

José Miguel Teixeira da Costa

Comparação entre os Sistemas reciprocantes Reciproc[®] e WaveOne[®]

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2015

José Miguel Teixeira da Costa

Comparação entre os Sistemas reciprocantes Reciproc[®] e WaveOne[®]

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2015

José Miguel Teixeira da Costa

Comparação entre os Sistemas reciprocantes Reciproc[®] e WaveOne[®]

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

RESUMO

A Endodontia é uma área de grande importância na Medicina Dentária sendo que nos últimos anos tem sofrido grandes transformações principalmente no sector tecnológico. Actualmente existe uma grande oferta no que diz respeito aos sistemas de instrumentação e só com um bom conhecimento das limitações de cada um se pode garantir um bom tratamento. Em 2011 surgiram dois novos sistemas: Reciproc[®] e WaveOne[®]. Estes utilizam o movimento recíprocante que mostra bons resultados na prevenção de erros durante o preparo dos canais radiculares.

O presente trabalho surge no âmbito de descrever estes dois sistemas (Reciproc[®] e WaveOne[®]), mostrar as suas características, limitações e a sua importância na prática clínica.

Palavras-chave: *WaveOne, Reciproc, Reciprocating movement, Endodontics, M-wire.*

ABSTRACT

Endodontics is an area of great importance in Dental Medicine and in the last years has undergone major changes, mainly in the technology sector. Currently exists a large supply with respect to instrumentation systems and only with the knowledge of the limitations of each can ensure a good treatment. In 2011 came two new systems, Reciproc[®] and WaveOne[®]. These use the reciprocating movement, showing good results in preventing errors during the preparation of root canals.

This paper comes in the context of describing these two systems (Reciproc[®] and WaveOne[®]), show their characteristics and their importance in clinical practice.

Key-words: *WaveOne, Reciproc, Reciprocating movement, Endodontics, M-wire.*

Dedicatórias

Aos meus pais e avós por todos os ensinamentos e amor dados ao longo da vida. E por sempre terem acreditado em mim.

Ao meu irmão por todo o apoio e todos os momentos passados ao meu lado.

Agradecimentos

Ao Dr. Miguel Albuquerque Matos por todos os ensinamentos dados ao longo destes últimos anos e pela ajuda e disponibilidade constante ao longo da execução do trabalho

A todos os professores por todos os ensinamentos e ajuda prestados ao longo destes 5 anos.

Aos meus amigos João Soares, Raquel, Mafalda, Emanuel, Afonso, Fernando por todos os momentos e companheirismo. E aos meus amigos Nicola, Kelly, João Nascimento, Patrick, Cláudio, Sara, Nádía por todas as experiências e bons momentos ao longo desta vida académica.

Ao meu binómio, Renato, por toda a ajuda e por toda a confiança ao longo destes anos.

Ao grupo de catequese de Santa Rita, com principal atenção aos meus amigos Rui, Ricardo, Renato, Fernando, Cristina, Cândido e Ana.

Quero agradecer também a todas as pessoas que de alguma maneira me tornaram no que sou hoje.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	X
I) INTRODUÇÃO	1
II) DESENVOLVIMENTO.....	3
1) Métodos utilizados na pesquisa bibliográfica.....	3
2) Endodontia.....	3
3) Tipos de fracturas	8
4) Características das ligas metálicas.....	10
5) Técnicas de fabrico.....	14
5.1) Maquinados.....	14
5.2) Torcidos	16
6) Endodontia Mecanizada.....	17
6.1) Movimento rotatório.....	17
6.2) Movimento recíprocante.....	18
7) WaveOne [®]	21
8) Reciproc [®]	25
9) Fátiga e Torque nos instrumentos WaveOne [®] e Reciproc [®]	27
10) Influência dos irrigantes nos sistemas recíprocantes.....	28
11) WaveOne [®] Vs Reciproc [®]	29
III) DISCUSSÃO.....	37
IV) CONCLUSÃO.....	42

V)	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
----	----------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1) Anatomia canalar (imagem do autor)	5
Fig.2) Representação da transformação da austenítica em martensítica (adaptado de: Thompson, 2000).....	12
Fig.3) Micrografia óptica da liga Níquel-Titanio M-Wire. Imagem da direita corresponde a uma lima WaveOne®; imagem da esquerda corresponde a uma lima Reciproc®. (Pirani <i>et al.</i> , 2014)	14
Fig.4) A, corresponde a uma lima Hendstrom. B e C, corresponde a uma lima K com diferentes ampliações para demonstrar que é possível criar um instrumento com uma ponta não cortante e com uma transição arredondada até à porção de corte. (Krell, 2009).	15
Fig.5) Instrumentos obtidos através de torção. A, uma lima com secção quadrada depois da fase de corte, seguido da imagem B que corresponde a uma lima depois de torcida e a imagem C que corresponde a um mandril (menor número de espiras). (Krell, 2009)	16
Fig.6) Diferentes partes de uma lima (adaptado de: Webber <i>et al.</i> , 2011).....	18
Fig.7) Curva de sobrevivência das limas Protaper sujeita a diferentes tipos de movimentos. (Varela-Patinõ <i>et al.</i> , 2010).....	19
Fig.8) WaveOne® Small (amarelo), Primary (vermelho) e Large (preto). (Webber <i>et al.</i> , 2011).....	22
Fig.9) WaveOne® secção transversal apical, triangular convexo modificado (à esquerda) e secção transversal coronal, triangular convexo (à direita). (Webber <i>et al.</i> , 2011)	22
Fig.10) Movimento recíprocante (imagem do autor)	23
Fig.11) Representação das limas R25, R40 e R50 (http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/en-reciproc-anwender_a5_rev6.pdf)	25

Fig.12) Secção transversal em forma de S. (http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/en-reciproc-anwender_a5_rev6.pdf)	26
Fig.13) Reciproc [®] . Exemplos das imagens mais prevalentes da superfície do canal nos diferentes terços (coronal -a-, medio -b- e apical -c-) com pontuações 1, 1, 2 respectivamente. (Amaral, Forner e Llana, 2013)	30
Fig.14) WaveOne [®] . Exemplos das imagens mais prevalentes da superfície do canal nos diferentes terços (coronal -a-, medio -b- e apical -c-) com pontuações 0, 1, 2 respectivamente. (Amaral, Forner e Llana, 2013)	30
Fig.15) Anatomia externa e interna de caninos inferiores de cada grupo experimental antes e após o preparo do canal radicular. (A) vista lateral das raízes de 2 caninos inferiores de cada grupo experimental. (B e C) vistas mesiodistal e bucolinguais dos canais radiculares irregularmente cónicos antes da preparação. (D) A vista vestibulo-lingual de um canal cónico após a preparação. (E) A vista lateral de canais radiculares sobrepostos antes (verde) e depois (vermelho) da preparação. (F) secções transversais representativas dos canais radiculares sobrepostas antes (verde) e depois (vermelho) da preparação no terço coronal (c), médio (m), e apical (a). (Versiani <i>et al.</i> , 2013)	32
Fig.16) Imagem de microscopia electrónica de varredura longitudinal com diferentes ampliações das limas Reciproc [®] R25 e WaveOne [®] primary após serem utilizadas 1, 5 e 10 vezes. As limas reutilizadas até 5 vezes não mostram alterações significativas, enquanto as reutilizadas 10 vezes mostram uma ligeira abrasão e defeitos na ponta do instrumento. (Park <i>et al.</i> , 2014)	36

I) INTRODUÇÃO

Cada vez mais a população se importa com o estado dos seus dentes e quer preservá-los o máximo de tempo possível. Com vista a aumentar o tempo de vida dos dentes existem varias áreas em Medicina Dentária, sendo uma delas a Endodontia.

A Endodontia tem como objectivo central o diagnóstico diferencial e a eliminação de sintomatologia quer esta tenha origem periapical e/ou pulpar. As lesões podem ter origem em cáries profundas, lesões periodontais ou até mesmo em traumatismos.

Para se proporcionar a opção de tratamento mais adequada torna-se necessário, antes de se iniciar o tratamento, realizar uma recolha da história clínica, sinais e sintomas, que será complementada com os testes de sensibilidade e exames auxiliares. A este processo de recolha de informação dá-se o nome de diagnóstico e tem um papel importante para a selecção do melhor tratamento.

No entanto, o tratamento Endodôntico apresenta um alto grau de dificuldade e nem sempre se consegue remover todas as bactérias e seus sub-produtos dos sistemas de canais radiculares, mantendo-se presente a lesão mesmo após o tempo normal de recuperação. Nestes casos é necessário realizar retratamento Endodôntico para se proceder a uma nova limpeza e desinfecção. De modo a facilitar e melhorar a sua execução, surgiram ao longo das épocas diversos materiais como o microscópio e ultra-sons, e houve inovações ao nível dos irrigantes e as limas.

Estas inovações deveram-se à contínua elaboração de estudos e aos fabricantes ao perceberem as dificuldades existentes neste tratamento e as várias falhas que podem ocorrer. Assim, estes têm pesquisado por diferentes tipos de ligas para melhorar as propriedades das limas. Além disso, pesquisaram também maneiras de simplificar a técnica, mantendo no entanto o mesmo grau de sucesso. Com este objectivo surge dentro das limas mecanizadas o movimento recíprocante e as limas WaveOne® e Reciproc®.

Com o surgimento destes sistemas aparecem também algumas dúvidas e algumas perguntas tendem a ser levantadas. Os irrigantes não afectam estas limas? As ligas alteram verdadeiramente alguma característica das limas ou da segurança do trabalho? O tipo de movimento tem influência no tratamento? E as limas WaveOne® e Reciproc®

têm vantagens ou, pelo contrário, não vêm melhorar em nada o tratamento Endodôntico?

Esta revisão surge no âmbito de tentar responder a estas perguntas e ao mesmo tempo com a ideia de tentar juntar as informações necessárias para quem queira começar a usar este tipo de limas.

II) DESENVOLVIMENTO

1) Métodos utilizados na pesquisa bibliográfica

Para a realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica no presente ano, recorrendo à Biblioteca Ricardo Reis da Universidade Fernando Pessoa e uma pesquisa *online*, pelos motores de busca, *Pubmed* e *Google Academic*. As palavras-chave utilizadas foram: *WaveOne*, *Reciproc*, *Reciprocating movement*, *Endodontics*, *M-wire*. Dos artigos encontrados foram seleccionados para o trabalho 40, escritos em inglês e português, publicados entre 2000 e 2015. Foram também consultados 10 livros acerca do tema em questão e os *sites* dos respectivos sistemas.

2) Endodontia

Mas afinal o que é a Endodontia? Esta palavra deriva do grego e pode ser traduzida como “*o conhecimento do que se encontra no interior do dente*” (Reit, Bergenholtz e Hørsted-Bindslev, 2010). Endodontia é a área da Medicina Dentária que está responsável pela prevenção, diagnóstico e tratamento das patologias da polpa e as suas sequelas (Garg e Garg, 2010).

A Associação Americana de Endodontia define a Endodontia como “*o ramo da Odontologia que se preocupa com a morfologia, fisiologia e patologia da polpa dentária e tecidos perirradiculares. O seu estudo e prática englobam as ciências clínicas básicas, incluindo biologia da polpa normal; a etiologia, o diagnóstico, prevenção e tratamento de doenças e lesões da polpa; e as condições perirradiculares associadas.*” (Ingle e Slavkin, 2008).

Até chegar-se a esta definição foi necessária uma evolução na ciência ao longo do tempo, despoletada pela curiosidade e pela procura do desconhecido. A Endodontia começou no século XVII e desde essa altura muitas descobertas foram feitas, principalmente depois de Pierre Fauchard (1678-1761) ter publicado o livro “*Le chirurgien dentiste*” onde descreve de forma detalhada a polpa.

Podemos dividir a evolução da Endodontia em 5 Eras, intituladas de: pré-ciência (1776-1826), anos dos descobrimentos (1826-1876), anos negros (1876-1926), a renascença (1926-1976) e a era da inovação (1977 até aos dias de hoje).

Na pré-ciência, a Endodontia consistia principalmente no tratamento de abscessos recorrendo a sanguessugas e as polpas eram cauterizadas usando objectos quentes para esse fim. Nos anos dos descobrimentos houve o desenvolvimento da anestesia e da gutta-percha. Edwards Maynard introduz o primeiro instrumento e S. C. Barnum preparou a primeira folha para isolamento do dente durante a obturação. Além disso, também foi introduzida nesta época a medicação para o tratamento de infecções pulpares. Nos anos negros, introduziu-se o raio X e a anestesia geral. Nesta época a escolha para os tratamentos da polpa era a extracção dentária devido às teorias da infecção focal serem uma das preocupações da época. Na era da Renascença, também chamada da era dourada, houve o estabelecimento da Endodontia como ciência e terapêutica, surgindo em 1943 a American Association of Endodontists. Por fim, na era da inovação houve grandes avanços na Endodontia, desde a limpeza e preparação dos canais até à obturação, sendo desenvolvidos vários tipos de materiais com diferentes propriedades, tornando o tratamento mais rápido e fácil e com melhores resultados finais. Um exemplo desses avanços foi a técnica de step-back, criada por Mullaney, o Crown down introduzido por Marshall and Pappin (1980), o conceito de força balanceada proposto por Sabala e Powell (1985-86) e a introdução do microscópio no tratamento da Endodontia, graças a Haywood e Heymann (1989) (Garg e Garg, 2010).

Actualmente a técnica de instrumentação utilizada baseia-se no conceito de força balanceada proposto por Roane que envolve 3 a 4 passos e tem como objectivo diminuir as aberrações e riscos existentes no tratamento. No primeiro passo, realiza-se uma rotação passiva no sentido horário de 90° de modo a permitir ao instrumento penetrar na dentina. No segundo passo, realiza-se uma rotação no sentido anti-horário de 180°-270° com força axial, de modo a cortar camadas de dentina da parede do canal. Por fim, no terceiro passo, é removido o instrumento com movimento no sentido horário, de 360°, de modo a limpar o canal (Peters e Peters, 2011).

Há que ter noção que não é suficiente apenas possuir o conhecimento do tipo de movimentos a realizar durante o tratamento, para realizar o tratamento Endodôntico

torna-se necessário também ter noção da anatomia canal e seus constituintes (Fig.1), só assim se poderá evitar erros iatrogénicos.

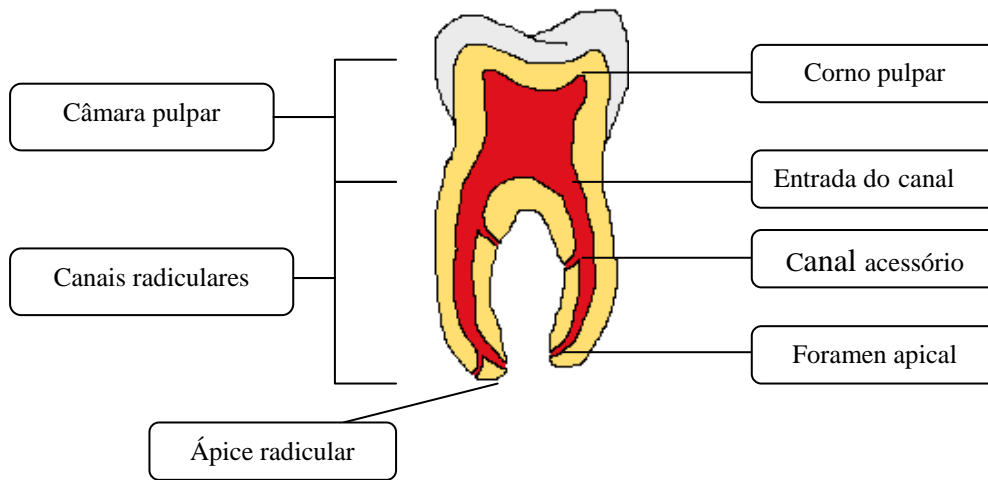


Fig.1) Anatomia canal (imagem do autor)

A instrumentação do canal realizava-se através de limas manuais onde o operador é que exercia a força que achasse necessária para que a lima avançasse e instrumentasse o canal. Os principais sistemas utilizados hoje em dia são: limas K, limas K-Flex, limas Flexo, limas Flexo-R, limas Hendstrom, limas S e limas Safety H (Garg e Garg, 2010).

Assim, para atingir os objectivos do tratamento Endodôntico é necessário uma limpeza e instrumentação efectiva dos sistemas de canais radiculares. Os objectivos passam pela remoção do tecido pulpar, bacteriano e seus produtos, proporcionando ao mesmo tempo a forma adequada do canal para receber o material obturador (Topcu *et al.*, 2014). Com isto, permite-se aos pacientes manter os seus dentes naturais na função e estética (Perters, 2004).

Em relação à limpeza do sistema de canais radiculares os factores que mais influenciam são: anatomia e morfologia dentária e o tipo de instrumentos e irrigantes utilizados durante o tratamento. O objectivo da limpeza do canal é reduzir os factores irritantes. No entanto, actualmente, ainda não existe nenhum processo que nos permita avaliar se a limpeza do canal foi efectivamente conseguida (Johnson e Noblett, 2009).

Para a limpeza do sistema de canais é essencial que se realize uma boa irrigação. Esta pode ser realizada, por exemplo, com Hipoclorito de Sódio, Clorhexidina ou EDTA.

Idealmente, os irrigantes devem ser solventes de tecido orgânico e inorgânico, possuir acção antimicrobiana, não tóxicos, baixa tensão superficial e lubrificante. No entanto, nenhuma das soluções utilizadas até hoje apresenta a totalidade destas características (Johnson e Noblett, 2009).

Por sua vez, o objectivo do preparo dos sistemas de canais radiculares é criar um canal cónico desde a sua abertura até ao ápice através do alisamento e regularização das paredes. Além deste objectivo, a preparação do canal também tem o propósito de facilitar a limpeza e o futuro preenchimento do canal com o devido material obturador (Johnson e Noblett, 2009).

Como citado por Pereira, Silva e Filho, em 2012, o sucesso do tratamento Endodôntico vai depender de vários factores, sendo talvez o mais importante a instrumentação do canal radicular, uma vez que o formato cónico dado ao canal irá permitir um aumento da eficácia na realização de outros procedimentos como a irrigação, aspiração e obturação dos sistemas de canais radiculares.

A instrumentação do canal deve preservar a constrição apical existente com um alargamento desde a extremidade apical até ao fim da porção coronal, não mudando no entanto a curvatura original do canal. Por vezes, podem ocorrer erros durante a preparação do canal originando erros de iatrogénicos como degraus, zips, perfurações e transporte de canal (Capar *et al.*, 2014).

Um dos problemas problema com que os Médicos Dentistas se deparam é a persistência ou surgimento de nova infecção após o tratamento. Quando isto acontece, torna-se necessário realizar um retratamento Endodôntico, de modo a realizar uma nova desinfecção e instrumentação dos sistemas de canais, seguido da realização de uma obturação consistente e homogénea. Este procedimento tem um importante impacto clínico pois vai permitir que as soluções irrigantes cheguem a todo o sistema de canais radiculares, promovendo assim uma melhor limpeza e desinfecção (Zuolo *et al.*, 2013).

A fractura vertical do dente também é um problema que pode ocorrer durante o tratamento do dente e isto pode resultar na perda do dente. A preparação do canal ocorre pelo contacto entre o instrumento e a parede do canal criando stress, o qual pode dar origem a defeitos na dentina ou linhas de fractura, tornando o dente mais susceptível à fractura. No entanto, existem outros factores que têm um peso importante na fractura,

como é o caso da perda de estrutura por trauma ou cárie, defeitos prévios na dentina e perda de osso alveolar de suporte (Kansa *et al.*, 2014).

No entanto, estas não são as únicas preocupações com que os Médicos Dentistas se deparam no seu dia-a-dia. Actualmente com o vasto conhecimento que existe a nível bacteriano e celular surge outra preocupação, a probabilidade de contaminação cruzada durante e após o tratamento Endodôntico.

Os príons são proteínas que têm sido associadas a doenças neuro-degenerativas fatais, comumente chamados de encefalopatias espongiformes transmissíveis. Durante o tratamento Endodôntico há um contacto íntimo dos instrumentos Endodônticos com ramos periféricos do nervo trigémeo, o que torna possível a transmissão destas proteínas (Sonntag e Peters, 2007).

Pelo facto de existir a hipótese de contaminação cruzada, torna-se essencial realizar uma apropriada esterilização dos materiais, de modo a permitir reutilizar os mesmos instrumentos.

No entanto, como citado em Sonntag e Peters (2007), os príons são altamente resistentes aos métodos convencionais químicos ou inactivação térmica e de radiação ultravioleta ou ionizante. Além de apresentarem também uma elevada afinidade para se ligarem a superfícies metálicas. E, como demonstrado por Sonntag e Peters (2007), apesar da limpeza meticulosa em condições laboratoriais, nenhuma das soluções utilizadas foi capaz de remover completamente os detritos orgânicos presentes nos instrumentos.

Outro problema que se apresenta aquando da esterilização dos materiais é a deterioração da superfície devido maioritariamente a corrosão, sendo, por isso, a eliminação completa do material após o seu uso o método mais seguro. Com base nesta ideia, surgem os materiais de uso único, que têm em vista evitar a transmissão de doenças infecciosas e reduzir o risco de corrosão (Pedullà *et al.*, 2014).

3) Tipos de fracturas

Nenhum instrumento é perfeito e como tal tem tendência a fracturar de forma inesperada. Os tipos de fracturas a que os instrumentos estão sujeitos são: *fractura por fadiga cíclica e fractura por torção*.

A fractura de instrumentos pode ocorrer devido a qualquer falha de torção ou fadiga cíclica e é caracterizada pelo desenvolvimento de microfissuras ao longo do ponto de flexão máxima do instrumento (Kiefner, Ban e De-Deus, 2014).

A fadiga cíclica é induzida por ciclos alternados de tensão-compressão a que o material está submetido quando flectido na região de máxima curvatura do canal e em seguida rodado. Como a resistência, a fadiga pode variar ao longo do instrumento e a probabilidade de este fracturar varia ao longo de toda a sua superfície (Sattapan *et al.*, 2000; Arias, Perez-Higueras e Macorra, 2012; Kiefner, Ban e De-Deus, 2014).

A fadiga cíclica dos instrumentos rotatórios é influenciada por vários factores, tais como a velocidade de rotação, ângulo de curvatura do canal radicular e capacidade do operador (Kiefner *et al.*, 2014). Por sua vez a resistência a este tipo de fracturas tende a diminuir com o aumento da curvatura do canal (Shin *et al.*, 2014).

Pode explicar-se a fractura por fadiga em três fases: primeiro, dá-se a iniciação de fissuras onde se formam microfissuras que crescem preferencialmente ao longo de planos cristalinos; a segunda fase é caracterizada pela propagação das fissuras, que crescem continuamente, alcançando assim a terceira fase em que a fissura atinge o ponto onde o material remanescente é sobrecarregado, resultando numa zona de sobrecarga que acaba por levar à fractura total do material (Shen *et al.*, 2013).

Como mencionado anteriormente, há que ter em conta que os materiais falham como consequência do crescimento de fissuras na sua superfície, uma vez que a fractura deste ocorre quando a energia elástica armazenada libertada durante a extensão excede a energia necessária para formar novas superfícies (Arias, Perez-Higueras e Macorra, 2012).

Outra preocupação é a força por torção, que ocorre quando a ponta do instrumento está bloqueada no canal, enquanto o instrumento continua a rodar. O instrumento excede o

limite elástico característico da liga de metal e sofre deformação plástica seguida de fractura do instrumento (Sattapan *et al.*, 2000; Kiefner, Ban e De-Deus, 2014).

Mas afinal o que é o limite elástico e a deformação plástica? Podemos definir limite elástico como sendo a tensão máxima que um material consegue suportar sem que ocorra alterações permanentes deste. Quando o material sofre tensões superiores ao seu limite ocorre deformação plástica (Leonard e Leonard, 2002).

Por outro lado, a deformação plástica é a capacidade que o material possui de sofrer deformações definitivas sem que haja fractura. Esta propriedade permite avaliar a quantidade de trabalho que um certo material consegue aguentar, mantendo a sua integridade física (Leonard e Leonard, 2002).

A resistência à torção de um instrumento varia de acordo com a forma de secção transversal e área, e estas características podem ser diferentes em diferentes níveis do instrumento (Kim *et al.*, 2014).

O operador e o tipo de instrumentação são fundamentais para evitar tensões de torção durante o tratamento. Vários aspectos podem aumentar este stress durante o tratamento, sendo exemplo disso a pressão excessiva sobre o instrumento e uma grande área de contacto entre as paredes do canal e a superfície do instrumento. Estes factores levam a um aumento do risco de bloqueio que, por sua vez, pode levar à fractura do instrumento. Este risco pode ser diminuído com a realização de um alargamento coronal e criando um “glide path” antes de usar qualquer tipo de instrumentação (Berutti *et al.*, 2012).

“Glide path” é a realização de um alargamento do canal radicular prévio à instrumentação, que vai desde a entrada dos canais até à constrição apical (Berutti *et al.*, 2012).

Investigadores e fabricantes exploraram várias maneiras de aumentar a resistência ao fracasso, bem como a eficiência clínica. As características geométricas, os tratamentos de calor e tratamentos de superfície têm demonstrado um efeito considerável sobre as propriedades mecânicas e desempenho clínico de instrumentos de níquel-titânio (Kim *et al.*, 2014).

4) Características das ligas metálicas

Com o objectivo de vencer o desafio anatómico dos canais radiculares, novos tipos de ligas têm sido pesquisados ao longo dos anos.

Factores de muita importância como a resistência à corrosão, a flexibilidade (Krell, 2009), a resistência à fadiga cíclica e torque estão intimamente relacionados com o tipo de liga e o design do instrumento.

Inicialmente, a instrumentação dos canais era realizada com limas manuais de aço inoxidável ou de carbono. Uma das vantagens do aço de carbono era a sua capacidade de corte, superior ao aço inoxidável, mas tinha como desvantagem o facto de ser mais susceptível à corrosão em autoclave e em contacto com os irrigantes (Krell 2009), apresentava também baixo grau de flexibilidade e por esse mesmo motivo uma tendência em criar várias deformações como transporte apical, zips, perfurações e falsos trajectos (Bergmans *et al.*, 2001; Pereira, Silva e Filho, 2012).

Apesar disso, até à década de 50, os instrumentos não sofreram grandes alterações, continuando a ser fabricados em aço de carbono sem qualquer critério científico (Leonard e Leonard, 2002).

Com o surgimento das ligas de aço inoxidável, o sucesso e segurança do tratamento Endodôntico melhorou consideravelmente. Os materiais feitos a partir desta liga apresentavam boa resistência à fractura, permitiam a pré-curvatura da lima, não oxidavam e apresentavam uma dureza que permitia o trespasse na exploração de canais curvos e atresiadados. Mas pelo facto de serem pouco flexíveis não podem ser acoplados a motores, pois a rotações superiores a 360° há um grande risco de fractura do material (Leonard e Leonard, 2002).

Além disso, esta liga fornece um excelente controlo, fácil manipulação e, devido à sua dureza, é bastante resistente, apresentando superfícies de corte muito duradouras. No entanto, por apresentar essa mesma dureza torna-se muitas vezes um problema para instrumentar canais curvos, porque apresenta um risco acrescido de fractura e/ou transporte de material. Outro facto importante é que, se o canal for recto, o aço inoxidável apresenta resultados muito idênticos ao do níquel-titânio; o problema encontra-se no facto de poucos canais serem inteiramente rectos (McSapdden, 2007).

Uma das maiores inovações em Endodontia foi a introdução das ligas de níquel-titânio na confecção dos instrumentos de preparação canal (Gambarini *et al.* 2011). O níquel-titânio possui uma melhoria substancial sobre o aço inoxidável, no que diz respeito a resistência a fractura e a torção (Wan *et al.* 2010). A liga de níquel-titânio é composta por 56% de níquel e 44% de titânio (Thompson 2000). Com o aparecimento destas ligas, as deformações que surgiam durante a instrumentação dos canais diminuíram consideravelmente, resultando numa diminuição da dificuldade na correcta limpeza dos canais radiculares e menores riscos de fracasso do tratamento (Vilas-Boas *et al.* 2013). Isto é maioritariamente devido à super-elasticidade da liga de níquel-titânio, que permite um aumento da flexibilidade, levando assim o instrumento a seguir a forma original do canal (Gambarini *et al.*, 2011; Gergi *et al.*, 2014).

Esta liga apresenta super-elasticidade, alta flexibilidade, resistência à deformação plástica e à fractura.

A super-elasticidade é a capacidade que certos materiais apresentam em voltar à forma original, após terminar a aplicação de uma determinada força. Há que ter em conta que esta liga é capaz de voltar à sua forma original quando deformada até 10%, enquanto o aço inoxidável apenas consegue voltar à forma original, caso a deformação não supere 1% (Leonard e Leonard, 2002).

O níquel-titânio é considerado um metal exótico uma vez que não segue as regras normais da metalurgia. No entanto, como qualquer outro sistema metálico, pode apresentar diferentes formas cristalinas. Este metal contém 3 fases micro-estruturais, sendo elas a austenítica, martensítica e fase-R, sendo que a variação das suas proporções é que determina as suas propriedades metálicas (Shen *et al.*, 2013).

Austenítica é uma estrutura cúbica e existe a altas temperaturas. Por outro lado, a martensítica é uma estrutura monocíclica, existe a temperaturas mais baixas e a tensões elevadas (Thompson, 2000; Brantley, 2008).

A Fase-R é uma fase intermédia com estrutura romboédrica que é formada a partir da martensítica para austenítica quando aquecida e de austenítica para martensítica na presença de temperaturas baixas (Fig.2) (Brantley, 2008).

O facto dos instrumentos de níquel-titânio produzirem preparos rápidos, com conicidade e centralizados, com menores riscos de deformações dos canais radiculares tornaram-nos muito utilizados na preparação dos canais radiculares (Vilas-Boas *et al.*, 2013).

Além das vantagens apresentadas anteriormente o níquel-titânio também é uma liga com memória de forma, o que significa que possui a capacidade de voltar à sua forma original quando aplicada uma determinada temperatura. Apresenta também super-elasticidade e quando aplicado stress durante a instrumentação passa por uma fase (fase-R) de transformação molecular (Gambarini *et al.*, 2011).

Quando o material está em repouso, encontra-se na forma de austenítica. No entanto, quando uma força lhe é aplicada ocorre uma deformação, transformando-a numa estrutura cristalina martensítica que aguenta maior tensão sem aumentar a distorção do material. Do ponto de vista das aplicações práticas, pode dizer-se que o níquel-titânio tem três diferentes formas: martensítica, martensítica induzida pelo stress (fase-R) e austenítica. Quando o material está na sua forma de martensítica, é maleável e pode ser facilmente deformado. Por sua vez, quando está em martensítica induzida por stress é altamente elástico, enquanto na forma austenítica é bastante forte e duro (Leonard e Leonard, 2002; Shen *et al.*, 2013).

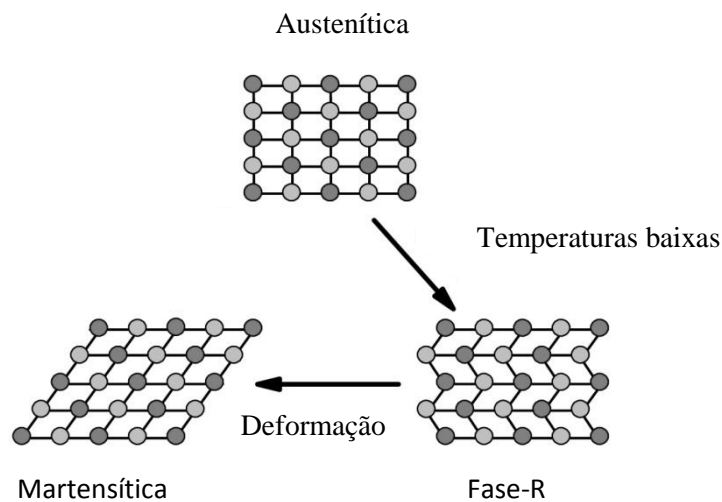


Fig.2) Representação da transformação da austenítica em martensítica (adaptado de: Thompson, 2000)

Segundo Gambarini *et al.* (2011), as melhorias nas propriedades mecânicas do níquel-titânio podem estar relacionadas com a eliminação parcial de defeitos durante o

tratamento térmico. Quando o metal é aquecido, ocorre um processo de recristalização, diminuindo assim, a densidade de defeitos. Este melhoramento da liga deverá aumentar a flexibilidade e ao mesmo tempo a resistência do material.

Este aumento significativo da flexibilidade permite a construção de materiais com uma conicidade maior, possibilitando, assim, a preparação de canais curvos com menos risco de transporte e erros iatrogénicos.

Dispondo de limas mais flexíveis e na procura em tornar o tratamento Endodôntico mais rápido e eficiente, tornou-se popular o uso de limas acopladas em motores rotatórios. No entanto, surgiram novos problemas como o aumento das fracturas devido a flexão e fadiga cíclica (Pereira, Silva e Filho, 2012).

Apesar das melhorias nas limas, a preocupação quanto à fractura dos instrumentos dos sistemas rotatórios em comparação com os instrumentos manuais ainda é grande, levando a uma pesquisa de novas ligas e a um contínuo estudo das suas propriedades.

Estratégias para melhorar estas limas e aumentar a eficácia e segurança do níquel-titânio passam pelo aperfeiçoamento do processo de fabrico ou o uso de novos materiais, que possam contribuir com um aumento das propriedades mecânicas. Uma nova liga de níquel-titânio chamada de M-Wire foi desenvolvida em 2007 com esse mesmo objectivo (Gambarini *et al.*, 2011).

A liga de Níquel-Titânio M-Wire foi introduzida originalmente em 2007 e é produzida através de uma série de tratamentos por calor (Shen *et al.*, 2013). Tal como o níquel-titânio o M-wire também possui uma fase-R, uma martensítica e uma austenítica. Além disso, esta liga apresenta uma matriz martensítica com diferentes elementos: martensites "primárias" (as maiores) e martensites "secundários" (pequenos) (Fig.3). Nas limas, os grãos martensíticos são orientados de forma aleatória e no primeiro milímetro apical são encaminhados numa única direcção, paralelamente ao eixo longitudinal do instrumento (Pirani *et al.*, 2014).

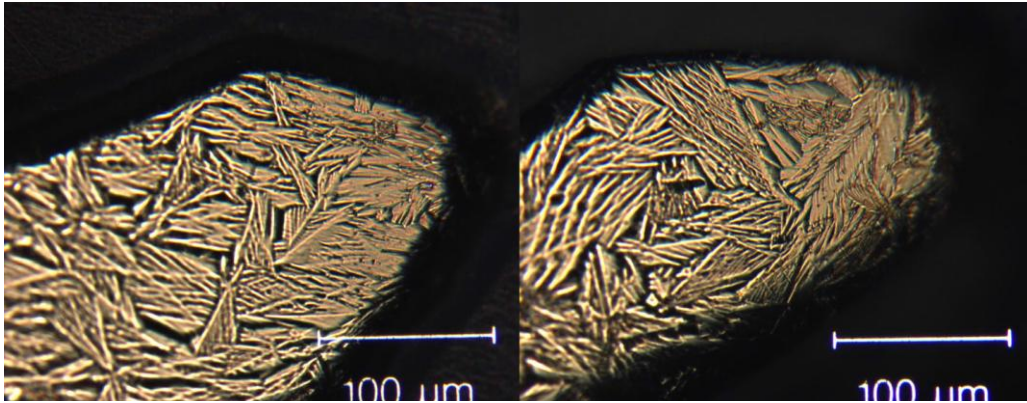


Fig.3) Micrografia óptica da liga Níquel-Titânio M-Wire. Imagem da direita corresponde a uma lima WaveOne®; imagem da esquerda corresponde a uma lima Reciproc®. (Pirani *et al.*, 2014)

Instrumentos feitos de níquel-titânio M-wire oferecem maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica do que os instrumentos feitos das ligas convencionais (Kim *et al.*, 2012).

5) Técnicas de fabrico

5.1) Maquinados

Esta técnica de fabrico consiste em cortar directamente o instrumento em toda a sua superfície em forma de espiral. Um exemplo de limas que apresenta este tipo de fabrico são as tipo Hedstrom (Fig.4). No entanto, limas sujeitas a este tipo de processo possuem uma menor resistência cíclica à fractura quando comparadas com as do tipo “Torcidas” (Krell, 2009).

O facto dos instrumentos obtidos através deste processo terem uma menor resistência a fractura deve-se ao facto de se formarem inúmeras irregularidades na sua superfície que podem servir como locais de maior concentração de stress e diminuir assim a resistência à fractura dos instrumentos (McSpadden, 2007).

Na técnica maquinada convencional, o fio de uma determinada liga atravessa uma roda de corte que cria ranhuras e o fio, ao ser rodado, forma uma espiral com um determinado ângulo helicoidal. A forma das espiras é feita dependendo da forma e angulação que a lâmina de corte apresentar no momento de fabrico. Variando a

profundidade e assimetria das ranhuras, pode ajustar-se às espiras de corte da lima, melhorando, assim, a sua eficácia de corte (McSapdden, 2007).

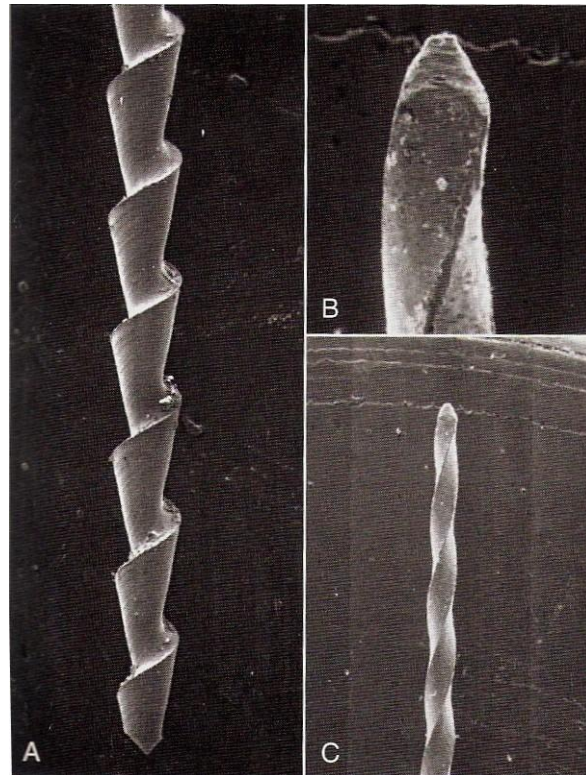


Fig.4) A corresponde a uma lima Hendstrom. B e C correspondem a uma lima K com diferentes ampliações, para demonstrar que é possível criar um instrumento com uma ponta não cortante e com uma transição arredondada até à porção de corte. (Krell, 2009)

Como citado por Svec (2008), Seto *et al.* as espiras obtidas por esta técnica de fabrico não apresentavam melhoria de força e de ductilidade quando comparadas aos materiais obtidos pela técnica de torção, acrescentando ainda que esta técnica pode criar defeitos nas espiras dos instrumentos.

Um processo que se tem mostrado bastante promissor é o processo maquinado por descarga eléctrica. Basicamente, este processo consiste em realizar descargas eléctricas na liga, provocando a sua erosão e dando a forma desejada à lima. Este processo altera a estrutura molecular superficial, tornando-o mais rígido sem que afecte a sua flexibilidade (McSapdden, 2007).

5.2) *Torcidos*

Esta técnica consiste em duas fases: uma primeira de corte e uma segunda de torção (Fig.5). A primeira fase irá dar a forma pretendida da secção transversal das limas, que pode apresentar várias formas, desde quadrada, triangular e rombóide com as suas respectivas variações. Na segunda fase, a liga é torcida no sentido anti-horário ou horário para produzir arestas de corte (Krell, 2009).

Este processo teve grande importância para o fabrico dos instrumentos em aço e foi inicialmente abandonado por se pensar que não poderia ser aplicado ao níquel-titânio devido à sua super-elasticidade e memória de forma. Actualmente, devido a várias investigações no ramo, sabe-se que este problema pode ser contornado através do tratamento por calor antes, durante ou depois da torção (McSapdden, 2007).

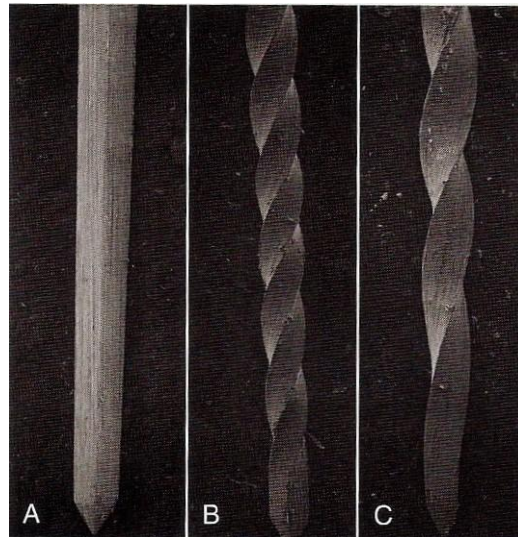


Fig.5) Instrumentos obtidos através de torção. A, uma lima com secção quadrada depois da fase de corte, seguido da imagem B que corresponde a uma lima depois de torcida e a imagem C que corresponde a um mandril (menor número de espiras) (Krell, 2009).

Neste, o instrumento sofre dois processos de corte: o primeiro confere a forma da secção transversal ao instrumento e o segundo processo de corte dá aos instrumentos conicidade. Para dar aos instrumentos as espiras, a peça previamente preparada é agarrada por uma máquina que vai realizar a torção da peça no sentido desejado, criando assim as espiras, o espaçamento destas vai depender do programa pré-definido na máquina (Svec, 2008).

6) Endodontia Mecanizada

Com base na informação mostrada até agora, podemos dividir os instrumentos para a preparação do canal em três grupos: no primeiro, estão presentes os instrumentos manuais, como é exemplo a lima K, no segundo estão os instrumentos de baixa rotação - as brocas Peeso e as Gates-Glidden - e, por último, o terceiro grupo é caracterizado por instrumentos similares aos manuais, mas acoplados a um motor. Neste grupo entram todos os instrumentos mecanizados (Himel *et al.*, 2007).

A Endodontia Mecanizada é caracterizada por uma lima que apresenta um cabo, o que permite ser acoplada a um motor. Neste motor, o operador pode escolher a velocidade das rotações e a força do torque. É possível acoplar diferentes sistemas nos motores, no entanto há que ter noção das especificações dos fabricantes, de modo a poder programar este da maneira mais correcta (Garg e Garg, 2010).

Podemos definir o torque como sendo a força exercida pelas limas sobre as paredes dos canais radiculares. Por sua vez, a velocidade de rotação é o número de rotações por minuto que a lima dá sobre si mesma (Yared *et al.*, 2002).

6.1) Movimento rotatório

Neste tipo de movimento, os instrumentos são sujeitos a uma contínua rotação de 360°. A velocidade e limites de torque são especificados pelo fabricante de cada sistema, de modo a obter-se o desempenho ideal. Acima do torque permitido, pode ocorrer deformação plástica, caracterizada pela deformação irreversível do material, e fractura do instrumento. No entanto, se o valor limite de torque for muito baixo, a lima não vai conseguir cortar as paredes do canal (Bergmans e Lambrechts, 2010).

Nos últimos anos, têm surgido vários tipos de sistemas. Nenhum deles é perfeito, mas oferecem resultados bastante satisfatórios quando usados da maneira mais apropriada. Um exemplo de sistemas presentes no mercado que utilizam este tipo de movimento são: Profile[®], Greater Taper Files[®], Protaper[®], Quantec[®], K₃[®], HERo[®] 642, RaCe[®], Light Speed[®] System e Real World Endo Sequence[®] file system (Garg e Garg, 2010).

6.2) *Movimento recíprocante*

O "conceito de força equilibrada", ou seja, pequenos movimentos no sentido horário e anti-horário, foi proposto em 1985 por Roane, como um meio de superar a influência da curvatura.

Apesar de os movimentos serem diferentes, todas as limas são constituídas por quatro partes (Fig.6): cabo, haste, parte activa e ponta (podendo esta ser activa ou inactiva) (Soares e Goldberg, 2001).

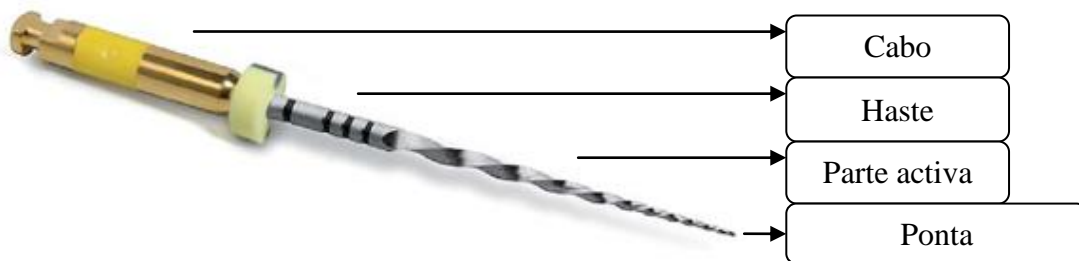


Fig.6) Diferentes partes de uma lima (adaptado de: Webber *et al.*, 2011)

Com a intenção de encontrar uma maneira mais simples e mais segura de instrumentar com êxito os canais radiculares, Yared em 2008 propôs o uso de um único instrumento para a instrumentação do sistema de canais radiculares, usando uma lima rotatória de NiTi ProTaper F2 que tem movimento recíprocante. No seu estudo, o ângulo das rotações definidas no motor no sentido horário foi de 144° e no sentido anti-horário foi de 72°. Na sua experiência concluiu que havia um menor tempo de trabalho sem diminuição da eficácia na sua preparação.

Outros autores chegaram à mesma conclusão nos seus estudos, acrescentando ainda que o movimento recíprocante permite otimizar o tratamento Endodôntico e, ao mesmo tempo, aumentar a vida do instrumento (Fig.7) (Varela-Patinõ *et al.*, 2010).

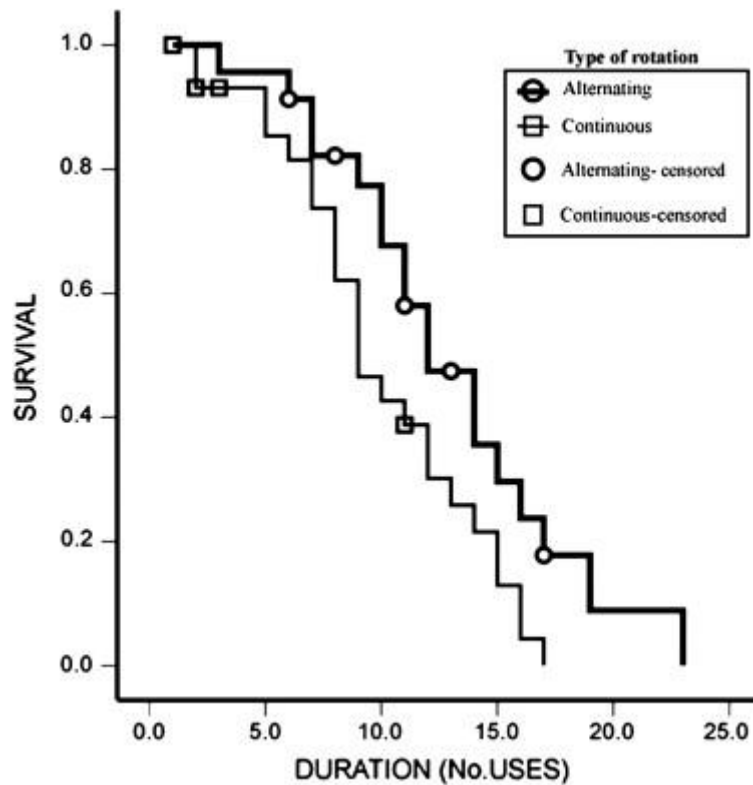


Fig.7) Curva de sobrevivência das limas Protaper sujeitas a diferentes tipos de movimentos. (Varela-Patinõ *et al.*, 2010)

No entanto, há que ter em conta que, independentemente do movimento que as limas possam apresentar, existem características que estão presentes em todas elas. Essas características são: *taper* ou *conicidade*, *espira da lima*, *arestas*, *ângulo helicoidal*, *ângulo de corte*, *passo*, *lâmina de corte* e *núcleo* (Leonard e Leonard, 2002; Himel *et al.*, 2007).

- O *taper* ou *conicidade* é a medida de como o diâmetro da lima vai aumentando desde a sua ponta até ao cabo e pode ser indicado em milímetros ou em percentagem.
- As *arestas* são as zonas onde as espiras e a superfície lisa se interceptam.
- A *espira da lima* é uma aresta que serve para recolher o tecido e restos de dentina produzidos durante a instrumentação.

- *Ângulo helicoidal* é o ângulo de corte que se forma com o longo eixo da lima. Quanto maior este ângulo for, maior será o desgaste; no entanto se, por sua vez, este for menor, o desgaste também o será.
- O *ângulo de corte* é caracterizado pelo ângulo formado pela borda da espira e o raio da lima. Isto influencia na quantidade de desgaste que ocorre nas paredes durante a instrumentação: quanto menor o ângulo, menos intenso é o desgaste.
- O *passo* da lima é a distância entre espiras adjacentes. As variações que são feitas têm como objectivo tentar corrigir erros, aumentar a eficácia das limas e garantir eficácia no preparo.
- A *lâmina de corte* pode ser caracterizada como a superfície de maior diâmetro que segue a rotação da espira.
- O *Núcleo* é o centro da lima estando delimitada pelas arestas da lima.

Os instrumentos reciprocantes apresentam efeito de corte no sentido anti-horário e desrosqueamento no sentido horário. Este movimento alternado entre sentido horário e anti-horário evita o travamento do instrumento no canal, com diminuição das forças compressivas que provocam deformações elásticas, reduzindo assim o risco de fadiga e fracturas por torção (Vilas-Boas *et al.*, 2013).

Como explicado por Wan *et al.*, em 2010, o desenvolvimento de sistemas utilizando o movimento reciprocante tem como objectivo reduzir a incidência de fracturas do material. Além disso, o movimento reciprocante pode ser descrito como um movimento oscilante, onde um instrumento gira num sentido e inverte a direcção antes de completar um ciclo rotativo completo. Outra característica do movimento reciprocante é o facto de este viajar a uma distância angular menor do que um instrumento rotatório, sujeitando assim o instrumento a valores mais baixos de stress.

Zuolo *et al.*, em 2013, realizaram um estudo com vista a comparar a eficácia do sistema rotatório MTwo[®] e do sistema reciprocante Reciproc[®] R50 em relação com os instrumentos manuais, na remoção do material obturador em dentes humanos extraídos. Os resultados demonstraram que nenhum dos sistemas utilizados conseguiu remover a totalidade do material de obturação. No entanto, em termos comparativos, os instrumentos rotatórios não foram tão eficazes na remoção do material de obturação como o instrumento reciprocante ou as limas manuais. Além disso, a técnica

reciprocante foi o método mais rápido para a remoção de guta-percha e cimento, seguida pela técnica rotatória e as limas manuais.

Com base nestes princípios abordados até agora, com o intuito de eliminar a contaminação cruzada e diminuir a fractura das limas, uma vez que a preparação do canal pode danificar a superfície da lima levando a uma diminuição da eficácia de corte e, mais tarde, à sua fractura, surgem as limas WaveOne® e Reciproc®, ambas são de uso único, sendo que, segundo os fabricantes, podem ser utilizadas até quatro canais dentro do mesmo molar ou paciente.

7) WaveOne®

O sistema mecanizado da Dentsply® é de uso único e é capaz de preservar a forma do canal, removendo o tecido pulpar, bactérias e seus produtos do interior. Além disso, é feito da liga M-wire (Kim et al., 2012).

Segundo os fabricantes na maioria dos casos só se necessita de uma lima manual para realizar o alargamento do primeiro terço coronário, seguido de uma lima WaveOne® para instrumentar completamente o canal.

A WaveOne® apresenta na sua forma comercial 3 limas disponíveis (Small, Primary e Large) em comprimentos diferentes (21, 25 e 31mm), sendo que todas elas possuem a ponta não cortante. A WaveOne® Small é usada para canais estreitos e apresenta uma ponta referente a ISO 21 com uma conicidade constante de 6%. A WaveOne® Primary é usada para a maioria dos canais, apresentando na sua ponta o tamanho ISO 25 com uma conicidade de 8% reduzindo até à porção coronal. Por fim, a WaveOne® Large é usada para canais largos, possuindo uma ponta ISO 40 com uma conicidade de 8%, reduzindo até à porção coronal (Fig.8) (Berutti *et al.*, 2012; Plotino *et al.*, 2012).



Fig.8) WaveOne® Small (amarelo), Primary (vermelho) e Large (preto). (Webber *et al.*, 2011)

Segundo os fabricantes estes instrumentos trabalham com uma acção de corte reverso e todos eles apresentam uma secção modificada triangular convexa na ponta e uma secção triangular convexa em coronal (Fig.9). Além da secção, também apresenta um passo variável das roscas ao longo do seu comprimento, aumentando a sua segurança.

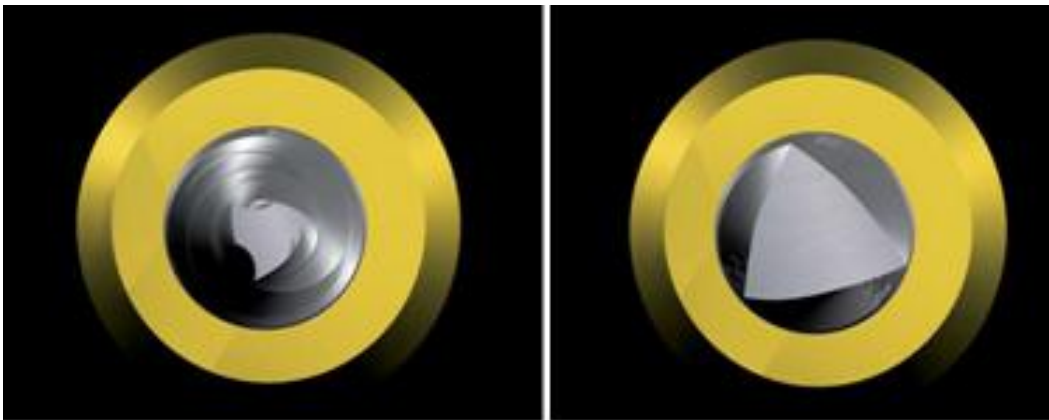


Fig.9) WaveOne® secção transversal apical, triangular convexo modificado (à esquerda) e secção transversal coronal, triangular convexo (à direita). (Webber *et al.*, 2011)

Estas limas são de uso recíproco e o programa recomendado é o “WaveOne all”. O movimento no sentido anti-horário (CCW - counterclockwise) é maior que o movimento no sentido horário (CW - clockwise), pois o objectivo do movimento no sentido anti-horário é fazer avançar o instrumento, ao mesmo tempo que corta e prepara

o canal; por outro lado, o movimento no sentido horário tem o objectivo de soltar o instrumento da dentina antes que este fique preso no canal (Fig.10) (Gergi *et al.*, 2014).

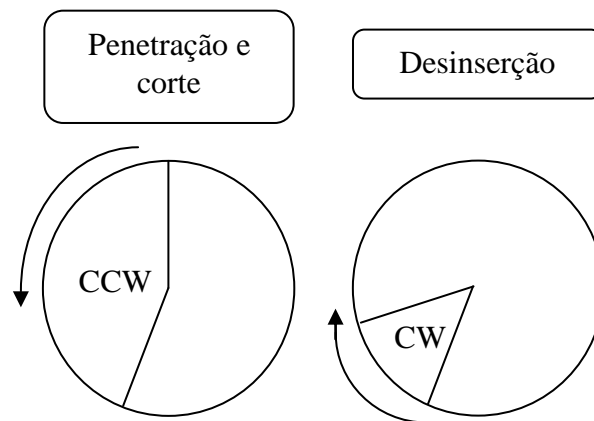


Fig.10) Movimento recíprocante (imagem do autor)

Alargamento Coronal e criação preliminar de “glide path” são fundamentais para a utilização mais segura de instrumentos rotatórios de níquel-titânio. Waveone® Primary produz, menos alteração na curvatura do canal, quando utilizado depois de um glide path, o que sugere que a presença de um alargamento do canal melhora o desempenho do instrumento (Versiani *et al.*, 2013).

Segundo os fabricantes as vantagens da WaveOne® em comparação com os restantes instrumentos existentes no mercado são várias: o facto de se poder utilizar uma única lima por canal e na maioria das vezes por dente; o baixo custo, visto que requer apenas uma lima para a preparação do canal; menor separação do instrumento devido ao movimento de recíprocante que vai prevenir e/ou atrasar a passagem de um instrumento de deformação plástica para o seu limite plástico; redução do tempo de instrumentação do canal, permitindo ao operador gastar mais tempo na limpeza do canal através da irrigação; eliminação de erros de procedimento pelo facto de se utilizar um único instrumento ao invés de usar vários; elimina a infecção cruzada pelo facto de ser de utilização única, fácil de aprender e de ensinar.

Kim *et al.* (2014), num estudo com o objectivo de avaliar a segurança dos sistemas Reciproc® e WaveOne®, puderam concluir que estes devem ser relativamente seguros

quando operados nos ângulos reciprocantes pré-programados no motor de cada sistema, porque a deformação de rotação pode ser recuperada.

Kansas *et al.*, em 2014, demonstraram que os instrumentos WaveOne® Primary produzem menos cracks na dentina e linhas de fractura em comparação com o Sistema Protaper® e com a lima F2 em movimento recíprocante, levando assim a uma menor probabilidade de futuras fracturas verticais.

O protocolo recomendado para o uso com segurança deste sistema é: antes de introduzir qualquer tipo de lima no sistema de canais realizar um bom raio x periapical, de modo a ter uma ideia do sistema de canais e sua complexidade, realização da cavidade de acesso e desgaste compensatório quando necessário. Para a selecção da lima apropriada, introduz-se uma lima K10 e verifica-se se entra passivamente ou não. Se a lima entra com resistência no sistema de canais, deve então utilizar-se a lima Small, se a lima K10 entra facilmente, introduz-se uma lima K20, se a lima K20 consegue chegar até ao comprimento de trabalho, utiliza-se a lima Large na instrumentação; por outro lado, se a lima K20 não entrar, deve utilizar-se a lima Primary. Feita a selecção da lima, procedemos à realização do Glide Path, irrigando copiosamente entre cada lima. Para a obtenção mais precisa do comprimento de trabalho, recomenda-se o uso de um localizador. No entanto, a obtenção do comprimento de trabalho pode ser feita através de radiografias. Chegados a este ponto, só nos falta instrumentar os canais: com a lima seleccionada montada no motor e com o programa “WaveOne All” seleccionado, realizamos movimentos para cima e para baixo (não mais que 3 ou 4 vezes), com apenas uma ligeira pressão para permitir o avanço da lima; deve remover-se a lima regularmente para limpeza desta e irrigar o sistema de canais (nunca trabalhar num canal seco); se a lima não avança, devemos avaliar a permeabilidade do canal e optar por uma lima WaveOne® menor. Caso, mesmo assim, esta não avance, teremos de optar por terminar o tratamento com limas manuais. Pelo facto do procedimento ser rápido, acabamos por ter mais tempo para despender na irrigação. Quando terminado o canal, deve ser obturado. O sistema WaveOne® possui Gutta-percha e obturadores Thermafil concebidos para este efeito.

8) Reciproc®

Reciproc® é um sistema específico para uso em movimento recíprocante desenvolvido pela VDW. A Reciproc® foi desenhada de forma a ser um “instrumento único”, quer isto dizer que apenas um instrumento é necessário para instrumentar o canal dentário. As limas funcionam utilizando o programa “RECIPROC ALL” e tal como as limas WaveOne® também estas são feitas da liga M-wire.

Segundo as informações dadas pelos fabricantes a Reciproc® é composta por 3 instrumentos (R25, R40 e R50), sendo estes marcados com a cor ISO do tamanho da ponta do instrumento para uma fácil identificação. A R25 (vermelha) apresenta um diâmetro de 0,25 mm na ponta, com uma conicidade de 0,08 ao longo dos primeiros milímetros apicais, a R40 (preta) apresenta um diâmetro de 0,40 mm na ponta, com uma conicidade de 0,06 ao longo dos primeiros milímetros apicais, por fim a R50 (amarela) apresenta um diâmetro de 0,50 mm, com uma conicidade de 0,05 ao longo dos primeiros milímetros apicais (Fig.11).

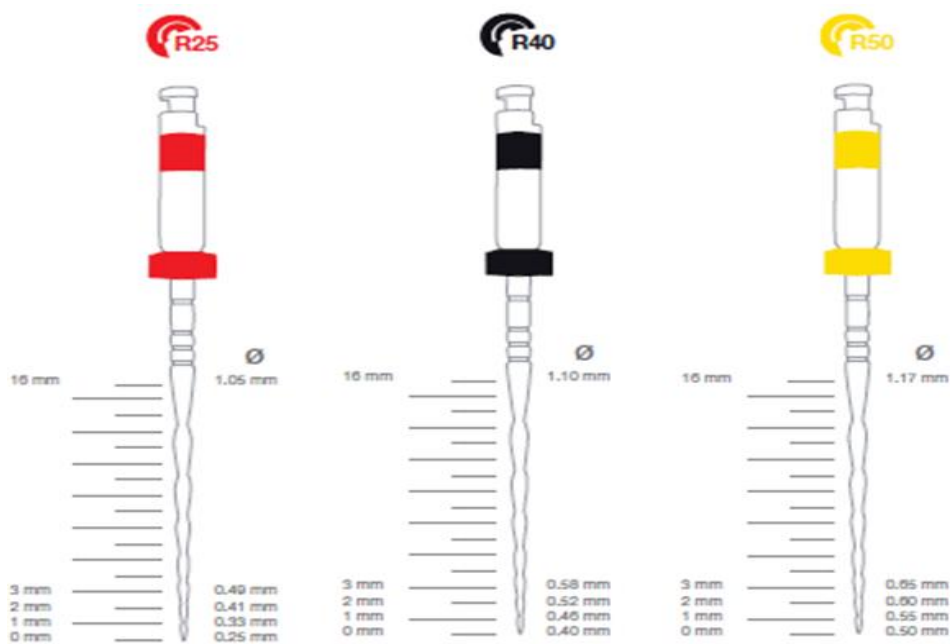


Fig.11) Representação das limas R25, R40 e R50 (http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/en-reciprocawender_a5_rev6.pdf)

Todas as limas são feitas de níquel-titânio M-Wire com uma ponta não cortante e com secção transversal em forma de S (Fig.12). Além disso apresentam marcas de profundidade visível radiograficamente aos 18, 19, 20 e 22mm. Outra característica pode ser visualizada no “stop point” que apresenta a cor correspondente à lima e possui 3 ranhuras que representam 3 movimentos necessários para completar uma volta de 360° em movimento reciprocante, permitindo ao operador ter uma melhor noção da instrumentação realizada.

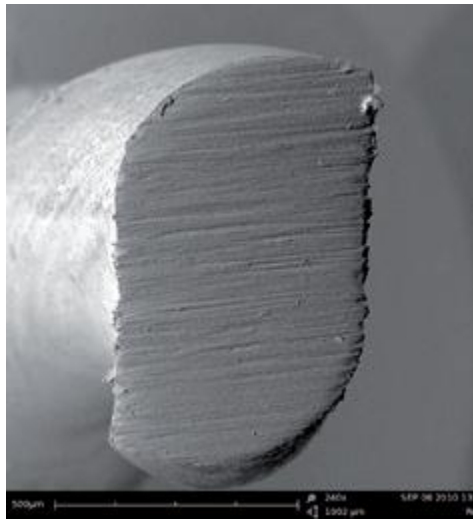


Fig.12) Secção transversal em forma de S. (http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/en-reciprocanwender_a5_rev6.pdf)

Ambos os instrumentos têm uma angulação das lâminas para a esquerda, o que significa que corta no sentido anti-horário. Tal como no sistema WaveOne®, um ângulo de rotação grande na direcção de corte determina os avanços do instrumento no canal, envolvendo e cortando a dentina, enquanto um ângulo menor na direcção oposta permite que a lima se solte das paredes do canal e avance com segurança ao longo deste, reduzindo a possibilidade de fractura (Plotino *et al.*, 2012). No entanto, os ângulos não são do conhecimento do público, uma vez que a marca não os disponibilizou.

Ustun *et al.* (2015) demonstraram que as limas Reciproc® R25, apesar de criarem cracks na dentina, produzem menos do que o Sistema ProTaper® Next, não havendo no entanto uma diferença estatística significativa entre estas.

9) Fadiga e Torque nos instrumentos WaveOne® e Reciproc®

Berutti *et al.* (2012) demonstraram que a ausência de “glide path” afectou o desempenho das limas WaveOne®, sendo que estas evidenciaram uma maior alteração da curvatura do canal em comparação com o desempenho das limas WaveOne® após ter sido realizado um “glide path”. A criação de um “glide path” antes de qualquer instrumentação rotatória ou reciprocante parece ser apropriado para moldar com segurança o canal.

Shin *et al.* (2014) demonstraram que existe um aumento da resistência à fadiga associado à diminuição da amplitude do movimento reciprocante.

Instrumentos Reciproc® R40 mostram uma resistência à fadiga cíclica significativamente maior do que os instrumentos WaveOne® Large. Além disso, os instrumentos WaveOne® apresentam significativamente menos flexibilidade do que os Reciproc® (De-Deus *et al.*, 2014a).

Alguns autores explicam ainda que o facto de os instrumentos Reciproc® resistirem mais à fadiga cíclica do que instrumentos WaveOne® pode estar relacionado com a diferente secção transversal e/ou diferença no movimento reciprocante dos dois instrumentos (Plotino *et al.*, 2012).

Arias, Perez-Higueras e Macorra (2012) realizaram um estudo em que tinham como objectivo comparar a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Reciproc® e Waveone® no nível coronal (a 13 mm do ápice) e apical (a 5 mm do ápice). Os autores estudaram a resistência das limas WaveOne® primary e da Reciproc® R25. Depois de analisados os valores, encontraram maior resistência à fadiga nos instrumentos Reciproc® em relação aos instrumentos WaveOne®. Além disto, também encontraram maior fadiga cíclica em níveis apicais do que as coronais. Uma das possíveis razões é a pré-existência de defeitos, o que foi demonstrado por uma análise de microscopia electrónica de varredura aos instrumentos não utilizados: estes apresentavam numerosos defeitos de superfície que são muito relevantes para a resistência à fadiga.

Kiefner, Ban e De-Deus, em 2014, realizaram um estudo com vista a avaliar se o movimento reciprocante era capaz de melhorar a resistência à fadiga dos instrumentos. E os resultados indicaram um aumento do tempo para fractura três vezes superior para

instrumentos Reciproc® em movimento recíprocante em comparação com instrumentos Mtwo® quando usado em movimento rotativo contínuo. Em suma, o movimento recíprocante fez aumentar a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos e o efeito sinérgico entre M-Wire e o movimento recíprocante demonstrou uma melhoria significativa no aumento da resistência à fadiga.

Outros autores acrescentam, ainda, que as limas Reciproc® demonstram maior resistência à fadiga, mas menor resistência a torção em comparação a WaveOne®. Isto implica que a Reciproc® possua uma menor rigidez à flexão e um momento de inércia menor do que a WaveOne®, o que significa que os instrumentos WaveOne® têm maior rigidez à torção em relação aos instrumentos Reciproc® (Kim *et al.*, 2012).

Kim *et al.* em 2012 num estudo com o objectivo de avaliar a resistência à fadiga e ao torque dos instrumentos Reciproc® e WaveOne® observaram que o movimento recíprocante não impedia, mas adiava o início da falha catastrófica do material. Após o teste de torção, esses fragmentos demonstraram as aparências fractográficas típicas de ruptura por cisalhamento, incluindo marcas de abrasão e ondulações concêntricas no centro de rotação. Além desta observação, pôde concluir-se que os instrumentos Reciproc® são mais adequados para a preparação de canais com curvatura mais abrupta, devido à sua boa resistência à fadiga e os instrumentos Waveone® para os canais mais atresados, que podem induzir tensões de torção mais elevadas.

10) Influência dos irrigantes nos sistemas reciprocantes

Um dos factores que pode alterar a resistência à fadiga de um material é a corrosão que este pode sofrer na presença de hipoclorito de sódio ou soluções de Ácido etilenodiaminotetracético a 17% comumente chamado de EDTA.

Como citado em Pedullà *et al.* (2014), apesar das soluções de EDTA serem normalmente usadas no final da instrumentação do canal para remover a smear layer, em alguns casos pode ser utilizado durante o tratamento do canal, especialmente quando se trata de retratamentos. Isto deve-se ao facto de o EDTA poder ajudar a remover os materiais contaminados e abrir canais bloqueados.

Para avaliar o potencial negativo do contacto com o hipoclorito de sódio, Pedullà *et al.* (2013) realizaram um estudo com esse mesmo objectivo e observaram que a imersão alternada em hipoclorito de sódio a 5% durante 1 a 5 minutos não reduziu significativamente a resistência à fadiga das limas Reciproc® R25 e da WaveOne® Primary. O tempo escolhido foi entre 1 a 5 minutos, pelo facto de as limas terem apresentado um tempo de vida no Grupo de controlo de 1 minuto e 15 segundos (WaveOne®) e de 2 minutos (Reciproc®).

Recentemente, tornou-se comum utilizar irrigantes como o Hipoclorito de sódio e EDTA com agentes surfactantes para diminuir a tensão superficial e melhorar a eficácia por aumentar a sua habilidade de penetrar nos túbulos dentinários. Exemplos disso são o EDTA Plus que acaba por ser uma solução de EDTA 17% em água com surfactantes e Hypoclean que é composto por dois detergentes e Hipoclorito de sódio a 5,25% (Pedullà *et al.*, 2014).

Pedullà *et al.* em 2014 realizaram um estudo com vista a avaliar as alterações da resistência à fadiga dos instrumentos WaveOne® Primary e Reciproc® R25 na presença destas substâncias. Para isso avaliaram ambos os sistemas quando imersos nas substâncias durante 45 segundos e 3 minutos. Os resultados demonstraram que tanto a WaveOne® e a Reciproc® não sofreram alterações na sua resistência quando imersos em Hipoclorito de sódio a 5,25% ou EDTA Plus durante ambos os tempos. No entanto, em EDTA 17%, ambos os sistemas sofreram uma redução significativa da resistência à fadiga aos 3 minutos, não se observando no entanto alterações aos 45 segundos. Em relação ao Hypoclean, a Reciproc® R25 mostrou reduzida resistência à fadiga quando imersa em ambos os tempos, sendo que não houve qualquer alteração em relação à WaveOne® Primay.

11) WaveOne® Vs Reciproc®

Amaral, Forner e Llena em 2013 realizaram um estudo com o intuito de avaliar o efeito dos sistemas rotatórios reciprocantes na remoção da Smear layer. Neste estudo a presença de smear layer foi avaliada por meio da classificação Torabinejad em uma escala de três valores. Quando os canais apresentavam uma quantidade elevada de smear layer, tanto na superfície da dentina como nos túbulos dentinários, era-lhes dada

uma pontuação de 2; quando os canais apresentavam uma superfície limpa, mas com smear layer nos túbulos era-lhes atribuída a pontuação de 1; quando tanto a superfície como os túbulos estavam livres de smear layer era-lhes dada a pontuação de 0. Nenhum dos sistemas conseguiu uma pontuação de 0 em todos os terços do canal (Fig. 13 e 14). Com isto, os autores do estudo concluíram que tanto a WaveOne® como a Reciproc® são eficazes na remoção da smear layer, principalmente nos terços coronais e médios, sem apresentarem diferenças significativas entre elas.

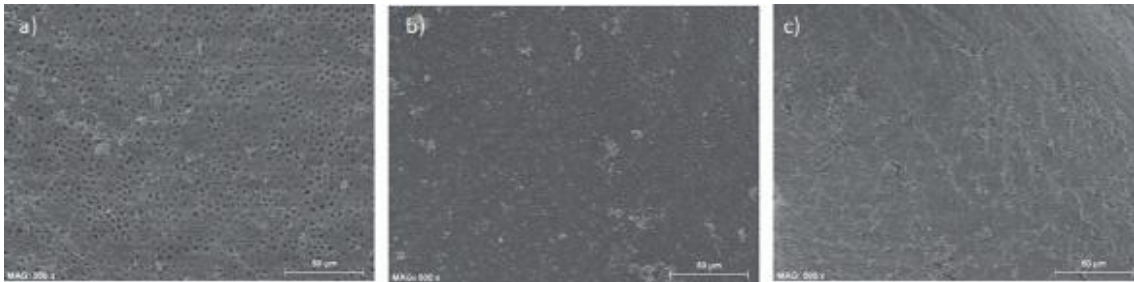


Fig.13) Reciproc®. Exemplos das imagens mais prevalentes da superfície do canal nos diferentes terços (coronal -a-, médio -b- e apical -c-) com pontuações 1, 1, 2 respectivamente. (Amaral, Forner e Llana, 2013)

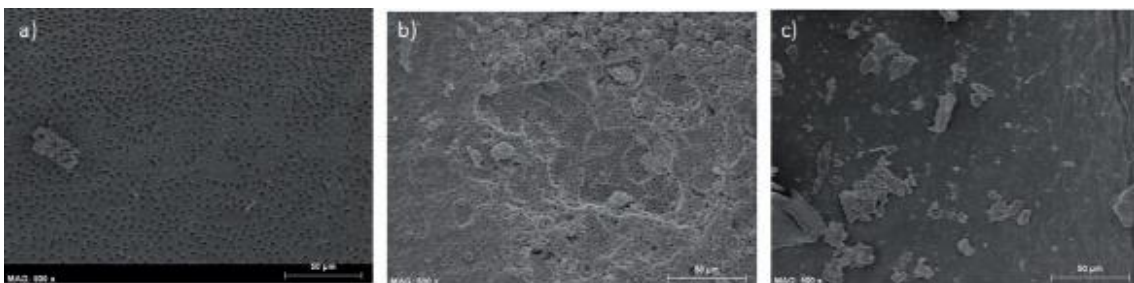


Fig.14) WaveOne®. Exemplos das imagens mais prevalentes da superfície do canal nos diferentes terços (coronal -a-, médio -b- e apical -c-) com pontuações 0, 1, 2 respectivamente. (Amaral, Forner e Llana, 2013)

A capacidade que uma lima apresenta para remover, de forma eficiente, a dentina depende de diferentes parâmetros, sendo eles: o número de espiras, área transversal e design, a capacidade de remoção de dentina, ângulo helicoidal, design de ponta, propriedades metalúrgicas e tratamento de superfície dos instrumentos (Plotino *et al.*, 2014).

Noutro estudo, Junior *et al.* (2015) concluíram que os sistemas Reciproc® e WaveOne® têm capacidade similar na instrumentação no terço apical em diversos canais radiculares curvos.

Um dos problemas com que os Médicos Dentistas se deparam durante o tratamento Endodôntico é o transporte canal e como demonstrado por Gergi *et al.*, (2014) este foi maior com Reciproc® comparado com Waveone®, especialmente no terço apical. Apesar dos instrumentos Reciproc® e Waveone® terem semelhanças (mesma liga, mesmo tipo de movimento e o mesmo tamanho da ponta) os seus design transversais são diferentes, o que pode explicar a maior capacidade de corte e transporte apresentado pela Reciproc®.

Plotino *et al.* (2014) realizaram um estudo para avaliar a eficácia de corte dos instrumentos WaveOne® e Reciproc® em blocos com diferentes programações nos diferentes grupos. Os instrumentos Reciproc® apresentaram, estatisticamente, um maior efeito de corte comparado com os instrumentos WaveOne®. Chega-se à conclusão de que o design da superfície de corte deve ser um parâmetro mais decisivo do que o tipo de movimento reciprocante em relação à capacidade de corte de instrumentos de níquel-titânio.

Topcu *et al.* (2014) realizaram um estudo com o objectivo de comparar as capacidades de corte de três sistemas de lima única (WaveOne®, Reciproc® e “Self Adjusting File”), do sistema ProTaper® e K-files em canais ovais. E chegaram à conclusão de que os sistemas WaveOne®, Reciproc® e ProTaper® apresentam melhor desempenho do que a “Self Adjusting File” e K-files nos canais radiculares de forma oval, com diferenças significativas entre os grupos. Destes cinco sistemas, os sistemas WaveOne® e Protaper® foram os que apresentaram melhor capacidade de corte.

Versiani *et al.* (2013) estudaram os preparos em canais ovais realizados por sistemas Reciproc® e WaveOne® e utilizaram micro-tomografia computadorizada para avaliar a eficácia dos instrumentos. A instrumentação radicular reciprocante resultou em ganhos significativos no volume dos canais e em áreas de superfície. Observou-se um maior aumento significativo dos parâmetros (área, perímetro, circularidade, diâmetro maior, diâmetro menor, volume, área de superfície, estrutura de índice modelo) no sistema

WaveOne® em comparação com o sistema Reciproc®. No entanto, nenhum sistema foi capaz de preparar completamente os canais radiculares ovais (Fig.15).

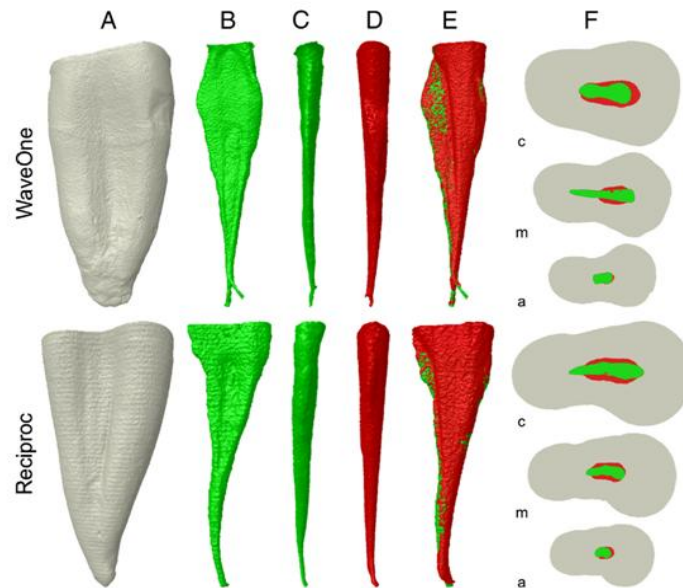


Fig.15) Anatomia externa e interna de caninos inferiores de cada grupo experimental antes e após o preparo do canal radicular. (A) vista lateral das raízes de 2 caninos inferiores de cada grupo experimental.

(B e C) vistas mesiodistal e bucolinguais dos canais radiculares irregularmente cônicos antes da preparação. (D) A vista vestibulo-lingual de um canal cônico após a preparação. (E) A vista lateral de canais radiculares sobrepostos antes (verde) e depois (vermelho) da preparação. (F) Secções transversais representativas dos canais radiculares antes (verde) e depois (vermelho) da preparação no terço coronal (c), médio (m), e apical (a). (Versiani *et al.*, 2013)

Capar *et al.* (2014) realizaram um estudo com o objectivo de comparar os diferentes sistemas na preparação de canais curvos e constataram que não houve alterações estatisticamente significativas na curvatura do canal após a instrumentação com os diferentes sistemas. Uma das razões deve-se ao facto de todos os instrumentos apresentarem pontas não cortantes que trabalham com pressão mínima apical e funcionam apenas como guia para uma fácil penetração no canal. Além disso, o estudo demonstrou que tanto a Reciproc® quanto a WaveOne® produzem transporte apical semelhante.

Apesar da existência de evidência acerca da segurança nos instrumentos que utilizam movimento recíproco surge a preocupação de avaliar se estes produzem defeitos na dentina (De-Deus *et al.*, 2014b).

Bürklein, Tsotsis e Schäfer (2013) classificam os defeitos como *microcracks*, *cracks completos* e *Craze lines*. Os *microcracks* são linhas na parede do canal que se estendem ao longo da dentina sem no entanto alcançarem outra superfície. *Cracks completos* são linhas que vão da parede do canal até outra superfície. *Craze lines* são fissuras que não chegam as paredes do canal podendo ter origem noutra superfície do dente.

Bürklein, Tsotsis e Schäfer, em 2013, efectuou um estudo com o objectivo de avaliar a incidência de defeitos na dentina quando instrumentados com sistemas reciprocantes (WaveOne® e Reciproc®) e sistemas rotatórios (ProTaper® e Mtwo®). Neste estudo foram utilizados 100 incisivos centrais mandibulares e estes foram observados com microscópio. Após a instrumentação foram encontrados mais *cracks completos* nos dentes instrumentados com as limas Reciproc® em comparação com as limas ProTaper® e Mtwo®, mas não existe diferenças significativas entre as limas Reciproc® e WaveOne®. No entanto, não foi possível fazer uma conclusão definitiva acerca das implicações destes defeitos a longo prazo.

De-Deus *et al.*, em 2014b, realizou um estudo com vista a avaliar a frequência de *microcracks* na dentina após a instrumentação com sistemas reciprocantes (Reciproc® e WaveOne®) e um sistema rotatório (BioRace®). Este estudo utilizou 154 1º e 2º molares mandibulares com raízes separadas e estes foram analisados utilizando uma tomografia micro computadorizada. A análise qualitativa demonstrou que todos os defeitos encontrados no pós-operatório já se encontravam presentes nas imagens do pré-operatório, não existindo novos *microcracks* depois da instrumentação. Sendo possível concluir que não existe relação entre *microcracks* na dentina e a instrumentação com os sistemas Reciproc®, WaveOne® e BioRace®.

Para além destes defeitos outra das preocupações durante a instrumentação é a possível extrusão para o periápice de restos de dentina, tecido pulpar, microorganismos e irrigantes. Um aumento da habilidade de corte aumenta a eficácia de limpeza no entanto quando combinada com movimento reciprocante pode provocar transporte de detritos para o periápice (Bürklein e Schäfer 2012).

Bürklein e Schäfer, em 2012, realizaram um estudo *in vitro* com o objectivo de comparar o transporte de detritos nos sistemas reciprocantes (Reciproc® e WaveOne®) e nos sistemas rotatórios (ProTaper® e Mtwo®). Foi verificado que a instrumentação com

instrumentos Reciproc® foi mais rápida em relação aos outros instrumentos e que a instrumentação com os instrumentos WaveOne® foi significativamente mais rápida do que as limas ProTaper® e Mtwo®, para além disto foi observado que os sistemas Reciproc® e WaveOne® produzem mais transporte apical em relação aos restantes instrumentos avaliados. Em suma, os sistemas rotatórios estão menos associados a extrusão de detritos do que os sistemas reciprocantes.

Recentemente Topçuoğlu, *et al.* (2015) publicaram um estudo onde avaliam a influência de “glide path” na extrusão apical de material em canais instrumentados com WaveOne®, Reciproc® e OneShape®. Para isso foram utilizados 90 primeiros molares mandibulares, estes foram divididos em seis grupos, em três grupos foi feita a instrumentação com as diferentes limas sem a criação previa de um “glide path”, nos restantes três grupos foi realizado previamente um “glide path”. As limas OneShape® apresentaram menor extrusão que as limas WaveOne® e Reciproc® quando não foi realizado um “glide path”. No entanto quando criado um “glide path” não houve diferenças significativas entre os grupos. Em suma, a criação de um “glide path” permite diminuir a quantidade de material extruído.

Como mencionado anteriormente, por vezes surge a necessidade de se realizar retratamento Endodôntico este está indicado quando ocorre falha no tratamento Endodôntico realizado previamente. Para isso torna-se necessário retirar o material obturador e realizar uma nova instrumentação e irrigação.

Rios *et al.*, em 2014, com o objectivo de avaliar a eficácia de dois sistemas reciprocantes (Reciproc® e WaveOne®) em comparação com um sistema rotatório para retratamento (ProTaper Universal Retreatment®) realizaram um estudo utilizando 60 incisivos maxilares de humanos, todos os dentes foram instrumentados com o sistema ProTaper® e obturados com gutta-percha posteriormente estes dentes foram divididos em 3 grupos. Após a realização do retratamento verificou-se que todos os dentes apresentavam resíduos de material obturador, em termos percentuais o instrumento Reciproc® (R25) apresentou cerca de 4.30%, o instrumento WaveOne® (primary) apresentou 2.98% e o sistema ProTaper Universal Retreatment® apresentou 3.14%. No entanto não existe diferenças significativas entre os grupos. Assim, apesar de estes sistemas reciprocantes não terem sido projectados especificamente para retratamento foi

verificado que estes podem ser potencialmente benéficos para este efeito uma vez que não existe diferenças significativas entre os sistemas avaliados.

Apesar dos fabricantes recomendarem descartar estes sistemas após a utilização, Park *et al.* (2014) demonstraram que era possível utilizar até 5 vezes. Detectaram apenas alguns ou nenhuma microcracks, não havendo alterações críticas nas propriedades metalúrgicas dos sistemas (Fig.16). Há que ressaltar, no entanto, que com o aumento do número de utilizações diminui-se a eficácia dos instrumentos. Concluíram, também, que o sistema WaveOne® leva menos tempo a instrumentar o canal em comparação com o sistema Reciproc®.

Pirani *et al.* (2014) realizaram um estudo similar com o objectivo de avaliar as alterações da superfície e topografia de dois diferentes instrumentos M-Wire reciprocantes antes e depois de 3 utilizações em canais radiculares. Concluíram que a formação de defeitos em ambos os grupos de instrumentos - Reciproc® e WaveOne® - não pode ser atribuída à utilização repetida destes, afirmando que podem ser utilizados mais do que uma vez apesar das especificações das respectivas marcas. As alterações na morfologia superficial dos instrumentos M-Wire testados revelaram pouca quantidade de desgaste da superfície correspondente à região apical da parte activa de todas as limas. Estas foram utilizadas várias vezes em canais rectos, sendo que nenhuma fracturou durante o estudo. As principais mudanças foram observadas na ponta dos instrumentos Reciproc®, recomendando a utilização de um glide path para um uso mais seguro.

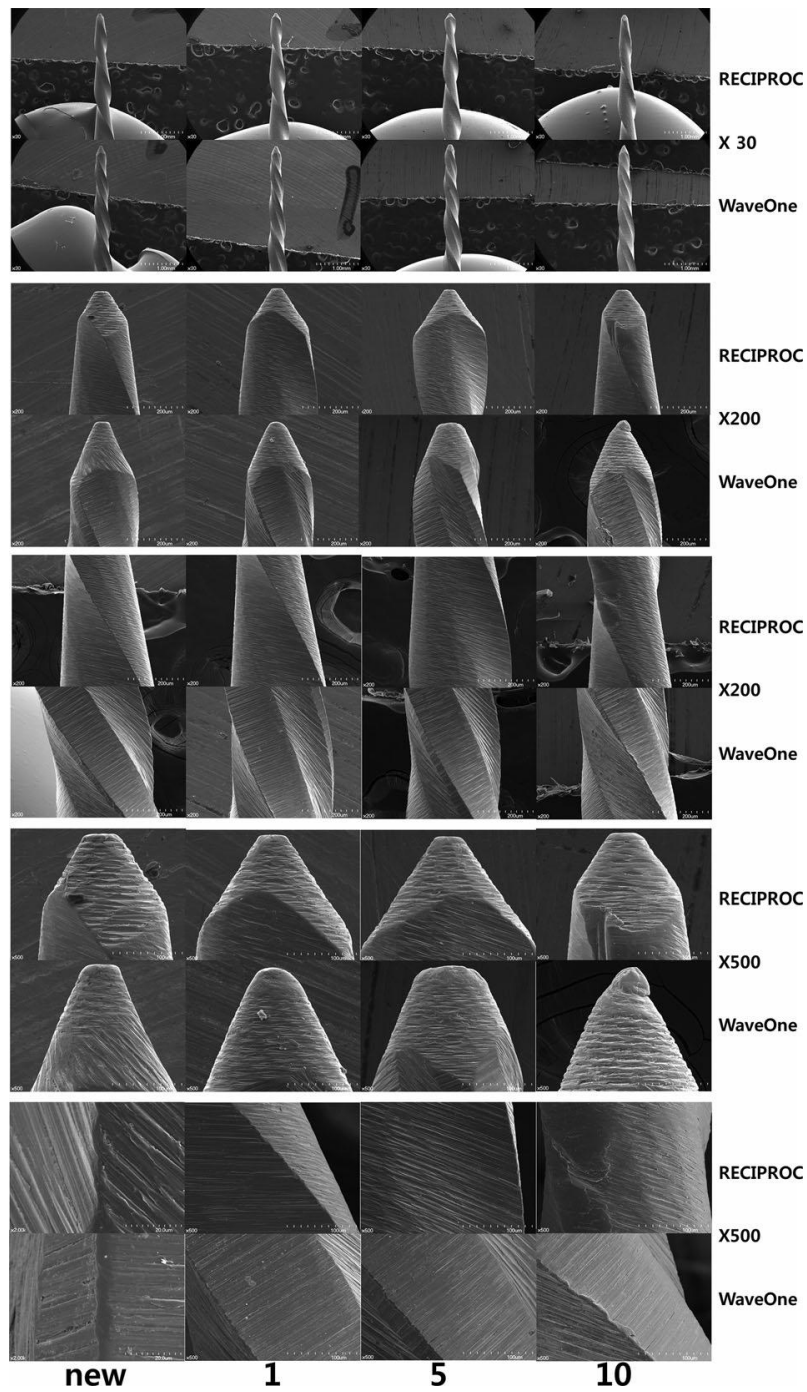


Fig.16) Imagem de microscopia electrónica de varredura longitudinal com diferentes ampliações das limas Reciproc® R25 e WaveOne® primary após serem utilizadas 1, 5 e 10 vezes. As limas reutilizadas até 5 vezes não mostram alterações significativas, enquanto as reutilizadas 10 vezes mostram uma ligeira abrasão e defeitos na ponta do instrumento. (Park *et al.*, 2014)

III) DISCUSSÃO

Ao longo de toda a pesquisa bibliográfica relativa à fadiga cíclica e torque, de uma forma geral, na maioria dos casos verificou-se que as conclusões são idênticas.

No entanto, alguns estudos acabam por divergir nos materiais e técnicas utilizados, facto que pode levar a que os diferentes estudos cheguem a conclusões diferentes. Um exemplo disso é o facto de alguns estudos terem sido realizados *in vitro* enquanto outros não.

Além disto, nos estudos *in vitro* não se consegue simular o ligamento periodontal que tem um papel importante na absorção do stress, o que pode acabar por influenciar alguns estudos. Outra coisa que não se consegue mimetizar com precisão é o movimento que o operador realiza durante a instrumentação. Este movimento, nos estudos, é feito através de um mecanismo que realiza movimentos de vai e vem durante a instrumentação, de modo a tornar o estudo o mais imparcial possível.

Assim, apresento de seguida os pontos de maior concordância entre artigos e livros abordados ao longo do trabalho.

A constante procura e evolução dos materiais permitiu a descoberta da liga M-wire, sendo mais tarde, em 2007, incluída nos instrumentos endodônticos (Pirani *et al.*, 2014). Estes oferecem maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica do que os instrumentos feitos das ligas convencionais (Kim *et al.*, 2012).

No entanto, o principal objectivo do tratamento endodôntico continua o mesmo, isto é, a regularização dos sistemas de canais e a limpeza com o material apropriado de irrigação. Independentemente do tipo de movimento que o instrumento possa utilizar, a habilidade de cortar e a capacidade de remover a dentina depende do instrumento e, inclusivamente, preparos com o mesmo tipo de instrumento podem apresentar aspectos diferentes, uma vez que a habilidade de corte difere, consoante o número de vezes de utilização do instrumento (Park *et al.*, 2013).

Outra evolução importante na história da endodontia foi o acoplamento das limas a um motor, surgindo assim a endodontia mecanizada com os seus diferentes tipos de movimento.

Varela-Patinõ *et al.*, em 2010, demonstram que o movimento recíproco permite otimizar o tratamento Endodôntico e, ao mesmo tempo, aumentar a vida do instrumento. Este resultado tinha sido também demonstrado por Yared em 2008.

Ambos os sistemas abordados ao longo deste trabalho apresentam 3 limas que lhes permite a adaptação aos diferentes tipos de dentes. No entanto, há que ter a noção de que existem canais que, pela sua arquitectura, se tornam impossíveis de instrumentar com estes sistemas, tornando-se necessário nesses casos recorrer aos instrumentos manuais.

Ambos os instrumentos são feitos a partir do novo tipo de material intitulado M-wire, possuem o mesmo tipo de movimento mas com diferentes angulações, diferentes conicidades e diferentes desenhos ao longo da sua estrutura. Este último factor levou investigadores a pensar que o desenho da estrutura e os diferentes ângulos são o que leva estes instrumentos a apresentar diferenças entre eles, tanto na resistência à fadiga como ao torque (Plotino *et al.*, 2012), tornando o sistema WaveOne® bastante resistente ao torque e o sistema Reciproc® bastante resistente à fadiga cíclica.

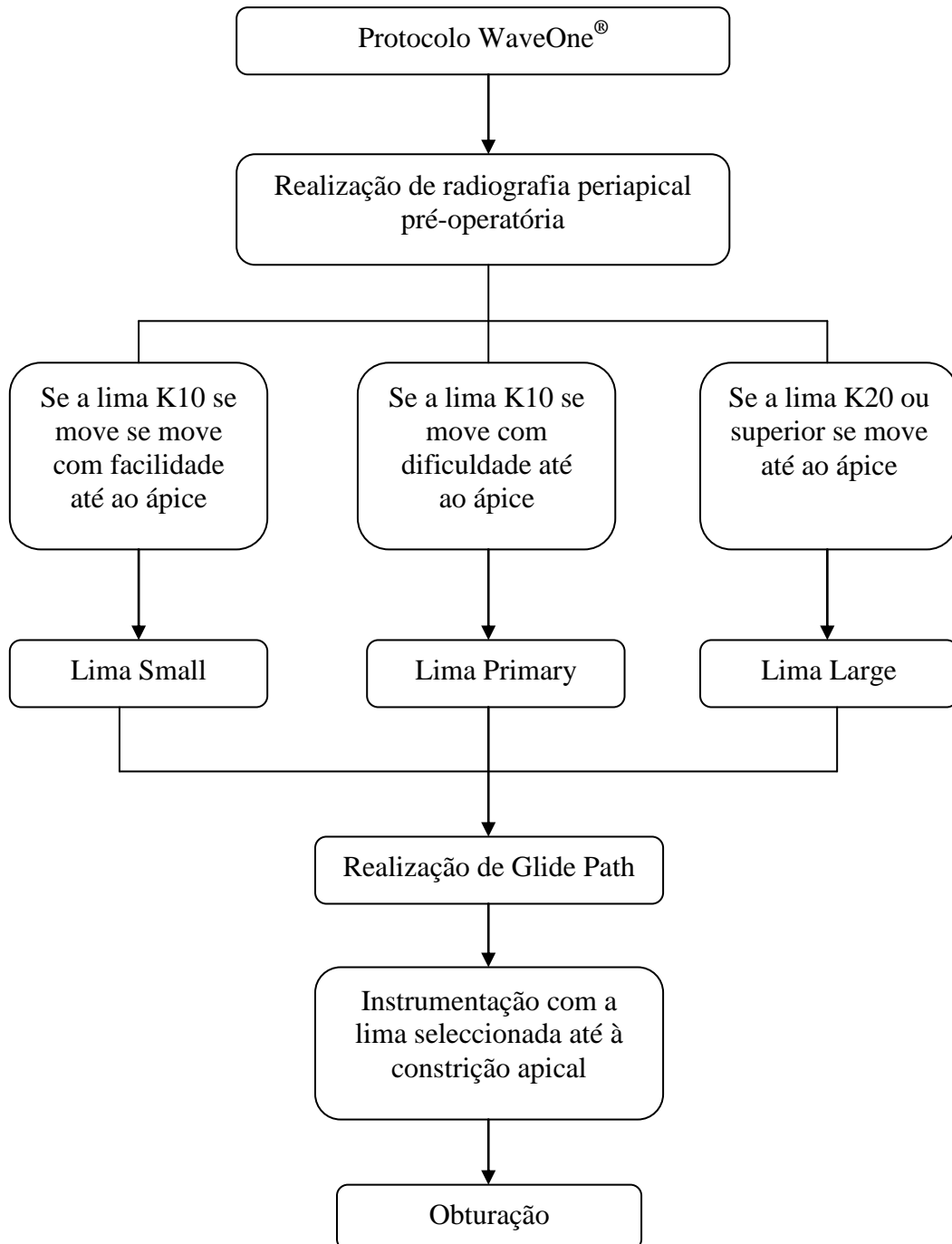
A fractura por fadiga cíclica e por torque são um facto preocupante durante o tratamento. Esta é influenciada pelo aumento de stress. Como forma de diminuir este risco, deve criar-se um “glide path” antes de usar qualquer tipo de instrumentação mecanizada (Berutti *et al.*, 2012).

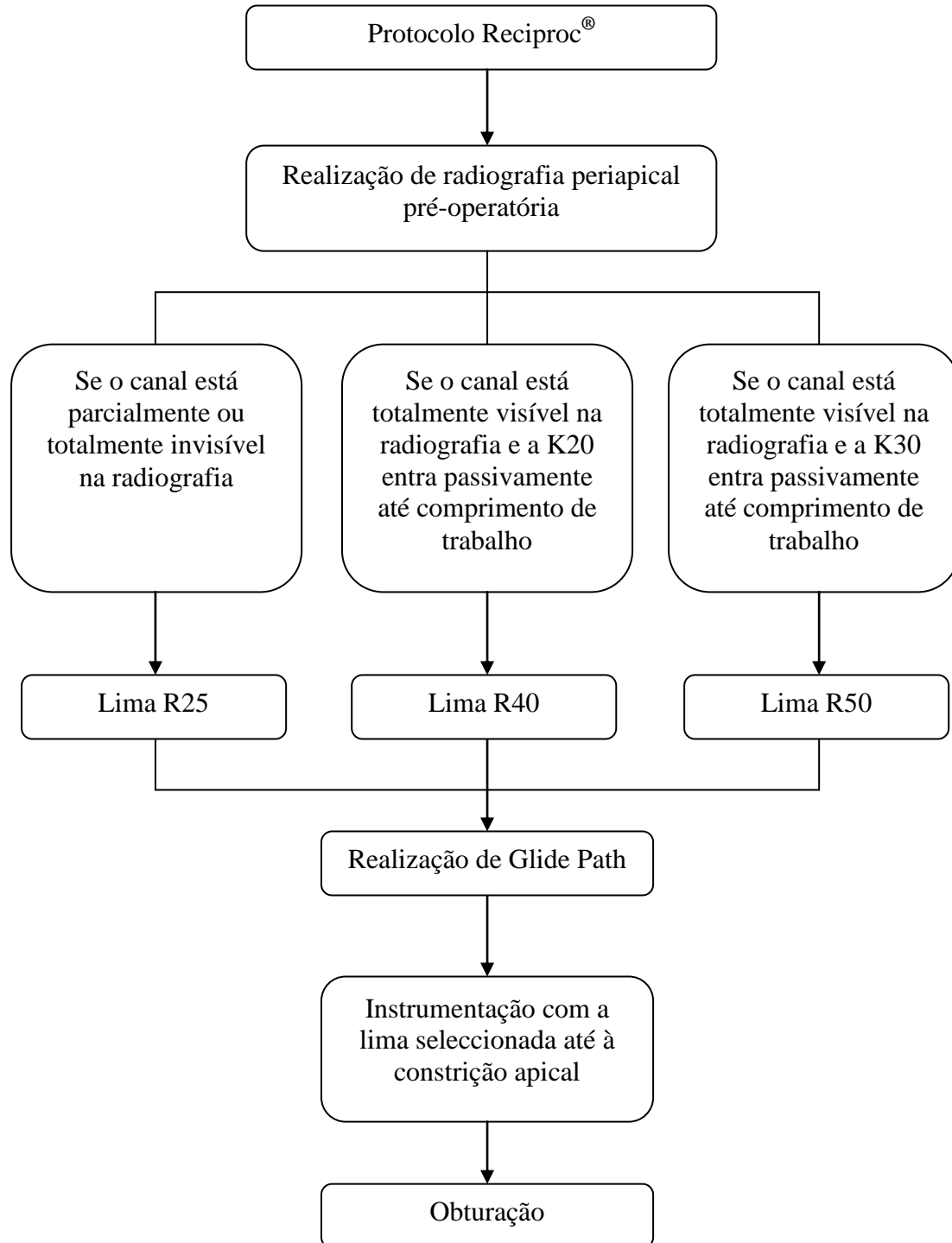
Segundo os resultados de Amaral, Forner e Llena, em 2013, em termos de capacidade de limpeza e regularização dos canais, estes sistemas apresentam resultados idênticos e muito satisfatórios.

Versiani *et al.* (2013) demonstraram que o sistema WaveOne® apresenta durante a instrumentação um aumento significativo dos parâmetros (área, perímetro, circularidade, diâmetro maior, diâmetro menor, volume, área de superfície, estrutura de índice modelo) em comparação com o sistema Reciproc®.

Este facto é bastante importante, pois permite escolher o sistema mais adequado para o dente que se pretende e com isto quero dizer que num dente que apresente raízes muito finas devemos optar pelo sistema Reciproc®, uma vez que não vai retirar tanta estrutura essencial para a preservação desse mesmo dente na arcada.

Com o objectivo de resumir o protocolo para a utilização das limas WaveOne® e Reciproc®, foi realizado um esquema no qual indico os pontos-chave do tratamento. Para a realização deste protocolo juntei a informação cedida pelos fabricantes e as informações dos diferentes estudos de maneira a otimizar o procedimento.





Como demonstrado a formação de defeitos nos canais é uma verdade presente, o facto de os autores apresentados anteriormente obterem resultados diferentes pode dever-se ao facto de os dentes utilizados serem diferentes. No caso do Bürklein, Tsotsis e Schäfer (2013) foram utilizados incisivos centrais mandibulares, que devido a sua anatomia apresentam uma estrutura dentinária mais reduzida ficando mais susceptível a sofrerem

defeitos. No caso do estudo de De-Deus *et al.*, em 2014b, foram utilizados 1º e 2º molares mandibulares que apresentam uma estrutura mais resistente a cargas, sendo menos susceptíveis a sofrerem cracks.

Outra preocupação é o do transporte apical e como observado os instrumentos reciprocantes produzem um maior transporte que os instrumentos rotatórios. O facto de os instrumentos rotatórios apresentarem um menor transporte deve-se ao seu movimento que promove o transporte dos detritos para coronal agindo como um “parafuso” (Bürklein e Schäfer 2012).

Em relação ao retratamento tanto o sistema Reciproc[®] como o sistema WaveOne[®] mostram resultados bastante satisfatórios apesar de estes sistemas não terem sido projectados especificamente para retratamento.

Contrariamente às indicações dadas pelos fabricantes, Park *et al.* em 2014 mostraram que era possível re-utilizar estes sistemas até 5 vezes sem que comprometessem a estrutura do material. Todavia há que ter em conta que um dos objectivos destes sistemas era diminuir a infecção cruzada e ao reutilizar o material temos em causa este objectivo. Além deste, também há que ter em conta o tipo de irrigação que se utiliza pois, como foi demonstrado por Pedullà *et al.* em 2014, o Hypoclean diminui a resistência à fadiga da Reciproc[®] e o EDTA 17% reduz a resistência à fadiga de ambos os materiais. Assim sendo, há que considerar que a corrosão do material aumenta a probabilidade de ocorrerem acidentes durante o tratamento.

IV) CONCLUSÃO

Após a leitura de vários artigos e livros científicos, chegou-se à conclusão de que o tratamento Endodôntico permite obter resultados excelentes e salvar dentes que, de outra maneira, seria impossível. No entanto, há que ressaltar que um bom diagnóstico é um alicerce fundamental, uma vez que há a necessidade de avaliar as forças a que o dente vai estar sujeito no dia-a-dia do paciente.

Há também de ter noção das diferentes forças negativas que são geradas sobre o instrumento durante a instrumentação, nomeadamente a fadiga cíclica e o torque, pois só assim podemos tentar evitar ao máximo que estes ocorram, já que, como se referiu, acontecem sem aviso prévio e de forma inesperada.

Ao longo dos tempos, como forma de melhorar a segurança e a eficácia dos instrumentos surgiram diversas ligas, sendo a mais actual e com melhor feedback quando comparada com as restantes ligas a M-wire. De forma a responder à pergunta levantada no início, mostrámos ao longo do trabalho que esta liga permitiu aumentar as propriedades mecânicas, aumentando o tempo de vida dos instrumentos. Isto não seria possível sem os avanços tecnológicos que se têm vindo a verificar, indicando-nos que é possível aparecerem materiais novos e melhores.

Outro factor que demonstrou aumentar o tempo de vida dos instrumentos foi o movimento recíprocante que se baseia na técnica de Roan; ao mesmo tempo mostrou também que diminui as tensões exercidas sobre o instrumento durante o tratamento e facilita a penetração do mesmo ao longo do canal.

A vasta gama de instrumentos actualmente presente no mercado quer no sistema manual, rotatório e recíprocante permite-nos chegar à conclusão de que, tanto os investigadores como os fabricantes, ainda procuram um sistema que se possa adaptar a todos os casos clínicos. Pelo facto de todos os sistemas apresentarem pontos fortes e fracos, devemos escolher um determinado sistema consoante o caso e não generalizar um sistema para todos os casos.

Com base em todos estes factores, apresentei ao longo do trabalho o sistema Reciproc® e WaveOne®. Estes são dois sistemas recomendados para uso único que apresentam uma ponta inactiva que lhes proporciona maior segurança e diminui os riscos de

perfuração. Chegou-se à conclusão de que o sistema Reciproc® é recomendado para canais com maiores curvaturas, devido à sua alta resistência à fadiga, enquanto o sistema WaveOne® é recomendado para canais mais atresiadados devido à sua alta resistência à fractura por torção. Em termos de eficácia de limpeza do canal, verificaram-se resultados muito idênticos.

No entanto, há que ter em conta que a instrumentação manual nunca pode ser posta de parte pois, como anteriormente explicado, estes instrumentos não conseguem tratar todos os casos e, quando isso se verifica, há necessidade de recorrer aos sistemas manuais.

No que diz respeito à irrigação, há que ter noção de que o Hypoclean e EDTA 17% demonstraram reduzir a resistência à fadiga dos instrumentos. No entanto, não se tornam um factor preocupante, caso se utilize as limas uma única vez, como recomendado pelos fabricantes.

De modo a diminuir o surgimento de cracks e outros defeitos na dentina cabe ao operador avaliar se o dente a tratar possui estrutura remanescente para suportar as forças a que irá ser submetido.

A criação de um “Glide Path” antes do tratamento permite diminuir a extrusão de material evitando assim o surgimento de possíveis complicações.

Caso o clínico se depare com a necessidade de realizar um retratamento poderá utilizar estes sistemas pois como demonstrado apresentam resultados idênticos às limas criadas para esse fim.

Para finalizar, e tendo em vista que ambos os sistemas são relativamente recentes, é imperativo que se façam mais estudos comparativos entre estes sistemas, uma vez que ainda existem aspectos que são desconhecidos como, por exemplo, o efeito das diferentes secções transversais na vida destes instrumentos.

V) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaral, P., Forner, L. e Llena, C. (2013). Smear layer removal in canals shaped with reciprocating rotary systems. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 5(5), pp. 227–230.

Arias, A., Perez-Higueras, J. J. e Macorra, J. C. (2012). Differences in Cyclic Fatigue Resistance at Apical and Coronal Levels of Reciproc and WaveOne New Files. *Journal of Endodontics*, 38(9), Setembro, pp. 1244-1248.

Bergmans, L. e Lambrechts, P. (2010). Chapter 11: Root canal instrumentation. In: Bergenholtz, G. , Hørsted-Bindslev, P. e Reit, C. (Ed.). *Textbook of Endodontology*. 2º Edição. Singapura, Blackwell Munksgaard, pp. 169-192.

Bergmans, L., *et al.*, (2001). Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: Rationale, performance and safety. Status Report for the American Journal of Dentistry. *American Journal of Dentistry*, 14(5), Outubro, pp. 324-333.

Berutti, E., *et al.*, (2012). Root Canal Anatomy Preservation of WaveOne Reciprocating Files with or without Glide Path. *Journal of Endodontics*, 38(1), Janeiro, pp. 101-104.

Brantley, W. A. (2008). Capítulo 26. B. Introduction of Nickel-Titanium alloy to Endodontics. In: Ingle, J. I., Bakland, L. K. e Baumgartner, J. C. (Ed.). *Ingles Endodontics 6*. 6º Edição. Hamilton, BC Decker, pp. 800-812.

Bürklein, S. e Schäfer, E. (2012). Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems. *Journal of Endodontics*, 38 (6), Junho, pp. 850-852.

Bürklein, S., Tsotsis, P. e Schäfer, E. (2013). Incidence of Dentinal Defects after Root Canal Preparation: Reciprocating versus Rotary Instrumentation. *Journal of Endodontics*, 39 (4), Abril, pp. 501-504.

Capar, I. D., *et al.*, (2014). Comparative Study of Different Novel Nickel-Titanium Rotary Systems for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals. *Journal of Endodontics*, 40(6), Junho, pp. 852-856.

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(4), Abril, pp. 575-579.

De-Deus, G., *et al.*, (2014b). Lack of Causal Relationship between Dentinal Microcracks and Root Canal Preparation with Reciprocation Systems. *Journal of Endodontics*, 40(9), Setembro, pp. 1447-1450.

Gambarini, G., *et al.*, (2011). Mechanical properties of nickel–titanium rotary instruments produced with a new manufacturing technique. *International Endodontic Journal*, 44, pp. 337–341.

Garg, N. e Garg, A. (2010). *Textbook of Endodontics*. 2º Edição. New Delhi, Jaypee Brothers Medical Publishers.

Gergi, R., *et al.*, (2014). Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal*, 48, pp. 162–170

Himel, V. T., *et al.*, (2007). Capítulo 8: Instrumentos, Materiais e Aparelhos. *In: Cohen, S. e Hargreaves, K. M. (Ed.). Caminhos da Polpa*. 9º Edição. Rio de Janeiro, Elsevier, pp. 233-289.

Ingle, J. I. e Slavkin, H. C. (2008). Capítulo 1: Modern Endodontic Therapy; Past, Present and Future. *In: Ingle, J. I., Bakland, L. K. e Baumgartner, J. C. (Ed.). Ingles Endodontics 6*. 6º Edição. Hamilton, BC Decker, pp. 1-35.

Johnson, W. T. e Noblett, W. C. (2009). Chapter 15: Cleaning and Shaping. *In: Torabinejad, M. e Walton, R. E. (Ed.). Endodontics: Principles and Practice*. 4ª Edição. Missouri, Elsevier, pp. 258-286.

Junior, E. C. S., *et al.*, (2015). Histological evaluation of the cleaning effectiveness of two reciprocating single-file systems in severely curved root canals: Reciproc versus WaveOne. *European Journal of Dentistry*, 9(1), Janeiro-Março, pp. 80-86.

Kansas, R., *et al.*, (2014). Assessment of Dentinal Damage during Canal Preparation Using Reciprocating and Rotary Files. *Journal of Endodontics*, 40(9), Setembro, pp. 1443-1446.

Kiefner, P., Ban, M. e De-Deus, G. (2014). Is the reciprocating movement *per se* able to improve the cyclic fatigue resistance of instruments? *International Endodontic Journal*, 47, pp. 430–436.

Kim, H., *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(4), Abril, pp. 541-544.

Kim, J., *et al.*, (2014). Safety of the Factory Preset Rotation Angle of Reciprocating Instruments. *Journal of Endodontics*, 40(10), Outubro, pp. 1671-1675.

Krell, K. V. (2009). Chapter 12: Endodontic Instruments. *In: Torabinejad, M. e Walton, R. E. (Ed.). Endodontics: Principles and Practice*. 4ª Edição. Missouri, Elsevier, pp. 204-215.

Leonard, M. R. e Leonard, R. T. (2002). *Sistemas rotatórios em endodontia instrumentos de níquel-titânio*. São Paulo, Editora Artes Médicas.

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

Park, S., *et al.*, (2014). Clinical Efficiency and Reusability of the Reciprocating Nickel-Titanium Instruments According to the Root Canal Anatomy. *Wiley Online Library*, 36, pp. 246-251.

Pedullà, E., *et al.*, (2013). Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. *Internacional Endodontic Journal*, 46, pp. 155–159.

Pedullà, E., *et al.*, (2014). Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Instruments after Immersion in Irrigant Solutions with or without Surfactants. *Journal of Endodontics*, 40(8), Agosto, pp. 1245-1249.

Pereira, H. J. C., Silva, E. J. N. L. e Filho, T. S. C. (2012). Movimento recíprocante em Endodontia : revisão de literatura. *Revista Brasileira de Odontologia*, 69(2), Julho-Dezembro, pp. 246-249.

Peters, O. A. (2004). Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *Journal of Endodontics*, 30(8), Agosto, pp. 559-567.

Peters, O. A. e Peters, C. (2011). Capítulo 9: Limpeza e Modelagem do Sistema de Canais Radiculares. In: Cohen, S. e Hargreaves, K. M. (Ed.). *Caminhos da Polpa*. 10ª Edição. Rio de Janeiro, Elsevier, pp. 265-323.

Pirani, C., *et al.*, (2014). Wear and Metallographic Analysis of WaveOne and Reciproc NiTi Instruments Before and After Their Uses in Root Canals. *Wiley Online Library*, 36, pp. 517-525.

Plotino, G., *et al.*, (2012). Cycle fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *International Endodontic Journal*, 45, pp. 614–619.

Plotino, G., *et al.*, (2014). Cutting Efficiency of Reciproc and WaveOne Reciprocating Instruments. *Journal of Endodontics*, 40(8), Agosto, pp. 1228-1230.

Reit, C., Bergenholtz, G. e Hørsted-Bindslev, P. (2010). Chapter 1: Introduction to endodontology. In: Bergenholtz, G. , Hørsted-Bindslev, P. e Reit, C. (Ed.). *Textbook of Endodontology*. 2ª Edição. Singapura, Blackwell Munksgaard, pp. 1-7.

Rios, M. A., *et al.*, (2014). Efficacy of 2 Reciprocating Systems Compared with a Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal. *Journal of Endodontics*, 40(4), Abril, pp. 543-546.

Sattapan, B., *et al.*, (2000). Defects in Rotatory Nickel-Titanium Files After Clinical Use. *Journal of Endodontics*, 26(3), Março, pp. 161-165.

Shen, Y., *et al.*, (2013). Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. *Journal of Endodontics*, 39(2), Fevereiro, pp. 163-172.

Shin, C. S., *et al.*, (2014). Fatigue life enhancement of NiTi rotary endodontic instruments by progressive reciprocating operation. *International Endodontic Journal*, 47, pp. 882–888.

Soares, I. S. e Goldberg, F. (2001). Capítulo 6: Preparo do Canal Radicular – Instrumental Endodôntico. In: Soares, I. S. e Goldberg, F. (Ed.). *Endodontia Técnica e Fundamentos*. Porto Alegre, ARTMED editora, pp. 89-101.

Sonntag, D. e Peters, O. A. (2007). Effect of Prion Decontamination Protocols on Nickel-Titanium Rotary Surfaces. *Journal of Endodontics*, 33(4), Abril, pp. 442-446.

Svec, T. A. (2008). Capítulo 26.C: Instruments for Cleaning and Shaping. In: Ingle, J. I., Bakland, L. K. e Baumgartner, J. C. (Ed.). *Ingles Endodontics 6*. 6ª Edição. Hamilton, BC Decker, pp. 813-847.

Thompson, S. A. (2000). An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*, 33, pp. 297–310.

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(3), Julho-Setembro, pp. 326-329.

Topçuoğlu, H. S., *et al.*, (2015). Influence of a glide path on apical extrusion of debris during canal preparation using single-file systems in curved canals. *International Endodontic Journal*. [Em linha]. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.12484/epdf>>. [Consultado em 25/06/2015].

Tronstad, L. (2009). *Clinical Endodontics 3ª edição*. Alemanha, Thieme.

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(1), Janeiro-Março, pp. 41-46.

Varela-Patinõ, P., *et al.*, (2010). Alternating versus Continuous Rotation: A Comparative Study of the Effect on Instrument Life. *Journal of Endodontics*, 36(1), Janeiro, pp. 157-159.

VDW (2013). Reciproc® one file endo. [Em linha]. Disponível em <http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/en-reciproc-anwender_a5_rev6.pdf>. [Consultado em 30/11/2014].

Versiani, M.A., *et al.*, (2013). Micro-computed Tomography Study of Oval-shaped Canals Prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne, and ProTaper Universal Systems. *Journal of Endodontics*, 39(8), Agosto, pp. 1060-1066.

Vilas-Boas, R.S., *et al.*, (2013). RECIPROC: Comparativo entre a cinemática reciprocante e rotatória em canais curvos. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 22(63), pp. 164-168.

Wan, J., *et al.*, (2010). A comparison of cyclic fatigue resistance in reciprocating and rotary nickel-titanium instruments. *Australian Endodontic Journal*, 37(3), Dezembro, pp. 122–127.

Webber, J., *et al.*, (2011). The WaveOne single-file reciprocating system. [Em linha]. Disponível em <<http://www.endoexperience.com/documents/WaveOne.pdf>>. [Consultado em 28/11/2014].

Yared, G. (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal*, 41, pp. 339–344.

Yared, G., *et al.*, (2002). Failure of ProFile instruments used with air, high torque control, and low torque control motors. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 93 (1), pp. 92-96.

Zuolo, A.S., *et al.*, (2013). Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *International Endodontic Journal*, 46, pp. 947–953.