ser incompatíveis entre si.

Este trabalho pretende comparar a eficácia de três sistemas de endodontia mecanizada no que se refere a:

- **Conformação do SCR (*shaping*):** capacidade da lima em respeitar a anatomia original do SCR sem criar falsos trajetos ou perfurações, e mantendo o SCR o mais centrado possível para assim conservar a integridade estrutural do dente;
- **Limpeza do SCR:** o sistema mecanizado deve ser no mínimo igual em eficiência ao sistema manual na remoção do tecido pulpar e detritos acumulados durante o processo endodôntico;
- **Resistência:** as limas devem ser resistentes às forças de torção e de flexão geradas, evitando, deste modo, fraturas dentro do canal;
- **Desobturação:** os sistemas devem apresentar-se eficazes na remoção de materiais de obturação em SCR que precisarem de retratamento.

Tendo em conta as dúvidas que podem surgir durante a escolha de um sistema de instrumentação rotatória, através da análise de artigos científicos recentes, pretendeu-se investigar qual o sistema mais eficaz nos três aspetos citados anteriormente, comparando um sistema de rotação contínua já estabelecido e com eficácia comprovada como é o ProTaper[®], com outros sistemas mais recentes que utilizam o movimento reciprocante e o conceito de lima única, como são os sistemas Reciproc[®] e WaveOne[®].

II. Desenvolvimento

1. Materiais e métodos:

Foram pesquisados artigos científicos através dos motores de busca Pubmed e Science Direct, e foram usadas como palavras-chave, em conjunto ou individualmente: “*rotary files*”, “*protaper*”, “*reciproc*”, “*waveone*”, “*canal shaping*”, “*centering ability*”.

Todos os artigos encontrados estavam em inglês e só foram usados os mais recentes (a partir do 2011), tendo-se descartado aqueles artigos que não faziam a comparação, pelo menos, de dois dos sistemas selecionados para este trabalho; no caso de artigos similares, foram selecionados os mais recentes e que cumpriam melhor os objetivos deste trabalho.

Adicionalmente usaram-se livros de Endodontia, folhetos informativos da marca comercial de cada um dos sistemas e artigos científicos com datas anteriores ao 2011 para estabelecer conceitos e explicar o funcionamento de cada um.

2. Princípios básicos da instrumentação

i. Comprimento de trabalho

O comprimento de trabalho (CT), segundo Rao, R. Nageswar (2009) pode-se definir como: “A distância desde um ponto de referência coronal até ao ponto no qual a preparação e obturação têm que acabar”. É importante que a referência coronal seja um ponto estável, fácil de localizar e com poucas probabilidades de fratura durante todo o tempo em que decorrerá o tratamento endodôntico. Para determinar o limite apical do CT é, geralmente, aceite a constrição apical natural do SCR, que foi descrita por Ingle (2008) como estando a 0,5 – 1,0 mm do ápice radiológico. Atualmente existem diversos métodos para determinar o comprimento de trabalho, sendo os mais conhecidos e aceites o clássico ou radiográfico e o localizador eletrónico do ápice (Ingle et al., 2008, Rao, 2009).

A determinação do CT é um dos passos críticos para o êxito do tratamento endodôntico, já que se não é medido adequadamente pode implicar:

- Extravasamento de tecido necrótico ou infetado para os tecidos periapicais;
- Dor/edema entre sessões de tratamento endodôntico (“*flare-up*”);
- Infecções e insucesso geral do tratamento por falta de limpeza na totalidade do canal;
- Extravasamento do material obturador.

ii. Calibre apical

O tamanho adequado do calibre apical é uma questão atual e que gera, ainda, alguma controvérsia, tendo em consideração que alguns autores recomendam manter o calibre o mais perto do original possível, e outros acham melhor aumentar de acordo com o tipo de dente a ser tratado. Sabendo-se que o raios-X não são um método adequado para medir o diâmetro do canal, e que a microtomografia computadorizada é encarada como um método promissor para os estudos do calibre apical ideal, embora mais dispendioso e inconveniente para usar na prática clínica, clinicamente, o calibre apical inicial é

frequentemente determinado da seguinte forma: colocação de limas K, que vão do calibre menor ao maior, até encontrar aquela que tenha travamento no valor do CT e, portanto, está adequada ao calibre (Ingle et al., 2008, Harty et al., 2010, Garg & Garg, 2014).

Independente da discussão de qual é o calibre apical ideal, autores tais como Ingle (2008), Leonardo & Leonardo (2009) e Garg & Garg (2014) parecem concordar que o melhor calibre apical é aquele que permite uma ótima penetração do irrigante, e que é diretamente dependente da conicidade que se pretende dar ao canal para permitir uma ótima obturação. Atualmente usa-se a régua de três tamanhos acima da medida que oferece travamento inicial, às vezes com modificações, mas antes de aplicar esta régua indeliberadamente o Médico Dentista deve avaliar o estado pulpar previamente ao tratamento em conjunto com a largura e forma do canal. Um dente que precise de tratamento endodôntico com uma polpa ainda vital (pulpite irreversível) tem como principal objetivo evitar a contaminação e eliminar o tecido orgânico, nesta situação poderá manter-se um calibre apical menor que permita uma correta obturação e onde se pretende aumentar a conicidade. No entanto uma polpa necrosada, que já esta contaminada, o objetivo principal é desinfetar o SCR e eliminar a *smear layer* formada durante a instrumentação que possa impedir a entrada do irrigante nos canais acessórios. Nestes casos o calibre apical deve ser aumentado a um mínimo de ISO 30, tendo em consideração que nos estudos analisados por Ingle et al. (2008) um calibre apical com um mínimo de diâmetro ISO 30 promove uma melhor desinfecção do SCR e facilita a obturação e a aplicação de medicação intracanal o que vem a ser suportado pelo estudo de Srikanth et al. (2015) que estabelece que este calibre é aquele que permite uma melhor penetração dos irrigantes no terço apical e tem igual eficiência que um calibre ISO 40. Em canais finos é adequado aumentar o calibre apical, no entanto em canais muito curvos tem-se que avaliar o risco que se corre de formar aberrações no canal (degraus, *zips*, etc.), por isso é recomendável realizar um “*preflaring*” ou pré-alargamento do canal o qual permitirá uma introdução adequada dos instrumentos até à totalidade do CT diminuindo o risco de criar as ditas aberrações do SCR. É sempre importante comprovar continuamente a permeabilização do SCR e o calibre apical já que a acumulação de detritos e a formação da *smear layer* poderão bloquear o forame ou mudar o tamanho pretendido do calibre apical (Ingle et al., 2008, Harty et al., 2010, Arvaniti & Khabbaz, 2011, Borges et al., 2011, Srikanth et al., 2015).

Na Endodontia mecanizada estes fatores, se bem que continuam a ser importantes, ficam relegados para um segundo plano, já que o fator fundamental é, pelo menos, igualar ou aumentar o calibre apical de acordo com o sistema de limas a ser usado, para diminuir as forças de torção a nível apical que possam fraturar o instrumento. De facto, não se deve começar a usar o sistema rotatório sem primeiro alargar um pouco com o sistema manual, até lima K20 ou 25, o calibre apical segundo diversos autores tais como Ingle et al. (2008), Leonardo & Leonardo (2009), Baumann et al. (2010) ou Hargreaves et al. (2011). E com o movimento recíprocante pode surgir o receio de que se forme maior quantidade de detritos e *smear layer* a nível apical e que a desinfeção dos irrigantes por estes motivos seja menor; não obstante, o estudo de Teixeira et al. (2015) e Martinho et al. (2015) demonstraram que os instrumentos recíprocantes são eficazes na desinfeção do SCR (Ingle et al., 2008, Leonardo & Leonardo, 2009, Baumann et al., 2010, Hargreaves et al., 2011, Teixeira et al., 2015, Martinho et al., 2015).

iii. Conicidade

A conicidade é fator fundamental na obturação do canal, permitindo o preenchimento tridimensional adequado com o material obturador, e, segundo Ingle et al. (2008), melhora as propriedades desinfetantes e de limpeza do irrigante. A conicidade pode ser um tema de discussão, já que a quanto maior conicidade, mais tecido dentário é removido; no entanto, também melhora a remoção de detritos e facilita, significativamente, a obturação (Ingle et al., 2008, Rao, 2009).

Nos instrumentos manuais, a conicidade é medida desde a porção mais apical denominada D_0 até a porção mais coronal da parte ativa da lima correspondente ao maior diâmetro, designado por D16. Esse aumento da secção transversal (que é contínuo nas limas manuais) é medido de, 1 em 1 mm, no sentido extremidade-cabo do instrumento. Pode ser expresso tanto em mm (0,02 mm) como em percentagem (2 %): por exemplo, uma lima K25 com conicidade 2% indica que o diâmetro na sua porção mais apical, D_0 , é de 0,25 mm, e que em D16 será igual a $(16 \times 0,02 + 0,25)$, o que perfaz 0.57mm (Ingle et al., 2008, Leonardo & Leonardo, 2009, Harty et al., 2010, Baumann et al., 2010).

Nos instrumentos mecanizados as conicidades podem variar não só entre instrumentos constituintes de um mesmo sistema, bem como, no comprimento da parte ativa, aspeto que será explicado mais adiante

iv. Capacidade de limpeza / desinfecção

A capacidade que uma lima tem de remover tecido pulpar, detritos e abrir o espaço, por efeito de ação mecânica, para a correta penetração do irrigante e assim promover a desinfecção dos canais, é o que conhecemos como preparação químico-mecânica. Este processo depende de diversas características da lima, a saber: do desenho da secção transversal, do tratamento da superfície, do ângulo de corte, do ângulo helicoidal e do número de espirais. Assim como da força aplicada durante a instrumentação e da técnica usada (componente mecânica). A componente química engloba o tipo de irrigante a ser usado, o uso de agentes quelantes para a remoção de *smear layer* ou qualquer tipo de medicação intracanal (Ingle et al., 2008, Rao, 2009, Amaral et al., 2013, Plotino et al., 2014).

Há que recordar que independentemente dos instrumentos utilizados na limpeza do canal, o fator chave na correta desinfecção é a irrigação, a qual permite a eliminação de bactérias, não só do canal principal, como nas regiões às quais as limas não conseguem chegar (istmos, canais acessórios, etc.). Além disto, serve também de lubrificante enquanto a lima está dentro do canal. Existem muitos irrigantes, sendo os mais aceites pelas suas propriedades desinfetantes, o hipoclorito de sódio e a clorexidina, e existem diversas técnicas e instrumentos para melhorar a ação e eficácia, por exemplo o aquecimento do irrigante ou a ativação com ultrassons (Ingle et al., 2008, Harty et al., 2010, Baumann et al., 2010, Hargreaves et al., 2011).

Tabela 2: Propriedades de um Irrigante Ideal para o tratamento do SCR (adaptado de Garg & Garg, 2014)

➤ Amplo espectro antimicrobiano	➤ Aumentar a eficiência dos instrumentos	➤ Inativar endotoxinas
➤ Prevenir/dissolver a smear layer	➤ Habilidade para desinfetar o SCR	➤ Baixa tensão superficial para fluir em áreas inacessíveis com os instrumentos
➤ Dissolver tecido necrótico	➤ Baixos níveis de toxicidade	➤ Bom lubrificante

v. Requisitos de forma

Durante a preparação do canal é importante reconhecer a variabilidade e diferenciação que existe nos canais radiculares dos dentes humanos, os quais podem apresentar diversos graus de curvatura na porção radicular, apresentando formas difíceis de trabalhar com os instrumentos convencionais de aço inoxidável, como podem ser a forma em “C”, “L” ou em “S”. A técnica aconselhada para evitar a fratura dos instrumentos manuais é a curvatura da sua extremidade previamente à sua inserção dentro do SCR; contudo, só é possível nos calibres menores, sendo difícil e até contraproducente em calibres maiores (Ingle et al., 2008, Hargreaves et al., 2011).

Com o surgimento da liga de Níquel-Titânio e a sua utilização nos instrumentos endodônticos, diminuiu a criação de falsos trajetos, e permitiu manter a forma do canal o mais original possível, já que a super-elasticidade da liga reduz o efeito de “endireitamento” que sofre a lima ao aceder a canais curvos pelas forças exercidas das paredes do canal contra a superfície da lima (Harty et al., 2010, Hargreaves et al., 2011, Patel & Duncan, 2011).

Quanto à forma a ser dada ao canal, há que ter em conta que depende não só da lima a ser usada, mas também da técnica de preparação do canal e da técnica de obturação. Leonardo & Leonardo (2009) apresentam os passos descritos por Herbert Schilder em 1974 e que, ainda, são tidos em conta:

1. Estabelecer uma forma cônica de fechamento contínuo. Procurando criar como que um “funil” de conicidade contínua desde a entrada do canal até ao forâmen apical;
2. Fazer que a preparação cônica seja contínua nos distintos planos, análoga à forma anatômica original e tridimensional do SCR.
3. O forame apical deve permanecer na sua posição espacial original, sem transporte lateral ou apical.

vi. Instrumentação manual vs. Instrumentação rotatória

A vantagem mais óbvia, ao comparar os dois procedimentos, é a poupança de tempo, devido à possibilidade de trabalhar na instrumentação rotatória com altas rotações e de uma maneira mais contínua, usando menos quantidade de instrumentos. No quadro seguinte, apresenta-se uma comparação direta entre os dois tipos de instrumentação (Garg & Garg, 2014, Giuliani et al., 2014):

Tabela 3: Instrumentação manual vs. rotatória (adaptado de Harty et al., 2010, Hargreaves et al., 2011, Garg & Garg, 2014, Giuliani et al., 2014, Park et al., 2014)

	Instrumentação manual	Instrumentação rotatória
Tempo	Aumentado	Reduzido
Quantidade de instrumentos	Maior	Menor
Fadiga do operador	Maior	Muito menor, já que motor com a peça de mão é o responsável pelo movimento rotativo da lima
Conformação do canal	Depende da técnica usada e a experiencia do operador	Maior fidelidade a conformação original
Curva de aprendizagem	Maior	Muito menor devido à diminuição na quantidade de instrumentos e técnicas
Uso em canais atresiaados, com súbitas curvaturas apicais ou degraus	Recomendado com instrumentos de aço inoxidável pré-curvados	Não recomendado, perigo de fazer perfurações, falsos trajetos, etc. devido às propriedades do Ni-Ti
Uso como sistema único no tratamento do SCR	Possível, era o sistema usado antes de aparecer o rotatório	Não é possível, sempre é recomendado usar em conjunto com o sistema manual, pelo menos, para comprovar a permeabilidade e acesso do canal
Custo	Menor, só implica o custo das limas	Maior, implica o custo das limas e do sistema de motor e peça de mão
Controlo do instrumento	Maior controlo por parte do operador, sensação tátil em instrumentos de aço inoxidável e maior segurança ao exercer pressão apical	Ausência de sensação tátil, não é adequado aplicar muita pressão apical, o ideal é deixar o instrumento avançar por ele mesmo, muitos motores modernos param ou retrocedem ao encontrar travamento

No sistema endodôntico manual, os movimentos de rotação dependem completamente do operador e este pode escolher a técnica, enquanto que, no sistema mecanizado, vários tipos de movimentos podem ser selecionados em função da especificidade do sistema escolhido. Neste trabalho é descrito o movimento contínuo, que como o seu nome indica é um movimento que se mantém na mesma direção, geralmente no mesmo sentido que os ponteiros do relógio; e o movimento recíprocante que consiste num movimento rotatório anti-horário que vai permitir o corte da dentina, e de seguida um movimento mais curto na direção dos ponteiros do relógio, ou seja, um movimento rotatório no sentido horário, para libertar o instrumento (De-Deus et al., 2015).

3. Ligas e materiais

O material utilizado no fabrico dos instrumentos rotatórios é um dos fatores que mais influencia a eficácia e a resistência, mas não é o único determinante; a forma e o processo de fabricação também têm grande influência, sendo neste capítulo abordados os determinantes das propriedades mecânicas dos materiais.

i. Secção transversal / ângulo de corte

A seção transversal duma lima consiste no desenho que obtemos se a cortamos perpendicularmente: esta influência a capacidade de corte e a possibilidade de ficar encravada dentro do canal. Existem diferentes formas de seção transversal das limas, dependentes da marca e tipo de lima. Contudo, para entender a sua função é importante ter noção do conceito de superfície radial (Ingle et al., 2008, Leonardo & Leonardo, 2009).

A superfície radial é a área do instrumento que fica a contactar diretamente com as paredes do canal radicular. Esta área, em conjunto com o ângulo de corte, é que vai ditar a resistência da lima e, consequentemente, a força que é necessária aplicar nos movimentos da mesma. Quanto menor a área da superfície radial, maior é a possibilidade do instrumento ficar encravado no canal radicular, ao exercer pressão apical. Por outro lado, quanto maior a área radial, maior é a força necessária para mover a lima. Dependendo do modelo e do fabricante, podem ou não possuir um descanso radial, o qual vai diminuir a ação de corte lateral e manter a lima mais centrada no canal; pelo contrário, se não tem um descanso radial aumenta a ação de corte lateral, permitindo desviar o canal para longe da área da furca (Peters, 2008, Leonardo & Leonardo, 2009) .

Tabela 4: Agrupamento dos instrumentos de Endodontia rotatória mecanizada (adaptado de Peters, 2008)

Grupo	Lima rotatória	Potencial de alongamento	Erros do preparo	Resistência a fraturas	Desempenho clínico
 I Com descanso radial	ProFile, ProSystem GT, Quantec, Guidance3, K3	+, Depende do tamanho, geralmente consome mais tempo	++ Baixa incidência, geralmente a transportação do canal é menor a 150 µm	+/- Fadiga + carga torsional, dependendo do sistema	+++ Bom, dependendo das condições de tratamento. Não há diferenças no sistema rotatório até agora, excluindo operadores inexperientes
 II Sem descanso radial	ProTaper, Pow-R, RaCe, Sequence	+/-, bom com uso de técnicas híbridas	+/- E mais dependente da habilidade do operador	+ Fadiga +/- carga torsional, dependendo da conicidade, e manipulação	
III Outros	LightSpeed e LSX, EndoEZE AET, Liberator	Variável, + com LightSpeed	++ LightSpeed, - outros sistemas	Variável	Variável

O ângulo de corte, por sua vez, é o ângulo formado pela estria formada pelo corpo da lima que não permanece em contato com as paredes do canal e a porção ativa de corte, ou seja, aquela que forma a superfície radial. O ângulo de corte pode-se dividir em positivo (efeito de corte), neutro ou negativo (efeito de raspagem) (Leonardo & Leonardo, 2009, Hargreaves et al., 2011).

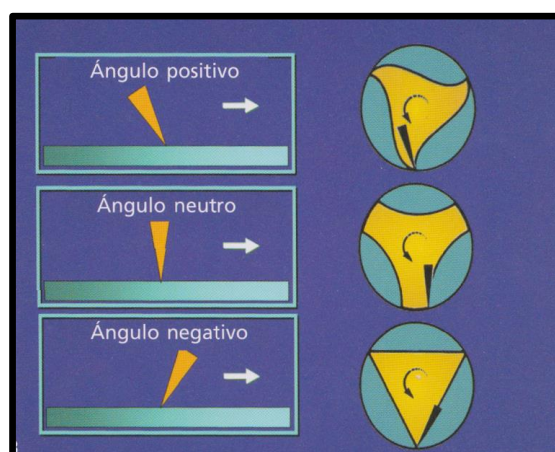


Imagem 1: Ângulos de corte possíveis (retirado de Leonardo & Leonardo, 2009)

ii. Ligas de aço

Em 1913, foi descoberto por Harry Brearly que, ao adicionar crômio ao aço, aumentava a sua propriedade de resistência à corrosão: esta propriedade é dada pela capacidade que esta liga tem de formar uma camada protetora de trióxido de crômio (Cr_2O_3), na presença dum ambiente oxidativo como é o ar livre. Esta camada protetora volta a formar-se, inclusivamente, se o material sofrer alguma danificação (Anusavice et al., 2013, Jurczyk, 2013).

Geralmente, o crômio é adicionado em proporções maiores que 12%, relativamente á composição total da liga, sendo que outros elementos, como o níquel ou o titânio, podem estar presentes variando, assim, as propriedades elásticas e de resistência do aço. De acordo com a composição e a estrutura atômica formada, o aço inoxidável pode dividir-se da seguinte forma: ferrítico, austenítico, martensítico, endurecido na precipitação (*precipitation-hardened*) e duplex. Na Endodontia, a liga de aço que mais interesse tem é a austenítica, uma vez que é a que tem maior resistência à corrosão, um relativo baixo custo, e maior ductilidade e capacidade de manipulação sem sofrer fraturas (Anusavice et al., 2013, Jurczyk, 2013).

iii. Limas do tipo K-File[®]

No início do século XX, Kerr Manufacturing Co. criou algumas das primeiras limas torcendo arames de piano planos com formas triangulares ou quadrangulares, daí o nome K-File[®] ou tipo K, termo usado genericamente para limas que têm esta forma (McSpadden, 2007, Ingle et al., 2008, Hargreaves et al., 2011).

Estas limas, geralmente, são feitas de aço inoxidável, o qual outorga pouca resistência às forças de torção e flexão e, por isso, é aconselhável pré-curvar as limas de pequeno calibre ($K < 30$) para evitar a sua fratura em canais curvos; ademais, foi sugerido por Roane, em 1985, usar movimentos de forças balanceadas os quais impedem o encravamento e a eventual fratura da lima comparativamente aos movimentos simples circulares e de raspagem. Resumidamente, esta técnica consiste em inserir a lima no canal com movimento de rotação de aproximadamente $\frac{1}{4}$ de volta no sentido horário,

seguindo-se o movimento contrário com aplicação simultânea pressão apical cerca de 1/2 volta a 3/4 de volta e como movimento final remove-se a lima gentilmente com movimento horário. É aconselhável repetir este ciclo as vezes necessárias até que a lima tenha trabalhado o canal. A dita técnica foi estabelecida principalmente para as limas Flex-R[®] mas há um consenso de que é adequada para as limas tipo K segundo a literatura consultada (Ingle et al., 2008, Walton & Torabinejad, 2009, Hargreaves et al., 2011).

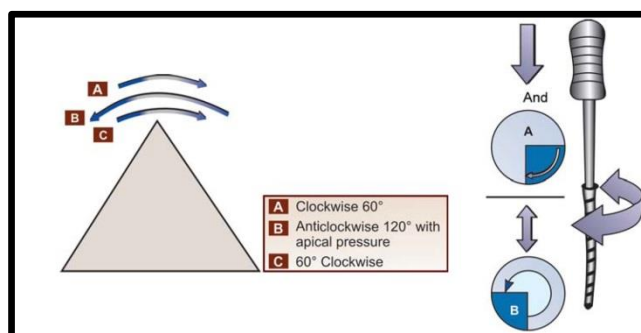


Imagem 2: Técnica de forças balanceadas (retirado de Garg & Garg, 2014)

Quando a instrumentação é manual, a primeira fase da preparação consiste basicamente, no alargamento do canal no sentido corono-apical, usando limas de grande calibre na entrada do canal e diminuindo em secções de 1 mm (exemplo lima ISO 40 a 16 mm, e a seguir lima ISO 35 a 15 mm, etc) conhecida como técnica de *Crown-down*, É comumente aceite o uso desta técnica nos 2/3 coronais para melhorar a passagem das limas e aumentar o alcance do irrigante, acabando a preparação canalar com a técnica de *Step-Back*, inversa à referida anteriormente e que trabalha o terço apical da raiz. Na instrumentação rotatória, a sequência de conformação canalar, nos sistemas mais recentes é precisamente esta (Ingle et al., 2008, Walton & Torabinejad, 2009, Baumann et al., 2010, Garg & Garg, 2014).

A segunda técnica referida é o *Step-Back*, também conhecida como técnica telescópica, pode-se dizer que é o oposto a técnica de *Crown-down*, já que se começa a trabalhar na porção mais apical com a totalidade do comprimento de trabalho com calibres pequenos e alargando o calibre apical ao tamanho desejado, seguidamente, progride-se em sentido

coronal aumentando, de cada vez, o calibre da lima para produzir a conicidade. Na instrumentação rotatória, esta é a técnica para alargar o calibre apical e corrigir curvaturas apicais muito acentuadas com limas tipo K-File® (Ingle et al., 2008, Walton & Torabinejad, 2009, Hargreaves et al., 2011, Garg & Garg, 2014).

iv. Liga de Níquel Titânio

Na década de 60, com o surgimento da corrida espacial foram investidos imensos recursos financeiros e despendido muito tempo na procura de materiais ligeiros e resistentes, um destes materiais foi a liga de Níquel Titânio, designada por Nitinol por ter sido desenvolvida numa base marinha Norte Americana, o Naval Ordinance Laboratory (NOL). Na década a seguir, Andersen et al. realizaram uma pesquisa que levou à introdução comercial de arames ortodônticos feitos de Nitinol, preferido este pelo baixo módulo de elasticidade e ampla gama de trabalho elástico ao ser comparado com as ligas de aço inoxidável (Leonardo & Leonardo, 2009, Anusavice et al., 2013, Jurczyk, 2013).

Nos finais da década de 80 Walia et al. realizaram diversas provas mecânicas com instrumentos fabricados com ligas de aço inoxidável e de Níquel-Titânio e o que concluíram foi que a liga de Níquel-Titânio possuía uma maior elasticidade e efeito memória (que traduz a capacidade do material voltar à sua forma original após ter sido submetido a alguma força deformadora). Este efeito super-elástico presente nas ligas de Níquel-Titânio permite a preparação do SCR com menor risco de perfuração em canais curvos, e menor risco de fratura do instrumento. A descoberta desta liga foi um avanço gigante na Endodontia e potenciou o aparecimento de distintos sistemas rotatórios (Ingle et al., 2008, Leonardo & Leonardo, 2009, Harty et al., 2010, Anusavice et al., 2013).

Tabela 5: Exemplos de distintos sistemas rotatórios elaborados com Ni-Ti (adaptado de Harty et al., 2010)

Sistemas de instrumentação rotatórios de Níquel-Titânio
Profile (Dentsply Maifeller, Ballaigues, Suíça)
System GT (Dentsply Maillefer)
Quantec (SybronEndo, Orange, CA, USA)
Lightspeed LSX (Discus Dental, Culver City, CA, USA)
Hero 642 (Micro-Mega, Besançon, França)
K3 (SybronEndo)
RaCe e BioRaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça)
ProTaper Universal (Dentsply Maillefer)
Twisted Files (SybronEndo)

v. M-Wire®

Há um consenso de que a liga de Ni-Ti tem trazido inúmeros benefícios aos instrumentos endodônticos e, apesar das suas propriedades superelásticas, continuam a sofrer fraturas, sendo estas mais imprevisíveis que nos instrumentos de aço (os instrumentos de aço são descartados quando sofrem deformação, já os de Níquel-Titânio são mais difíceis de deformar). A fim de colmatar esta desvantagem, foram estudadas as possíveis causas como defeitos de fabricação ou da nanoestrutura. A Sportswire LLC (Langley, OK, USA) desenvolveu um procedimento termomecânico capaz de produzir a liga na fase martensínica (daí a designação de “M-Wire”) em vez da mais comum austenítica do Ni-Ti; esta liga demonstrou uma super-elasticidade superior a liga de Ni-Ti melhorando a sua resistência à fadiga cíclica e a sua flexibilidade. No ano de 2007 foi comercializada por Dentsply® (Tulsa, OK, USA) na área da Endodontia, sendo a liga usada nos dois sistemas recíprocos alvos deste trabalho (Dentsply, Alapati et al., 2009, Pereira et al., 2013).

vi. Limas Ni-Ti

Com a chegada das limas de Níquel-Titânio à Endodontia, começou a produção de diferentes instrumentos endodônticos com esta liga, tanto manuais como mecanizados. É geralmente aceite que estes instrumentos aumentam a facilidade na preparação do canal e permitem preparar os canais com formas mais fiéis à original. Mas não estão isentas de desvantagens em comparação com os instrumentos de aço inoxidável, podendo destacar-se a sua falta de sensibilidade devido ao baixo módulo elástico, e o

seu desaconselhamento em canais atresiaados e com curvaturas apicais muito pronunciadas, ou ainda para ultrapassar degraus, já que a sua super-elasticidade impede a pré-curvatura adequado para tratar este tipo de canais (Harty et al., 2010, Patel & Duncan, 2011).

Tabela 6: Diferenças entre limas Níquel-Titânio e aço inoxidável (adaptado de Harty et al., 2010, Hargreaves et al., 2011, Garg & Garg, 2014)

	Limas Níquel-Titânio	Limas Aço inoxidável
Preço	Maior custo	Menor custo
Ultrapassar degraus e instrumentos fraturados	Não recomendadas	Recomendadas com baixos calibres e pré-curvadas
Sensibilidade	Menor pelo seu baixo módulo elástico	Maior pela sua rigidez
Tempo de trabalho	Menor, geralmente precisa de menos instrumentos	Maior precisa de mais instrumentos
Forma do canal	Maior respeito pela forma original	Maior tendência a criar aberrações no canal
Conicidade do canal	Mais uniforme	Menos uniforme, devido a limitação do aço para produzir instrumentos com altas conicidades

4. Sistemas de instrumentação rotatória

i. ProTaper® Universal

O sistema ProTaper® foi introduzido no mercado no ano 2001 pela companhia Dentsply® (Maillefer, Ballaigues, Suíça), apresentando-se como um sistema inovador pelas suas distintas conicidades ao longo da lima (daí o seu nome, uma contração de Progressive Taper), aproveitando as vantagens das ligas de Ni-Ti e tendo ao início uma configuração só rotatória. No ano de 2003, adicionou-se um sistema manual para complementar o sistema e aliviar as preocupações dos clínicos com as fraturas causadas pela torção e a fadiga cíclica dos instrumentos, com a vantagem adicional de não precisar de motor e, por isso, serem mais económicos. Já em 2006, apresentou-se o sistema ProTaper® Universal que mantém a versão manual e a rotatória, mas adiciona algumas modificações na configuração das limas e duas novas apresentações para cobrir todo o espectro do tratamento endodôntico, ficando da seguinte forma: ProTaper® Tratamento e ProTaper® retratamento (Webber, Castellucci & West, 2005, Leonardo & Leonardo, 2009).

Mais recentemente a Dentsply® (Maillefer, Ballaigues, Suíça) introduziu o sistema ProTaper® Next o qual será abordado mais adiante, no entanto não vai a fazer parte da discussão desta revisão bibliográfica devido à menor quantidade de estudos disponíveis comparativamente ao sistema Universal, uma vez que é recente no mercado.

1. ProTaper® Universal Tratamento

Tanto na sua versão rotatória, como a manual, o sistema ProTaper® Universal Tratamento conta com 8 instrumentos que podem ser divididos em duas categorias:

- Limas de modelagem (*Shaping files*): contendo as limas SX, S1 e S2; chamam-se assim porque são as encarregadas de modelar e dar forma ao canal; a sua principal função é trabalhar a região mais coronal do canal, por isso a sua forma é semelhante à torre Eiffel.

- Limas de acabamento (*Finishing files*): constituídas pelas limas F1, F2, F3, F4 e F5 ; são as responsáveis por trabalhar o terço apical do canal e são caracterizadas por ter uma conicidade variável decrescente na porção ativa e uma forma de obelisco.

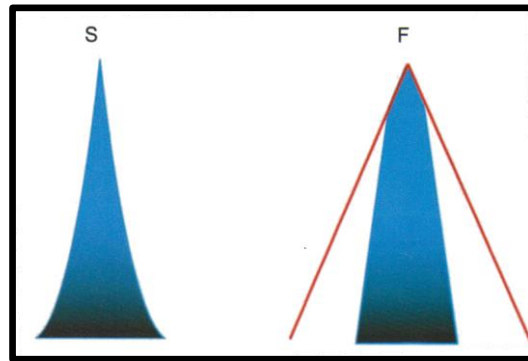


Imagem 3: Imagem representativa dos instrumentos S com forma de torre Eiffel e F com forma de obelisco (adaptado de Leonardo & Leonardo, 2009)

A lima SX é a mais curta de todas, e considera-se acessória; a sua principal função é alargar a abertura coronal do canal para melhorar o acesso, e segundo Rao (2009) tem semelhança com as brocas Gates Glidden e permite trabalhar dentes com raízes curtas. Têm um comprimento de 14 mm na sua parte ativa e um comprimento total de 19 mm, tem uma conicidade variável ou igual ao resto das limas ProTaper® e o seu diâmetro na porção D_0 corresponde a 0,19 mm; no entanto, a sua porção coronal (D_{14}) é de 1,2 mm, tendo uma conicidade de 19%; não possui um anel de identificação na sua versão rotatória, e tem um cabo laranja na sua versão manual. A lima S1 existe com 21, 25 ou 31 mm de comprimento total tendo as 3 variantes uma porção ativa de 14 mm (todas as limas ProTaper® Universal a ser descritas possuem estes comprimentos). Na sua parte apical D_0 tem um diâmetro de 0,17 e na sua porção coronal D_{14} de 1,20 mm (com uma conicidade inicial de 2% mm tem um anel de identificação roxo coincidindo com a cor do cabo da sua versão manual (as limas S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5 possuem um ou dois anéis de identificação, respetivamente e a cor deste coincide com a cor do cabo na versão manual). O instrumento S2 possui um diâmetro em D_0 de 0,20 mm e em D_{14} de 1,20 mm e tem uma conicidade inicial de 4%, sendo o seu anel de identificação branco. A lima F1 tem um diâmetro D_0 de 0,20 mm e uma conicidade de 7% nos primeiros 3 mm apicais e o seu anel de identificação é amarelo. A lima F2 tem um diâmetro em D_0

de 0,30 mm e uma conicidade nos primeiros 3 mm apicais de 8%, e é identificada com um anel vermelho. A lima F3 tem um diâmetro em D_0 de 0,30 mm e uma conicidade nos primeiros 3 mm apicais de 9%, sendo identificada com um anel azul. A lima F4 tem um diâmetro em D_0 de 0,40 e uma conicidade nos primeiros 3 mm de 6% e é identificada com dois anéis negros e, por último, a lima F5 tem um diâmetro em D_0 de 0,50 mm e uma conicidade de 5%, e é identificada com dois anéis amarelos (Leonardo & Leonardo, 2009, Rao, 2009, Garg & Garg, 2014).



Imagem 4: Limas ProTaper manuais (retirado de <http://www.tulsadentalspecialties.com/default/endodontics/HandFiles/ProTaperUniversal.aspx>)



Imagem 5: Limas rotatórias ProTaper (retirado de http://www.tulsadentalspecialties.com/default/endodontics_brands/protaper_universal.aspx)

Para diminuir a formação de degraus e *zips*, os instrumentos ProTaper® têm uma ponta não cortante que permite guiar o instrumento ao longo do canal. Na sua secção transversal, os instrumentos S1, S2, F1 e F2 apresentam uma forma triangular convexa que aumenta a sua resistência, sendo que as limas F3, F4 e F5, devido ao seu maior calibre, apresentam concavidades que permitem aumentar a sua flexibilidade.

Adicionalmente, possuem uma superfície radial mínima o que permite trabalhar a altas rotações porque diminui a resistência da superfície da lima com as superfícies das paredes internas do canal; o ângulo de corte é negativo (Leonardo & Leonardo, 2009, Rao, 2009, Garg & Garg, 2014).

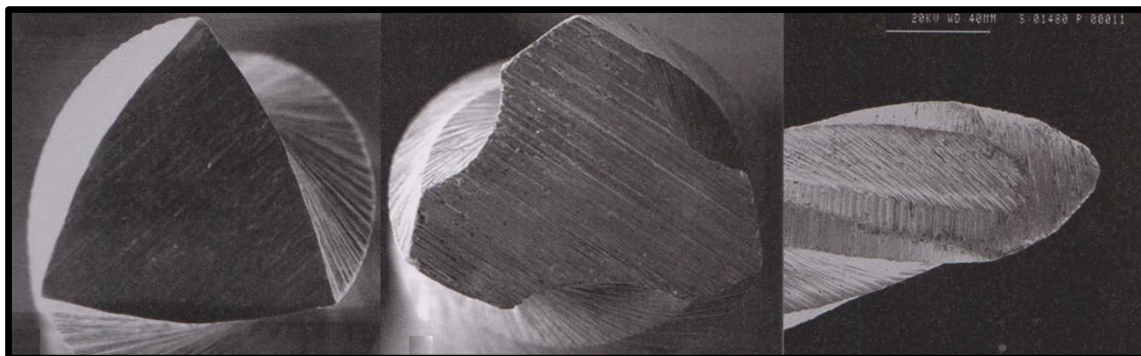


Imagem 6: Detalhe da seção transversal das limas S1, S2, F1, e F2 à esquerda, das limas F3 e F4 no centro, e detalhe da ponta inativa à direita (retirado de Leonardo & Leonardo, 2009)

Os passos para usar o sistema ProTaper® Universal, segundo o manual de instruções fornecido pela Dentsply® são:

1. Criar uma via de acesso reta à entrada do canal;
2. Em presença de um quelante viscoso explorar cuidadosamente os 2/3 coronais do canal com limas manuais ISO 10 e 15 até obter uma via livre e permeável;
3. Na presença do irrigante, colocar a lima S1 passivamente no canal e limpar lateralmente com movimentos de “brushing” para remover a dentina e criar uma via de acesso reta ao terço apical;
4. Repetir com a lima S2, sempre afastado da furca;
5. Na presença do irrigante ou quelante viscoso, explorar o 1/3 apical com limas manuais ISO 10 e 15 e trabalhar o canal até que a lima 15 alcance o CT de forma passiva;

6. Estabelecer o comprimento de trabalho, confirmar a permeabilidade e a via de acesso livre de interferências;
7. Usar as limas S1 e S2 até chegar à totalidade do CT;
8. Usar a lima F1 até chegar ao CT, sem usar o movimento de “brushing” da S1 e S2;
9. Comprovar o calibre apical com uma lima manual 20 - se estiver ajustada o canal está pronto para ser obturado;
10. Se a lima manual fica desajustada,, continuar com a lima F2, e comprovar novamente o calibre apical com a lima correspondente; usar as limas F3 e F4 se necessário, sempre comprovando o ajuste da lima manual correspondente.

2. ProTaper® Universal Retratoamento

É constituído por três limas cuja finalidade é a desobturação de um canal anteriormente tratado; a diferença do resto de instrumentos ProTaper® é que estes têm uma conicidade contínua. O primeiro instrumento D₁ é o único que tem uma ponta ativa de 0,30 mm de diâmetro que ajuda na penetração da guta-percha, a sua parte ativa mede 16 mm e tem uma conicidade de 9%. O instrumento designado por D₂ tem uma parte ativa de 18 mm ponta de 0,25 mm e 8% de conicidade. E o último instrumento D3 tem uma parte ativa de 22 mm com ponta de 0,20 mm de diâmetro e conicidade de 7%. À semelhança dos restantes instrumentos ProTaper®, estes também estão desenhados para ser usados em sequência vindo a ser a primeira lima a mais cônica e resistente já que é a lima que inicia a penetração do material obturador, para que as seguintes tenham maior capacidade de trabalho na parte apical (García, Leonardo & Leonardo, 2009).



Imagem 7: Sistema de retratamento ProTaper (retirado de <http://www.tulsadentalspecialties.com/default/endodontics/retreatment/ProTaperUniversalRetreatment.aspx>)

3. ProTaper® Next

No ano de 2013, a Dentsply® (Maillefer, Ballaigues, Suíça) apresentou o seu novo sistema de Endodontia rotatória, cuja diferença da sequência de limas ProTaper® Universal, é que este novo sistema permite trabalhar a maioria dos canais com apenas duas limas (Patel, 2015). Tal como o ProTaper® Universal, estas limas tem uma conicidade variável ao longo do seu comprimento, apresenta uma secção transversal retangular, um cabo mais curto de 11 mm para melhorar o acesso aos molares e um desenho que produz um movimento rotatório assimétrico que reduz os pontos de contato da lima com a dentina. Este novo sistema tal como o Reciproc® e o WaveOne® são produzidos com a liga M-Wire e recomenda-se o seu uso com uma velocidade de 300 rpm e um torque de 2 a 5,2 N.cm (Dentsply, Patel, 2015).



Imagem 8: Sistema ProTaper Next (retirado de <http://www.tulsadentalspecialties.com/default/endodontics/RotaryFiles/ProTaperNEXT.aspx>)

ii. Reciproc®

Tendo em consideração o conceito de forças balanceadas estabelecido por Roane em 1985, o Professor Ghassan Yared publicou, em 2008, um estudo no qual preparava um canal com sucesso com uma lima manual ISO 08 e uma lima rotatória ProTaper® F2 com movimentação recíproca, chamando à atenção não só ao movimento reciprocante na Endodontia rotatória, mas também ao conceito da lima única. Mais adiante Yared uniu-se a VDW® (Munich, Alemanha) para desenvolver o sistema de Endodontia rotatório conhecido como Reciproc®, que foi comercializado no ano 2011 e consiste em três limas identificadas com as cores ISO de acordo a seu diâmetro apical: R25 (vermelho), R40 (negro), R50 (amarelo), possuindo todos uma conicidade contínua nos primeiros 3 mm apicais: 8%, 6% e 5% respectivamente e logo uma conicidade decrescente até à parte coronal da sua porção ativa; têm uma ponta não ativa e uma secção transversal em forma de “S” e são fabricado com liga M-Wire (como referido anteriormente). Adicionalmente, cada lima está disponível no mercado com 3 comprimentos distintos: 21, 25 e 31 mm. O anel da cor do cabo é feito de plástico, que sofre deformação aquando da esterilização do instrumento, inviabilizando o encaixe da lima na peça de mão; mediante esta tecnologia fica assegurado o uso duma lima por paciente (VDW, Yared, 2008, Ustun et al., 2014, Saleh et al., 2015).

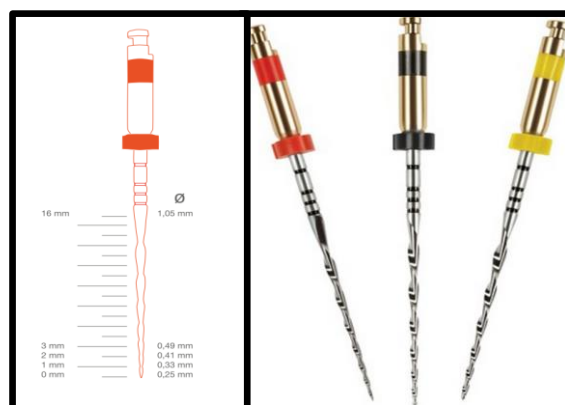


Imagem 9:Esquema duma lima Reciproc® R25 (esquerda), e set de limas R25, R40 e R50 (direita)
(retirado de http://www.es.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/z-es/downloads/RECIPROC_Product_Brochure_A4_es_view.pdf)

Uma inovação que tem a lima Reciproc[®] em comparação com as limas ProTaper[®] ou WaveOne[®] é que, segundo o fabricante, não é sempre necessário realizar um alongamento do canal ou “*Glide Path*” com limas manuais; são limas com uma indicação de uso único e adequadas para trabalhar até quatro canais de um molar num mesmo paciente, sempre observando se existe qualquer sinal de fadiga ou deformação na lima. A sua sequência de trabalho segundo a informação disponibilizada por VDW[®] (Munich, Alemanha) é:

1. Determinar o CT e escolher a lima adequada segundo avaliação do calibre inicial.
2. Irrigar a cavidade de acesso do canal, fixar a lima escolhida na peça de mão e verificar o ajuste no programa adequado do motor;
3. Introduzir o instrumento dentro do canal, ativar quando estiver no orifício de entrada do canal, e com uma pressão leve fazer movimentos de “*pecking*” (movimentos de entrada e saída); a amplitude dos movimentos não deve ultrapassar os 3 mm;
4. Após 3 sequências de “*pecking*” limpar a lima, irrigar copiosamente o canal e permeabilizar com uma lima manual ISO 10;
5. Repetir até trabalhar os 2/3 do canal e comprovar com uma lima manual ISO 10 a permeabilidade do canal;
6. Se o terço apical apresenta uma curvatura muito acentuada é aconselhável acabar a instrumentação de forma manual; já no caso de curvaturas suaves e SCR retos, está indicado continuar com a sequência de trabalho até chegar à totalidade do CT.

Tal como o sistema ProTaper[®] Universal, o sistema Reciproc[®] conta com cones de papel e de guta-percha com calibres e conicidades concordantes com as limas para facilitar a obturação dos canais, mas não conta com um *kit* de desobturação já que estudos recentes têm demonstrado que os sistemas reciprocantes (Reciproc[®] e

WaveOne[®]) de uso único são eficientes no retratamento de canais.(VDW, Martinho et al., 2015)

iii. WaveOne[®]

No ano 2011 a Dentsply[®] (Maillefer, Ballaigues, Suíça) introduziu no mercado um sistema rotatório recíproco, que tal como o sistema Reciproc[®], foi pensado para ser usado como uma única lima, e para o tratamento, no máximo, de 4 canais de um molar do mesmo paciente. É composto por três limas, e cada uma tem três comprimentos disponíveis: 21, 25 e 31 mm. Para garantir o uso num só paciente e assim evitar a contaminação com priões que possam estar presentes na polpa, as limas WaveOne[®] apresentam uma secção de plástico no cabo, a qual indica o diâmetro da lima pela sua cor; acontece que com a esterilização é deformada impedindo, assim, a sua reutilização de forma similar ao sistema Reciproc[®]. A primeira lima, no que se refere aos calibres apicais, é chamada Pequena (*Small*) é identificada com uma cor amarela, tem um diâmetro apical ISO 21 e uma conicidade contínua de 6%, está indicada para canais finos. A lima a seguir é a Primária (*Primary*) já que é a indicada para a maioria dos tratamentos, identificada com a cor vermelha, tem um diâmetro apical de ISO 25, e uma conicidade inicial no ápice de 8% que vai reduzindo em direção apical. A última lima é chamada de Larga (*Large*) indicada para os canais mais amplos, e identificada com a cor preta, tem um diâmetro apical ISO 40 com uma conicidade similar à lima Primária. Todas possuem uma secção transversal triangular convexa com alívios côncavos nos primeiros 5 mm apicais, e sem estes alívios na parte coronal, tendo mais similaridade com a secção transversal da ProTaper[®] (Webber, 2011, Garg & Garg, 2014, Pirani et al., 2014).

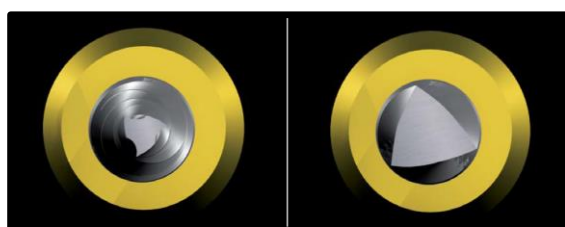


Imagem 10: Secção transversal apical (esquerda) e coronal (direita) (retirado de Webber, 2011)



Imagem 11: Set de limas WaveOne® Small, Primary e Large (retirado de Webber, 2011)

A sequência de trabalho do sistema WaveOne®, segundo a informação disponibilizada pela Dentsply® é:

1. Preparar a cavidade de acesso e o alargamento do SCR (recomenda-se a lima SX do sistema Protaper® e limas manuais ISO 10 e 15);
2. Escolher o programa adequado no motor, e com o irrigante e a lima WaveOne® primaria iniciar a conformação do canal;
3. Usar movimentos de entrada e saída curtos, com 3 mm de amplitude máxima até que a lima avance de forma passiva, e continuar até que a lima não avance tão facilmente;
4. É importante retirar e limpar a lima a cada 3 mm de avanço e inspecionar o seu estado, irrigar e recapitular com uma lima manual ISO 10;
5. Repetir os passos 3 e 4 até chegar ao CT;
6. Confirmar o calibre apical com uma lima manual ISO 25: se esta chega ao CT oferecendo travamento apical, o canal está preparado para obturar, se a lima fica solta, repetir o processo com a lima larga;

7. Nos casos de canais muito finos em que a lima primaria não consiga avançar, pode-se usar a lima pequena para a conformação do 1/3 apical do canal na sua totalidade.

Como noutros sistemas de Endodontia mecanizada abordados neste trabalho, o sistema WaveOne[®] possui papéis e guta-percha com os diâmetros e conicidades adequados a cada lima para facilitar a obturação.

III. Resultados

Tabela 7: Conformação do SCR¹

	Autor	Sistema ProTaper® Universal	Sistema WaveOne®	Sistema Reciproc®	Outros sistemas
Curvatura /CT	(Burklein et al., 2012)	=/X	=/X	=/X	=/X
	(Yoo & Cho, 2012)	=	=	=	=
	(Park et al., 2014)	X	=	=	X
	(Giuliani et al., 2014)	-/X	-/X	X	+/X
	(Wu et al., 2015)	=/X	=/X	X	=/X
	(Saber et al., 2015)	X	+/=	+/=	-/=
Transporte do canal / centrado	(Gundappa et al., 2014)	X/=	X/=	X	X/=
	(Tambe et al., 2014)	-	+	X	-
	(Gergi et al., 2014)	X	+/-	-/-	++/+
	(Zhao et al., 2014)	-/X	-/X	X	+/X
	(Marceliano-Alves et al., 2014)	X	-/X	-/X	+/X
	(Burklein et al., 2014)	X	-/X	-/X	+/X
	(Saleh et al., 2015)	X	-/X	-/X	+/X
	(Bane et al., 2015)	=	=	=	X
	(Moura-Netto et al., 2015)	X	=	=	=
Incidência de defeitos dentinários (microfraturas)	(Burklein et al., 2013)	+	-	-	+
	(De-Deus et al., 2014b)	X	=	=	=
	(Cicek et al., 2015)	-	-	X	- /+

¹ Para facilitar a compreensão dos resultados, foram elaboradas tabelas, segundo as propriedades de cada um dos sistemas avaliados, que incorporam elementos da seguinte legenda:

“+”: Resultados em favor do sistema com um nível de significância estatístico

“-”: Resultados em contra do sistema com um nível de significância estatístico

“=”: Sem diferenças significativas

“X”: Não avaliado

Tabela 8: Limpeza do SCR²

	Autor	Sistema ProTaper® Universal	Sistema WaveOne®	Sistema Reciproc®	Outros sistemas
Extrusão apical de detritos	(Burklein & Schafer, 2012)	++	+	-	++
	(Nayak et al., 2014)	X	+	-	++
	(Ozsu et al., 2014)	-	+	X	+ / ++
Eficácia de corte	(Plotino et al., 2014)	X	-	+	X
	(Alattar et al., 2015)	X	=	=	=
Detritos acumulados durante a preparação / remoção de smear layer	(Burklein et al., 2012)	- / =	- / =	+ / =	+ / =
	(Amaral et al., 2013)	X	X / =	X / =	X / =
	(De-Deus et al., 2015)	X	= / X	= / X	= / X
Desbridamento da superfície do SCR	(Topcu et al., 2014)	+	++	+	-

2

“+”: Resultados em favor do sistema com um nível de significância estatístico

“-”: Resultados em contra do sistema com um nível de significância estatístico

“=”: Sem diferenças significativas

“X”: Não avaliado

Tabela 9: Resistência³

	Autor	Sistema ProTaper® Universal	Sistema WaveOne®	Sistema Reciproc®	Outros sistemas
Fadiga cíclica /torção	(Arias et al., 2012)	X	-/X	+/X	X
	(Plotino et al., 2012)	X	-/X	+/X	X
	(Kim et al., 2012)	-/-	+ /++	++/+	X
	(Pedulla et al., 2013)	X	-/X	+/X	+/X
	(Dagna et al., 2014)	-	+/X	++/X	+/X
	(De-Deus et al., 2014a)	X	-/X	+/X	X
	(da Frota et al., 2014)	-/-	+ /+	++ /++	- /--
Limites elásticos em torção com movimento recíprocante / contínuo	(Ha et al., 2015)	=/-	=/+	=/++	X
Reutilização	(Park et al., 2014)	X	=	=	X
Superfície antes e depois do uso	(Pirani et al., 2014)	X	=	=	X
	(Hanan et al., 2015)	X	-	+	X

3

“+”: Resultados em favor do sistema com um nível de significância estatístico

“-”: Resultados em contra do sistema com um nível de significância estatístico

“=”: Sem diferenças significativas

“X”: Não avaliado

Tabela 10: Retratoamento⁴

	Autor	Sistema ProTaper® Universal	Sistema WaveOne®	Sistema Reciproc®	Outros sistemas
Extrusão apical do material	(Silva et al., 2014)	-	+	+	X
	(Dincer et al., 2014)	-	X	+	-
Remoção de material	(Fruchi Lde et al., 2014)	X	=	=	X
	(Silva et al., 2015)	=	=	X	X
Desinfecção do canal	(Martinho et al., 2015)	=	=	=	X
Incidência de defeitos radiculares	(Ustun et al., 2014)	+	X	-	X

4

“+”: Resultados em favor do sistema com um nível de significância estatístico

“-”: Resultados em contra do sistema com um nível de significância estatístico

“=”: Sem diferenças significativas

“X”: Não avaliado

IV. Discussão

1. Conformação do SCR

No que diz respeito à manutenção da curvatura do canal e do valor do CT, todos os estudos analisados apresentaram-se consistentes, não mostrando diferenças significativas entre os três sistemas rotatórios em estudo. Segundo os estudos de Giuliani et al. (2014), o sistema sequencial ProTaper® Universal (utilizado com movimentos reciprocantes) foi capaz de manter uma melhor curvatura do canal do que o sistema WaveOne®. Por sua vez, Wu et Al. (2015) considerou mais eficiente o novo sistema ProTaper® Next na manutenção da constrição apical, mas não encontrou diferenças na preparação de canais curvos. Saber et al. (2015) compararam o sistema WaveOne®, Reciproc® e OneShape®, não achando diferenças significativas entre o sistema WaveOne® e Reciproc®, mas consideraram que o sistema OnShape® tem uma maior tendência a endireitar o canal que os sistemas anteriormente citados (Burklein et al., 2012, Yoo & Cho, 2012, Giuliani et al., 2014, Park et al., 2014, Saber et al., 2015, Wu et al., 2015).

Relativamente à capacidade que os sistemas em estudo têm para manter o eixo axial do canal centrado, Gundappa et al. (2014) efetuou uma análise sistemática, chegando à conclusão de que o sistema ProTaper® Universal oferece melhores resultados, mas sem uma diferença significativa. Isto encontra-se em concordância com a maioria dos estudos expostos, que indicam que o sistema WaveOne® e Reciproc® têm uma capacidade de manutenção da anatomia original do canal similar. Tendo, sim, diferenças significativas comparativamente aos sistemas F360® ou OneShape®, os quais possuem conicidades menores. De facto, o estudo de Saleh et al. (2015) salienta que as conicidades elevadas dos sistemas reciprocantes (0.08) são a causa do menor desempenho na hora de manter o centro do canal. Desta forma, chega-se à conclusão de que, para canais com curvaturas severas e muito acentuadas, é recomendável optar por instrumentos com conicidades menores. O estudo de Burklein et al. (2014) não aponta diferenças significativas, mas sim que o Sistema WaveOne® produz mais “aberrações” no canal seguido do sistema Reciproc®, sem ser relevante o pré-alargamento do canal. Os únicos estudos que encontraram diferenças significativas, apontando melhores

características de conformação canalar com menor transporte do SCR ao sistema WaveOne[®], foram os estudos de Tambe et al. (2014) – que encontrou uma diferença significativa em comparação com os sistemas OneShape[®] e ProTaper[®] Universal – e o estudo de Gergi et al. (2014) que, por sua vez, demonstrou que o sistema WaveOne[®] tem uma performance superior ao Reciproc[®]. Importa realçar que ambos os estudos foram realizados em dentes naturais humanos com curvaturas entre 0-10° (Tambe et al. 2014) e 25-35° (Gergi et al. 2014), com canais instrumentados por um operador humano, condições estas que podem explicar as diferenças com os outros estudos, já que a experiência do profissional, as diferenças das amostras selecionadas e as forças aplicadas durante a instrumentação são fatores que influenciam os resultados (Burklein et al., 2014, Gergi et al., 2014, Gundappa et al., 2014, Marceliano-Alves et al., 2014, Tambe et al., 2014, Zhao et al., 2014, Bane et al., 2015, Moura-Netto et al., 2015, Saleh et al., 2015).

Em relação à produção de defeitos dentinários (microfraturas), o estudo de Burklein et al. (2013) apontou uma diferença significativa nos sistemas reciprocantes (WaveOne[®] e Reciproc[®]) em relação aos contínuos, sendo que este estudo foi realizado com um método destrutivo que consiste em seccionar a raiz em diferentes comprimentos para estudar ao microscópio. De-Deus et al. (2014b) decidiu estudar a falta de causalidade entre a instrumentação com sistemas recíprocos e as microfraturas, estabelecendo que os estudos anteriores poderiam ser influenciados pelo método de avaliação dos resultados que implica cortes transversais para observar a dentina e que pode, ele próprio, produzir microfraturas. Assim sendo, os autores propuseram a micro-tomografia computadorizada como um método de estudo fiável, não destrutivo, para estudar a formação de microfraturas, e, nos seus estudos, não encontraram diferenças significativas entre sistemas reciprocantes e sistemas contínuos. Os estudos de Cicek et al. (2015) e Utsun et al. (2015), no entanto, continuaram a usar o método de corte e posterior observação ao microscópio e vieram corroborar os resultados de De-Deus et al. (2014b) já que, em ambos os estudos, não existiram diferenças significativas entre os sistemas rotatórios, e apresentou-se, em acréscimo, o sistema manual como o único que não exibiu defeitos dentinários pós-instrumentação (Burklein et al., 2013, De-Deus et al., 2014b, Cicek et al., 2015, Ustun et al., 2015).

Nesta revisão bibliográfica não foi analisado o fator tempo, pois considera-se que numa primeira instância, um sistema sequencial consumirá sempre mais tempo devido à mudança do instrumento em comparação com um sistema de lima única. E como segunda instância, os métodos de comparação entre sistemas de limas únicas das bibliografias consultadas (Burklein et al., 2012, Park et al., 2014, Bane et al., 2015, Saleh et al., 2015), têm usado um operador humano para realizar a instrumentação, e um cronómetro para monitorizar o tempo. Este facto implica uma acumulação de variáveis humanas e subjetivas (experiência do operador, velocidade de reação do encarregado do cronómetro, etc.). Para evitar estes erros e standardizar a avaliação na velocidade da instrumentação de sistemas endodônticos em futuros estudos, pode-se sugerir o uso de um braço mecanizado, capaz de se configurar a movimentos de “*Pecking*” com uma força determinada, e invariável para os instrumentos a comparar, adicional a um movimento de limpeza, no qual será retirada a lima e submetida a um jato de ar. O material a instrumentar será um bloco de resina transparente, marcado com uma distância de início e de fim, e que será irrigado com um sistema automático com determinada quantidade de ml por minuto a ser determinado pelo operador. O processo pode ser gravado por uma câmara de alta velocidade, a qual pode dar uma precisão de frações de segundos no caso de ser usada uma câmara que grave a 60 *frames* o mais por segundo; assim, o tempo de início até o fim da instrumentação é reproduzível e objetivo.

2. Limpeza do canal

No que concerne à extrusão de detritos, os estudos de Burklein e Schafer (2012) assim como o de Nayak et al. (2014) concordam que os sistemas reciprocantes têm uma maior extrusão de detritos a nível apical quando comparados com os contínuos, sendo importante realçar que ambos os estudos utilizaram dentes naturais para verificar o efeito – incisivos e os pré-molares, respectivamente. Burkleim infere que os resultados podem dever-se ao “efeito de parafuso” que faz com que os detritos produzidos deslizem pelas espirais, em direção coronal. Por sua vez, Ozsu et al. (2014), instrumentando pré-molares, reportaram resultados distintos, considerando que o sistema contínuo ProTaper[®] Universal extrui uma maior quantidade de detritos em direção apical comparativamente aos outros sistemas referidos anteriormente. A explicação sugerida pelos autores para estes resultados assenta na diferença da

conformação das experiências, o que se torna plausível já que, de facto, são usados métodos distintos para medir os detritos formados, assim como métodos de irrigação que, naturalmente, influenciam a extrusão destes. Aquilo em que estão de acordo os estudos assinalados, é que se torna inevitável a extrusão de detritos com os sistemas atuais; de igual forma, reportam que é difícil avaliar a eficácia clínica já que, em laboratório, se torna difícil mimetizar os tecidos periapicais com perfeição (Burklein & Schafer, 2012, Nayak et al., 2014, Ozsü et al., 2014).

No que diz respeito à eficácia de corte, Plotino et al. (2014) testaram os dois sistemas reciprocantes apresentados nesta revisão bibliográfica, considerando que o sistema Reciproc® é mais eficiente que o WaveOne®, e que a secção transversal em forma de “S” é a que tem a maior influência na capacidade de corte da dentina. Por outro lado, Alattar et al. (2015) não reportou diferenças significativas a nível apical, mas diferentemente das instruções dos sistemas WaveOne® e Reciproc®, usou movimentos de “Brushing” (em vez de “Pecking”) para testar a eficácia com este movimento em particular e, em lugar de blocos de resina (como o estudo de Plotino et al., 2014), foram usadas amostras de pré-molares. (Plotino et al., 2014, Alattar et al., 2015)

A questão da acumulação de detritos no canal, durante a instrumentação, tem sido, também, avaliada. Exemplo disso, é o estudo de Burklein et al. (2012) que refere que os sistemas Mtwo® e Reciproc® adensavam menos detritos a nível apical em comparação com o sistema WaveOne® e ProTaper® Universal; não obstante, quando a região analisada era a totalidade da extensão do canal radicular, não encontraram diferenças significativas. Os resultados de De-Deus et al. (2015) suportam estes resultados na totalidade do SCR, acrescentando que, perante um maior calibre usado, menor acumulação de detritos se irão formar. Burklein et al. (2012) também se debruçaram sobre a remoção da *smear layer* e o estudo de Amaral et al. (2013) veio comprovar os resultados, indicando que não há diferença significativa entre ambos os sistemas reciprocantes. Os autores esclarecem que, na qualidade da limpeza do SCR, a forma do canal é um fator importante, apresentando melhores resultados o sistema sequencial contínuo Mtwo® que os de lima única reciprocantes WaveOne® e Reciproc® em canais ovais, mas sem diferenças estatisticamente significativas (Burklein et al., 2012, Amaral et al., 2013, De-Deus et al., 2015).

Para avaliar o desbridamento da superfície do SCR, Topcu et al. (2014) usaram 75 incisivos centrais mandibulares mono-canais com uma distância no SCR com mais do dobro do comprimento vestibulo-lingual que mesio-distal, e, mediante o preenchimento com um meio de contraste e uma amostra de n=15 para cada sistema, procederam à instrumentação, tendo como objetivo a análise da quantidade do meio de contraste removido. O sistema WaveOne[®] foi o que removeu mais meio de contraste, não existindo diferenças significativas entre o sistema Protaper[®] e Reciproc[®]; responsáveis pela remoção da menor quantidade estiveram os sistemas SAF e manual. Importa sublinhar que nenhum sistema removeu o meio de contraste completamente (Topcu et al., 2014).

3. Resistência

Todos os estudos consultados testaram a fadiga cíclica dos sistemas rotatórios endodônticos mediante o uso de um canal artificial no qual se colocou a lima em rotação até esta fraturar. Os autores apontam que os sistemas recíprocos de uma única lima Reciproc[®] e WaveOne[®] possuem uma maior resistência à fadiga cíclica quando comparados com os instrumentos convencionais de Ni-Ti, uma vez que são fabricados com a liga M-Wire; em geral, o sistema Reciproc[®] é aquele que apresenta maior resistência. Os autores Arias et al.(2012) pensam que esta diferença pode ser devida aos diferentes graus de rotação de cada sistema (“WaveOne all” 170° sentido anti-horário e 50° horário a 350 rpm, o “Reciproc all” 150° anti-horário e 30° horário a 300 rpm) o que faz sentido, já que o movimento recíproco é capaz de aumentar a resistência à fadiga cíclica, segundo o estudo de Pedulla et al. (2013) que, para além dos dois sistemas recíprocos da presente revisão, testou, ainda, o sistema Mtwo[®] com movimentos recíprocos, obtendo um aumento na resistência da fadiga cíclica, superando inclusivamente a da WaveOne[®]. Em relação à resistência à torção, os estudos também referem que as limas recíprocantes possuem maior resistência. Existem diferenças entre o estudo de Kim et al. (2012) e o de da Frota et al. (2014) devido, possivelmente, aos diferentes sistemas usados para avaliar a resistência à torção: o estudo de Kim et al. (2012) mediu a força necessária para fraturar a lima, enquanto que o de da Frota et al. (2014) analisou o tempo, que é dependente da velocidade de rotação (Arias et al., 2012,

Kim et al., 2012, Plotino et al., 2012, Pedulla et al., 2013, da Frota et al., 2014, Dagna et al., 2014, De-Deus et al., 2014a).

No estudo de Ha et al. (2015), num dispositivo especial, foram utilizadas as pontas de amostras de limas de ProTaper® Universal, WaveOne® e Reciproc® para avaliar os limites de torção; logo de seguida, foram submetidas a incrementos graduais de rotação recíproca. Entre os três sistemas, não houve diferenças significativas e foi considerado que se mantinham acima do limite de 170° imposto no programa com maior rotação, que é o do WaveOne®. Ao testar no mesmo sistema os exemplares com movimento contínuo, acharam-se diferenças significativas, sendo que a Reciproc® apresentou maior resistência, seguida da WaveOne® e, por último, a ProTaper® Universal; estes achados devem-se, provavelmente, ao facto de que ambas as limas recíprocantes são feitas com a liga M-Wire. É importante salientar que os ângulos de torção aos quais as limas no movimento contínuo resistiram são muito maiores que os do movimento recíprocante, o que indica que, de acordo as forças geradas no contacto da lima com o dente, os ciclos repetidos no movimento recíprocante vão diminuindo o limite elástico da lima. Tal facto está de acordo com o estudo de Park et al. (2015) que, avaliando as limas recíprocantes em dentes naturais, concluíram que são seguras de usar, no máximo, até 5 canais (um a mais do especificado pelo fabricante) (Park et al., 2014, Ha et al., 2015).

Em relação à superfície das limas, antes e depois da instrumentação, o estudo de Pirani et al. (2014) não encontrou diferenças significativas em ambos os sistemas recíprocantes (Reciproc® e WaveOne®). Hanan et al. (2015), por sua vez, encontraram maior quantidade de defeitos, antes da instrumentação, nas limas WaveOne®, o que se repercutiu negativamente nos efeitos achados após a instrumentação. Esta diferença nos estudos deve-se às amostras usadas, já que as amostras de Pirani et al. (2014) apresentaram-se, desde o início, com menor quantidade de defeitos. Mas independentemente das diferenças nos resultados, ambos os estudos concluíram que as limas dos sistemas recíprocantes em causa são seguras de usar dentro das guias fornecidas pelos fabricantes (Pirani et al., 2014, Hanan et al., 2015).

4. Retratoamento

Analisando a extrusão apical num dente que necessita de retratoamento, Silva et al. (2014) assim como Dincer et al. (2014) concordaram que os sistemas reciprocantes duma lima extruem menor quantidade de detritos que os sistemas sequenciais contínuos, considerando-os aptos para remoção de material obturador (Dincer et al., 2014, Silva et al., 2014).

Em relação à remoção do material, os estudos de Fruchi Lde et al. (2014) e Silva et al. (2015) expressam que nenhum dos sistemas em estudo foi capaz de remover na totalidade o material obturador, mas que os três se apresentaram igualmente eficientes. Martinho et al. (2015) analisou as capacidades de desinfecção dos três sistemas em estudo sem detetar diferenças significativas (Fruchi Lde et al., 2014, Silva et al., 2014, Martinho et al., 2015).

No que concerne a incidência de defeitos radiculares, Utsun et al. (2014) apontam que o sistema Reciproc[®] produz mais microfraturas a nível médio e coronal que o ProTaper[®] Universal, sem existir diferença significativa a nível apical. Os autores consideram que pode ser devido ao *stress* causado pelo uso duma lima única, o qual é aliviado pelo sistema sequencial, e reconhecem que uma limitação do estudo é o recurso ao corte e análise das amostras ao microscópio (diferença do método proposto por De-Deus et al. (2014) que usou a micro-tomografia computadorizada). Mas, para a evitar ao máximo microfraturas por instrumentação, todas as amostras usadas foram instrumentadas com o sistema manual. É preciso fazer mais estudos, recorrendo a micro-tomografia computadorizada para contrastar estes resultados e confirmar as conclusões deste estudo (Ustun et al., 2014).

V. Conclusões

Com o aparecimento da liga de Ni-Ti, a Endodontia sofreu um avanço galopante, aumentando a velocidade e facilidade de instrumentação, sem, contudo, ficar isenta de novos problemas, já que o aparecimento de diversos sistemas rotatórios dificulta a eleição de um.

Nesta revisão bibliográfica fica patente que não existe o sistema. Os sistemas rotatórios, na atualidade, são dependentes do sistema manual e, cada sistema tem as suas vantagens e limitações. Não obstante, fica claro que os sistemas reciprocantes de lima única Reciproc[®] e WaveOne[®] são seguros de utilizar sempre que se cumpram as instruções do fabricante, nomeadamente, o uso, no máximo, em 4 canais de um mesmo paciente.

Entre os sistemas reciprocantes estudados também não foi possível apontar um sistema superior a outro, destacando-se sensivelmente o sistema Reciproc[®] pela sua maior resistência geral, e o sistema WaveOne[®] pela sua capacidade de limitar a extrusão apical de detritos. Estas diferenças prendem-se com o desenho de cada lima já que estas são confeccionadas pelo mesmo material.

Em destaque nos sistemas reciprocantes de uma lima de uso único, está a menor quantidade de instrumentos a ser usados, especialmente para o retratamento, já que os mesmos instrumentos servem sem ser preciso obter um *kit* adicional; se usado segundo o fabricante, há menor possibilidade de fratura, e, ainda, a diminuição da probabilidade de infeções cruzadas bem como uma curva de aprendizagem menor deste tipo de sistemas de instrumentação.

Como pontos negativos, recorda-se que não se devem usar em curvaturas bruscas e muito acentuadas, para ultrapassar degraus ou instrumentos fraturados ou em canais muito atresados, já que a possibilidade de criar erros dentro do canal é muito maior do que com a instrumentação manual; o qual é uma desvantagem de todos os instrumentos fabricados com a liga de Ni-Ti.

Esta revisão bibliográfica pretende ser um acréscimo à informação atualmente disponível acerca dos sistemas de instrumentação rotatória na Endodontia e, tendo presente que continuamente aparecem novos e variados sistemas, perante dúvidas, pode-se sempre optar por qualquer dos sistemas aqui descritos já que demonstraram a sua eficácia e foram amplamente estudados.

VI. Bibliografia

Alapati, S. B., et al. (2009). Metallurgical Characterization of a New Nickel-Titanium Wire for Rotary Endodontic Instruments. *Journal of Endodontics*, 35,pp. 1589-93.

Alattar, S., et al. (2015). The Influence of Brushing Motion on the Cutting Behavior of 3 Reciprocating Files in Oval-shaped Canals. *Journal of Endodontics*, 41,pp. 703-9.

Amaral, P., Forner, L. & Llena, C. (2013). Smear Layer Removal in Canals Shaped with Reciprocating Rotary Systems. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 5,pp. e227-30.

Anusavice, K. J., et al. (2013). *Phillips' Science of Dental Materials*, St.Louis, Elsevier.

Arias, A., Perez-Higueras, J. J. & De La Macorra, J. C. (2012). Differences in Cyclic Fatigue Resistance at Apical and Coronal Levels of Reciproc and WaveOne New Files. *Journal of Endodontics*, 38,pp. 1244-8.

Arvaniti, I. S. & Khabbaz, M. G. (2011). Influence of Root Canal Taper on its Cleanliness: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 37,pp. 871-4.

Bane, K., et al. (2015). Root Canal Shaping by Single-file Systems and Rotary Instruments: a laboratory study. *Iranian Endodontic Journal*, 10,pp. 135-9.

Baumann, M. A., Beer, R. & Hassell, T. M. (2010). *Endodontology*, Stuttgart; New York, Thieme.

Borges, M. F., et al. (2011). Influence of Apical Enlargement in Cleaning and Extrusion in Canals with Mild and Moderate Curvatures. *Brazilian Dental Journal*, 22,pp. 212-7.

Burklein, S., et al. (2012). 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. *International Endodontic Journal*, 45,pp. 449-61.

Burklein, S., Poschmann, T. & Schafer, E. (2014). Shaping Ability of Different Nickel-Titanium Systems in Simulated S-shaped Canals with and without Glide Path. *Journal of Endodontics*, 40,pp. 1231-4.

Burklein, S. & Schafer, E. (2012). Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-file and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems. *Journal of Endodontics*, 38,pp. 850-2.

Burklein, S., Tsotsis, P. & Schafer, E. (2013). Incidence of Dentinal Defects After Root Canal Preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 39,pp. 501-4.

Castellucci, A. & West, J. D. (2005). *Endodontics*, Firenze, Il Tridente.

Cicek, E., et al. (2015). Evaluation of Microcrack Formation in Root Canals After Instrumentation with Different NiTi Rotary File Systems: a scanning electron microscopy study. *Scanning*, 37,pp. 49-53.

Da Frola, M. F., et al. (2014). Comparison of Cyclic Fatigue and Torsional Resistance in Reciprocating Single-file Systems and Continuous Rotary Instrumentation Systems. *Journal of Oral Science*, 56,pp. 269-75.

Dagna, A., et al. (2014). Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, Reciproc, and WaveOne: An in vitro comparative study. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 17,pp. 250-4.

De-Deus, G., et al. (2014a). Bending Resistance and Dynamic and Static Cyclic Fatigue Life of Reciproc and WaveOne Large Instruments. *Journal of Endodontics*, 40,pp. 575-9.

De-Deus, G., et al. (2014b). Lack of Causal Relationship between Dentinal Microcracks and Root Canal Preparation with Reciprocation Systems. *Journal of Endodontics*, 40,pp. 1447-50.

De-Deus, G., et al. (2015). Accumulated Hard Tissue Debris Produced During Reciprocating and Rotary Nickel-Titanium Canal Preparation. *Journal of Endodontics*, 41,pp. 676-81.

Dentsply. *ENTER THE ERA OF M-WIRE™ NiTi* [Em linha] Disponível em: <http://www.tulsadentalspecialties.com/Libraries/Tab_Content_-_Endo_Access_Shaping/M-Wire_Brochure.sflb.ashx>. [Consultado em 17/06/ 2015].

Dentsply. *The Next Evolution in Endodontic File Systems* [Em linha] Disponível em: <http://img03.en25.com/Web/DentsplyTulsaDentalSpecialties/%7B8d3b5139-5ef1-4bd5-8c0e-4ead1c505e39%7D_WEB-WPPTN_Rev0_11-13_ProTaper_WhitePaper_LoRes.pdf?elq=b927ef79549144828ec1976d9c6ca48f&elqCampaignId=22>. [Consultado em 17/03/ 2015].

Dincer, A. N., Er, O. & Canakci, B. C. (2014). Evaluation of Apically Extruded Debris during Root Canal Retreatment with Several NiTi Systems. *International Endodontic Journal*.

Fruchi Lde, C., et al. (2014). Efficacy of Reciprocating Instruments for Removing Filling Material in Curved Canals Obturated with a Single-cone Technique: a micro-computed tomographic analysis. *Journal of Endodontics*, 40,pp. 1000-4.

García, G. *Set de Retratamiento ProTaper Universal: Una nueva alternativa en el retratamiento endodóntico* [Em linha] Disponível em:

<<http://www.dentsplyargentina.com.ar/Set%20de%20Retratamiento%20ProTaper%20Universal.pdf>>. [Consultado em 26/03/ 2015].

Garg, N. & Garg, A. (2014). *Textbook of Endodontics*, New Delhi ; St. Louis, Jaypee Brothers Medical Publishers.

Gergi, R., et al. (2014). Micro-computed Tomographic Evaluation of Canal Transportation Instrumented by Different Kinematics Rotary Nickel-Titanium Instruments. *Journal of Endodontics*, 40,pp. 1223-7.

Giuliani, V., et al. (2014). Shaping Ability of Waveone Primary Reciprocating Files and ProTaper System used in Continuous and Reciprocating Motion. *Journal of Endodontics*, 40,pp. 1468-71.

Gundappa, M., et al. (2014). Root Canal Centering Ability of Rotary Cutting Nickel Titanium Instruments: A meta-analysis. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 17,pp. 504-9.

Ha, J. H., et al. (2015). Elastic Limits in Torsion of Reciprocating Nickel-Titanium Instruments. *Journal of Endodontics*, 41,pp. 715-9.

Hanan, A. R., et al. (2015). Surface Characteristics of Reciprocating Instruments Before and After Use--a SEM analysis. *Brazilian Dental Journal*, 26,pp. 121-7.

Hargreaves, K. M., Cohen, S. & Berman, L. H. (2011). *Cohen, Vías de la Pulpa : décima edición*, Amsterdam, Elsevier.

Harty, F. J., Chong, B. S. & Antbits (2010). *Harty's Endodontics in Clinical Practice*, Edinburgh [etc.], Churchill Livingstone/Elsevier.

Ingle, J. I., et al. (2008). *Ingle's Endodontics 6 [EBSCO Academic eBook Collection Complete]*. 6th ed. Hamilton, ON Maidenhead: McGraw-Hill Education distributor

Jurczyk, M. 2013. *Bionanomaterials for Dental Applications* [Em linha]. Disponível em: <<http://www.crcnetbase.com/isbn/9789814303842>>.[Consultado em 24/03/ 2015]

Kim, H. C., et al. (2012). Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Two New Nickel-Titanium Instruments used in Reciprocation Motion: Reciproc versus WaveOne. *Journal of Endodontics*, 38,pp. 541-4.

Leonardo, M. R. & Leonardo, R. D. T. (2009). *Endodoncia : conceitos biológicos y recursos tecnológicos*, Sao Paulo, Artes Médicas.

Marceliano-Alves, M. F., et al. (2014). Shaping Ability of Single-file Reciprocating and Heat-treated Multifile Rotary Systems: a micro-CT study. *International Endodontic Journal*.

Martinho, F. C., et al. (2015). Endodontic Retreatment: clinical comparison of reciprocating systems versus rotary system in disinfecting root canals. *Clinical oral investigations*, 19,pp. 1411-7.

Mcspadden, J. T. (2007). *Mastering Endodontic Instrumentation*, Cloudland Institute.

Moura-Netto, C., et al. (2015). CT Study of the Performance of Reciprocating and Oscillatory Motions in Flattened Root Canal Areas. *Brazilian Oral Research*, 29,pp. 1-6.

Nayak, G., et al. (2014). Evaluation of Apical Extrusion of Debris and Irrigant using Two New Reciprocating and One Continuous Rotation Single File Systems. *Journal of Dentistry*, 11,pp. 302-9.

Ozsu, D., et al. (2014). Quantitative Evaluation of Apically Extruded Debris During Root Canal Instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and Self-adjusting File Systems. *European journal of Dentistry*, 8,pp. 504-8.

Park, S. K., et al. (2014). Clinical Efficiency and Reusability of the Reciprocating Nickel-Titanium Instruments According to the Root Canal Anatomy. *Scanning*, 36,pp. 246-51.

Patel, B. (2015). *Endodontic Diagnosis, Pathology, and Treatment Planning : mastering clinical practice*, [Place of publication not identified], Springer.

Patel, S. & Duncan, H. F. (2011). *Pitt Ford's Problem-based Learning in Endodontology*, Chichester, West Sussex, Wiley-Blackwell.

Pedulla, E., et al. (2013). Influence of Continuous or Reciprocating Motion on Cyclic Fatigue Resistance of 4 Different Nickel-Titanium Rotary Instruments. *Journal of Endodontics*, 39,pp. 258-61.

Pereira, E. S., et al. (2013). Mechanical Behavior of M-Wire and Conventional NiTi Wire used to Manufacture Rotary Endodontic Instruments. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 29,pp. e318-24.

Peters, O. A. 2008. *Rotary Instrumentation: An Endodontic Perspective* [Em linha] Disponível em: <http://www.aae.org/uploadedFiles/Publications_and_Research/Endodontics_Colleagues_for_Excellence_Newsletter/winter08ecfe.pdf>. [Consultado em 17/06 2015].

Pirani, C., et al. (2014). Wear and Metallographic Analysis of WaveOne and Reciproc NiTi Instruments before and after Three uses in Root Canals. *Scanning*, 36,pp. 517-25.

Plotino, G., et al. (2014). Cutting Efficiency of Reciproc and WaveOne Reciprocating Instruments. *Journal of Endodontics*, 40,pp. 1228-30.

Plotino, G., et al. (2012). Cyclic Fatigue of Reciproc and WaveOne Reciprocating Instruments. *International Endodontic Journal*, 45,pp. 614-8.

Rao, R. N. (2009). *Advanced Endodontics*, New Delhi, Jaypee Brothers Medical publishers.

Saber, S. E., Nagy, M. M. & Schafer, E. (2015). Comparative Evaluation of the Shaping Ability of WaveOne, Reciproc and OneShape Single-file Systems in Severely Curved Root Canals of Extracted Teeth. *International Endodontic Journal*, 48,pp. 109-14.

Saleh, A. M., et al. (2015). Shaping Ability of 4 Different Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *Journal of Endodontics*, 41,pp. 548-52.

Silva, E. J., et al. (2015). Effectiveness of Rotatory and Reciprocating Movements in Root Canal Filling Material Removal. *Brazilian Oral Research*, 29,pp. 1-6.

Silva, E. J., et al. (2014). Reciprocating versus Rotary Systems for Root Filling Removal: assessment of the apically extruded material. *Journal of Endodontics*, 40,pp. 2077-80.

Srikanth, P., et al. (2015). Minimal Apical Enlargement for Penetration of Irrigants to the Apical Third of Root Canal System: A Scanning Electron Microscope Study. *Journal of international oral health : JIOH*, 7,pp. 92-6.

Tambe, V. H., et al. (2014). Comparison of Canal Transportation and Centering Ability of Rotary Protaper, One Shape System and Wave One System using Cone Beam Computed Tomography: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 17,pp. 561-5.

Teixeira, J. M., et al. (2015). Influence of Working Length and Apical Preparation Size on Apical Bacterial Extrusion During Reciprocating Instrumentation. *International Endodontic Journal*, 48,pp. 648-53.

Topcu, K. M., et al. (2014). Efficiency of the Self Adjusting File, WaveOne, Reciproc, ProTaper and Hand Files in Root Canal Debridement. *European Journal of Dentistry*, 8,pp. 326-9.

Ustun, Y., et al. (2015). The Effects of Different Nickel-Titanium Instruments on Dentinal Microcrack Formations During Root Canal Preparation. *European Journal of Dentistry*, 9,pp. 41-6.

Ustun, Y., et al. (2014). The Effect of Reciprocation versus Rotational Movement on the Incidence of Root Defects During Retreatment Procedures. *International Endodontic Journal*.

Vdw. *Reciproc One File Endo* [Em linha] Disponível em: http://www.es.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/z-es/downloads/RECIPROC_User_Brochure_es_view.pdf. [Consultado em 26/03/ 2015].

Walton, R. E. & Torabinejad, M. (2009). *Endodontics : principles and practice*, St. Louis, Mo., Saunders/Elsevier.

Webber, J. *Protaper® Universal Nickel Titanium Files* [Em linha] Disponível em: <http://www.dentsplyacademy.co.uk/contrib/documents/AL_LIB_24.20101012121732230.pdf>. [Consultado em 17/03/ 2015].

Webber, J. M., et al. (2011). The WaveOne single-file reciprocating system. *Roots*, 1,pp. 28-33.

Wu, H., et al. (2015). Shaping ability of ProTaper Universal, WaveOne and ProTaper Next in Simulated L-shaped and S-shaped Root Canals. *BMC Oral Health*, 15,pp. 27.

Yared, G. (2008). Canal Preparation using Only One Ni-Ti Rotary Instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal*, 41,pp. 339-44.

Yoo, Y. S. & Cho, Y. B. (2012). A Comparison of the Shaping Ability of Reciprocating NiTi Instruments in Simulated Curved Canals. *Restorative Dentistry & endodontics*, 37,pp. 220-7.

Zhao, D., et al. (2014). Root Canal Preparation of Mandibular Molars with 3 Nickel-Titanium Rotary Instruments: a micro-computed tomographic study. *Journal of Endodontics*, 40,pp. 1860-4.