

Diogo Nuno Ferreira Gomes Ribeiro Gonçalves

**Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação mecanizada:
ProTaper, WaveOne e Reciproc**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências e Saúde
Porto, 2013

Diogo Nuno Ferreira Gomes Ribeiro Gonçalves

**Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação mecanizada:
ProTaper, WaveOne e Reciproc**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências e Saúde
Porto, 2013

Diogo Nuno Ferreira Gomes Ribeiro Gonçalves

**Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação mecanizada:
ProTaper, WaveOne e Reciproc**

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

Resumo

Introdução: Comparação dos diferentes aspectos inerentes à instrumentação mecanizada de três sistemas endodônticos.

Objetivos: Avaliar e comparar a resistência à fadiga cíclica e fratura dos instrumentos usados nos sistemas ProTaper, WaveOne e Reciproc, bem como perfurações iatrogênicas, extrusão de detritos a nível apical, desvios e falsos trajetos, capacidade de remoção de detritos dos canais e tempo de trabalho.

Metodologia: Realizou-se uma pesquisa bibliográfica recorrendo às bases de dados da Pubmed, B-On e RCAAP com as seguintes palavras-chave: “ WaveOne”, “ProTaper”, “Reciprocating”, “cyclic fatigue”, “torsional resistance”, “endodonticinstruments”, “nickel-titanium”, “canal curvature”, “endodontictreatment” e “rotarysystems”.

Resultados: Da análise e estudo dos artigos utilizados nesta dissertação, pode concluir-se que Reciproc apresenta mais vantagens do que os restantes sistemas.

Palavras-chave: WaveOne, ProTaper, Reciprocating, cyclic fatigue, torsional resistance, endodontic instruments, nickel-titanium, canal curvature, endodontic treatment, rotary systems

Abstract

Introduction: Comparison of the different aspects involved in three rotary instrumentation systems.

Aims: Evaluate and compare the resistance to cyclic fatigue and fracture of instruments used in systems WaveOne, Reciprocating and ProTaper, as well as iatrogenic perforations, extrusion of debris at the apical level, detours and false paths, debris removal capacity and working time.

Methodology: We performed a search using the bibliographic databases PubMed, and B-on RCAAP with the following keywords: "WaveOne", "ProTaper", "Reciprocating", "cyclic fatigue", "torsional resistance", "endodontic instruments ", " nickel-titanium ", " channel curvature ", " endodontic treatment "and" rotary systems ".

Results: With the analysis and study of the articles used in this dissertation, it can be concluded that Reciproc has more advantages than other systems.

Keywords: WaveOne, ProTaper, Reciprocating, cyclic fatigue, torsional resistance, endodontic instruments, nickel-titanium, canal curvature, endodontic treatment, rotary systems.

Dedicatória

Dedico esta dissertação aos meus pais, Mário e Beatriz, por me acompanharem no meu percurso académico e por todo o apoio ao longo dos anos da minha vida, ao meu irmão, Mário, pelo apoio e pelo exemplo e à minha namorada, Raquel, pelo apoio prestado.

Uma palavra também a todos os meus familiares que, à sua maneira, contribuíram para que todo o meu percurso decorresse sem percalços.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, ao meu irmão e à minha namorada pela ajuda prestada na concretização da dissertação, bem como, e sem menos importância, ao meu orientador, o Dr. Luís França Martins, por todo o apoio prestado na realização da mesma.

Índice geral

I- Introdução	1
II- Desenvolvimento	3
1- História da Endodontia	3
2- Ligas e Materiais	5
i) Instrumentação manual	5
ii) Limas tipo K-File	7
iii) Instrumentação mecanizada	8
iv) Liga de Níquel – Titânio	8
v) Limas de NiTi em endodontia	9
3- Princípios básicos de instrumentação.....	11
i) Calibre Apical	11
ii) Comprimento de trabalho	12
iii) Conicidade	14
4- Erros de instrumentação	15
i) Fraturas	15
ii) Desvios/Falsos Trajeto	17
iii) Zip	18
iv) Perfurações.....	19
III-Sistemas Endodônticos.....	21
1-ProTaper®	21
2-WaveOne	25
3-Reciproc:.....	29
IV-Materiais e Métodos	32
V-Resultados	33
VI-Discussão.....	36

VII- Conclusão	40
VIII-Referências Bibliográficas.....	41

Índice de figuras

Figura 1: Técnica de Roane.....	6
Figura 2: K-File (Soares, I., Goldberg, F.,2002)	7
Figura 3: Secção transversal duma lima K-File (Soares, I., Goldberg, F.,2002)	7
Figura 4: Eleição incorreta (#15 e #20) e correta do primeiro instrumento (#25) (Soares, I., Goldberg, F.,2002).....	11
Figura 5:LEA (Bergenholtz G. et al, 2010).....	14
Figura 6: Lima ProTaper fraturada (Spanaki-Voreadi P, et al.,2006)	17
Figura 7: Concentração de stress na lima após instrumentação (McSpadden, 2006).....	17
Figura 8: Formação de um falso trajecto (Bergenholtz G. et al, 2010)	18
Figura 9: Formação de um Zip (Bergenholtz G. et al., 2010)	18
Figura 10: Formação duma perfuração a nível da raíz (Bergenholtz G. et al., 2010)	19
Figura 11: Perfuração ao nível da furca com posterior tratamento com MTA (Bergenholtz G. et al, 2010).	20
Figura 12: Ponta inativa de uma lima do sistema ProTaper.....	21
Figura 13: Limas do sistema ProTaper (Ruddle, 2005)	22
Figura 14: Diferentes conicidades das limas do sistema ProTaper	22
Figura 15:Secção triangular apical e secção triangular coronal das limas WaveOne, respetivamente.	25
Figura 16: Limas do sistema WaveOne	26
Figura 17: Motor WaveOne	27
Figura 18: Ponta não cortante do sistema Reciproc (Quijada, S. et alli. 2010).....	29
Figura 19: Secção transversal em forma de S do sistema Reciproc. (Quijada, S. et alli. 2010).	29
Figura 20: Limas R25, R40 e R50 do sistema Reciproc. (Quijada, S. et alli., 2010).	31

Índice de tabelas:

Tabela 1: Especificações do sistema WaveOne	28
Tabela 2: Especificações do sistema Reciproc	30
Tabela 3: Resultados a nível de fadiga cíclica, fratura, perfurações e extrusão de detritos	Erro! Indicador não definido.
Tabela 4: Resultados a nível de desvios e falsos trajetos, capacidade de limpeza e tempo de trabalho.	35

Abreviaturas e siglas

CT- Comprimento de Trabalho

NiTi- Níquel-Titânio

LEA- Localizador Eletrônico de Ápice

I- Introdução

A Endodontia é caracterizada como um ato clínico dentário conservador, já que visa a manutenção de dentes afetados por patologia onde haja envolvimento pulpar e/ou periradicular, evitando, portanto, a sua extração.

Assim, quando a polpa dentária é afetada, recorreremos, então, ao tratamento endodôntico, caracterizado pela remoção da polpa coronal e polpa canalar do dente em questão, dando-lhe, assim, uma conformidade específica para que se proceda, posteriormente, à desinfecção do canal e se faça uma obturação do mesmo, de forma a evitar infecções posteriores.

Herbert Schilder, considerado um dos pais da Endodontia Moderna, define, em 1974, alguns dos princípios básicos da instrumentação de canais, nomeadamente a conicidade e calibre apical que o canal deve apresentar após a instrumentação, ou seja, a conservação do forâmen apical. (Schilder, 1974)

Sendo certo que estão já definidos os princípios mecânicos e biológicos da instrumentação e obturação, continua-se na senda da “perfeição” deste mesmo tratamento, havendo, para isso, a necessidade de criação de novos materiais e métodos, no sentido de minimizar os erros comuns na endodontia.

A instrumentação deve manter a conformidade original do canal sem criar deformidades ou bloqueios, tais como, fraturas de instrumentos, transporte apical de detritos, desvios de trajeto ou perfurações. (Guelzowet al., 2005).

Tradicionalmente, a endodontia era realizada manualmente, mas o desenvolvimento de novas tecnologias assistidas mecanicamente, que pressupõem a aplicação de limas num motor específico que, por sua vez, lhes imprime um movimento de rotação para que estas instrumentem o canal, tem conduzido ao abandono gradual daquela prática.

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

Com o recurso à instrumentação mecanizada, visam-se três objetivos, a saber:

- redução do tempo exigido pela realização de uma endodontia;
- minorar os erros provocados por limas manuais;
- aumentar a eficiência da instrumentação..

É neste âmbito, que, ao longo da presente dissertação, analisaremos três tipos diferentes de sistemas de endodontia mecanizada, contrapondo as vantagens mas também as respectivas desvantagens.

II- Desenvolvimento

1– História da Endodontia

A endodontia deu os primeiros passos no século XVII e, desde então a sua evolução tem sido sistemática e significativa.

O fundador da odontologia moderna, Pierre Fauchard, descreveu a polpa dentária e dissipou a lenda do “verme dente”, causador de cáries que estariam na origem das dores dentárias. E foi exatamente com Fauchard que, em 1746, a remoção do tecido pulpar foi definida pela primeira vez.

Posteriormente, volvidos cerca de 70 anos, Leonard Koecher expôs a polpa dentária com um instrumento previamente aquecido e protegido com folha de chumbo.

Por sua vez, Shearjashub Spooner e já em 1836, desvitalizou a polpa com trióxido de arsénio.

Dois anos mais tarde, Edwin Maynard, introduziu o primeiro instrumento no canal radicular, mediante uma mola de relógio.

Em tempo mais recentes, o Dr. Mayer Rhein introduz, em 1908, uma técnica para determinar o comprimento do canal e o nível da posterior obturação e em 1909 Mayrhofer, publica um trabalho onde regista a constatação da presença de streptococos em 96% dos casos analisados e a convicção de que estas bactérias seriam as causadoras de infeções pulpares.

De entre os pioneiros da Endodontia, a referência aos aludidos autores/médicos dentistas, justifica-se pelo seu contributo para o desenvolvimento desta vertente da Medicina Dentária.

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

Teorias como a da infecção focal por Rosenow, C., que sustenta a tese de que estreptococos, estando presentes em órgãos doentes, poderiam estar na origem de outras infecções, e define, em simultâneo que um "foco" é um tecido bem circunscrito contendo organismos patogénicos.

Apesar da teoria de Rosenow CE, ter uma base sustentável, graças ao esforço despendido por posteriores pesquisadores, esta teoria ruiu sendo, no entanto inegável a sua importância na evolução do tratamento. De facto, na sequência desse esforço, surgiram novos anestésicos, aparelhos radiográficos, materiais de instrumentação, materiais obturadores, a par de outras inovações.

É hoje comumente aceite que o tratamento endodôntico é confiável e seguro, sendo que a taxa de sucesso se aproxima dos 100%. (Castellucci, 2005).

2- Ligas e Materiais

Hoje em dia, existe uma grande variedade de métodos e de materiais para a realização de tratamentos endodônticos. No que respeita aos métodos, podemos distinguir dois tipos de instrumentação: a manual e a mecanizada.

Relativamente aos materiais, refira-se que as limas manuais ainda continuam a ser muito utilizadas em aço inoxidável, mas, por sua vez, as limas mecanizadas são elaboradas através de Níquel-Titânio. Também existem limas manuais elaboradas em NiTi, embora com recurso a diferentes processos dos usados nas mecanizadas. Estes processos são chamados de torção e maquinação. No primeiro processo, são fixadas nas pontas sendo-lhes aplicadas forças de torção, conferindo-lhes, assim, a conformação final. Já as mecanizadas são elaboradas através do processo de maquinação, sendo que estas estão fixas e lhes é aplicado um feixe de laser que vai desgastando a barra de níquel-titânio, dando-lhes a conformidade necessária e pré-estabelecida.

i) Instrumentação manual

A instrumentação manual é constituída por 2 grupos principais de limas, as K-File e as limas de Hedström, sendo as limas tipo K-File as mais utilizadas. Em momento próprio abordaremos a sua especificidade.

Na instrumentação manual, a técnica mais utilizada é a de Roane. Esta obedece a diversas considerações, nomeadamente: a inserção da lima deve ser concretizada/efetuada com ligeira rotação horária, $\frac{1}{4}$ de volta, para que fique ajustada às paredes do canal; o corte é promovido pela rotação anti-horária, $\frac{1}{2}$ volta, da lima com pressão apical; a remoção dos detritos é conseguida pelo movimento da lima no sentido horário sem pressão, quando esta é retirada para fora do canal.

Esta técnica diminui o risco de fractura das limas por torção, devido à conformação de processo de fabricação das limas. (Roane, 1998)

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

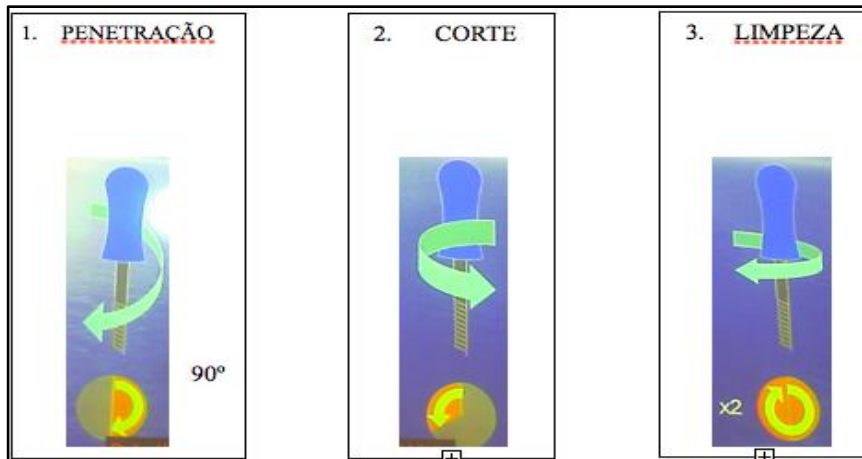


Figura 1: Técnica de Roane (Roane, JB., 1998)

Para além desta técnica de manipulação das limas manuais, existem diferentes técnicas de abordagem ainda em utilização, entre elas: normalizada, telescópica, e a mais comumente empregue e reconhecida na literatura, a técnica do Crown-Down e Step-Back, explicada de seguida.

No Crown-Down a primeira lima é uma lima K de grande calibre que deve entrar a cerca de 2 a 3 mm no canal. Uma folga em demasia exige a seleção de uma outra lima, esta de maior calibre. A fim de dar conicidade ao canal, inicia-se a instrumentação com limas de maior calibre, diminuindo-se, sucessivamente, à medida que “avançamos” para o terço médio, preferencialmente, de 1 em 1mm. Entre a utilização decada lima deve-se irrigar o canal radicular.

No procedimento do Step-Back calcula-se o comprimento do dente através do LEA e Rx. De seguida, marca-se a lima com a medida anterior com um stop de borracha e fazem-se pequenos movimentos de acordo com a técnica de manipulação de Roane. Quando se obtiver o calibre apical desejado do canal, começa-se a instrumentação com a lima que tiver travamento apical, prosseguindo-se com as limas de calibres maiores e retirando 1 mm ao comprimento da lima anterior. (Roane, 1998)

ii) Limas tipo K-File

Na técnica manual as Limas tipo K-File são usadas na exploração e instrumentação dos canais radiculares. Este tipo de limas representatambém um papel importante na endodontia mecanizada pois ajuda na negociação do canal radicular, no início do tratamento. São confeccionadas em aço inoxidável, tendo secções transversais do tipo triangular, quadrangular ou losangular, com uma ligeira torção para a esquerda ou direita do seu eixo longitudinal, com elevado número de espirais. A ponta da lima pode ser ativa ou passiva. As suas lâminas apresentam cerca de 45°. As limas K têm comprimentos de 21, 25, 28 e 31 mm. (Cohen et al., 2006).

Como desvantagem, este tipo de limas apresenta flexibilidade reduzida, sendo, assim, complicada a instrumentação de canais com curvaturas muito acentuadas, correndo-se assim o risco de fratura da lima dentro do canal radicular. (Fleming et al., 2010).

No sentido de colmatar as características negativas apresentadas por este tipo de limas endodônticas, surgiu a necessidade das mesmas serem confeccionadas com outras ligas metálicas, como é o caso das limas em NiTi (K-flexofile). As limas em NiTi são, significativamente, as mais usadas nos dias que correm.

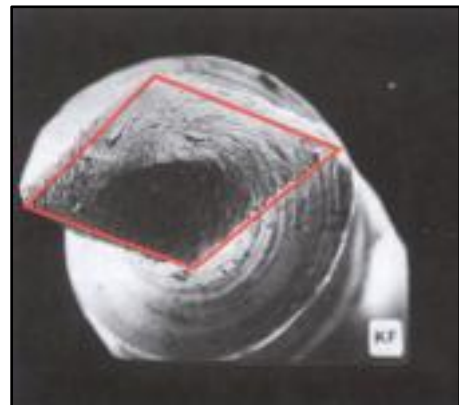


Figura 2: K-File (Soares, I., Goldberg, F., 2002)

Figura 3: Secção transversal duma lima K-File (Soares, I., Goldberg, F., 2002)

iii) Instrumentação mecanizada

A instrumentação mecanizada é conhecida desde o século XIX, tendo evoluído, significativamente, em termos de materiais usados para este tratamento.

Atualmente existem variadas empresas fabricantes de sistemas mecanizados para a realização da instrumentação canal, responsáveis por sistemas como ProTaper, WaveOne, Reciproc, Mtwo, entre outros.

Os instrumentos mecanizados utilizados em endodontia, trabalham de formas distintas quanto ao seu tipo de movimento. Nestes movimentos, englobamos os sistemas de acordo com a sua rotação, continua ou recíproca. Nos sistemas de rotação contínua, a lima roda apenas num único sentido, enquanto que nos sistemas recíprocos a lima roda com uma certa amplitude, num sentido alternando de seguida a rotação, no sentido oposto. (Gambarini, 2001)

À semelhança da instrumentação manual, a instrumentação mecanizada apresenta algumas desvantagens e preocupações a nível clínico, sendo as mais comuns as fraturas de instrumentos, zip, perdas de CT, perfurações, fadigas cíclicas, entre outras. (Hulsmann, M. e Stryga, F. 1993).

Segundo um artigo publicado por Young et al. (2007), a introdução de instrumentos rotatórios veio simplificar o modo de atuação no tratamento endodôntico, bem como a redução de tempo de trabalho. Outra vantagem passa pelo facto de obtermos uma forma do canal cônica com um menor risco de efeitos negativos, tais como os referidos anteriormente. (Young et al., 2007).

iv) Liga de Níquel – Titânio

Visto existirem desvantagens significativas nas ligas metálicas tradicionais, houve necessidade de evolução das mesmas para compensar as dificuldades existentes.

Estas ligas, chamadas de Nitinol aquando do seu aparecimento, são as ligas mais usadas a nível de tratamentos endodônticos. Foram desenvolvidas há cerca de 45 anos por Buchler, apresentando diversas vantagens fazendo com que o seu uso passasse a ser

recorrente nos dias de hoje. Algumas dessas vantagens passam por estas terem melhor capacidade de resistência à corrosão, apresentarem grande biocompatibilidade, possuírem uma flexibilidade superior ajudando na instrumentação de canais com curvaturas acentuadas, resistência à fratura superior às de aço inoxidável e elevado módulo de elasticidade. Quanto à sua constituição, estas apresentam cerca de 60% níquel e cerca de 40% titânio.(Thompson 2000).

v) Limas de NiTi em endodontia

O uso clínico seguro dos instrumentos NiTi exige a compreensão da metalurgia básica da liga, incluindo mecanismos de fratura e sua correlação com a anatomia do canal (Young et al., 2007).

Segundo Ingle et al. (2002), as limas de NiTi apresentam uma maior flexibilidade e uma maior resistência ao stress comparativamente às limas de aço inoxidável. Aquelas por terem um módulo de elasticidade elevado, recuperam a sua forma instantaneamente, ao contrário das de aço inoxidável, que permanecem deformadas quando aplicadas forças. (Ingle, J. et al. 2002).

Graças às propriedades inerentes às ligas de NiTi consegue-se uma instrumentação mecanizada mais segura e com menos risco de erros, bem como, uma conformação dos canais radiculares o mais tridimensional possível. Tal como já foi referido anteriormente, o tempo de instrumentação também é reduzido, significativamente, em comparação com a instrumentação manual.

Em 2005, Hulsmanan et al. afirmam que a introdução desta liga metálica em endodontia torna o tratamento endodôntico mais rápido e mais eficaz, fazendo com que o canal instrumentado fique com uma melhor forma tridimensional para uma posterior obturação melhor conseguida. (Schafer, E. e Lohmann, D. 2002a); (Schafer, E. e Lohmann, D. 2002b); (Hulsmanan, M. et al., 2005).

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

Apesar de todas as vantagens já enumeradas fazerem desta técnica uma das mais utilizadas, também apresenta desvantagens.

Não se deve substituir integralmente a instrumentação manual pela mecanizada, pois esta deve ser auxiliada pela primeira, de forma a que se complementem.

Em estudos realizados em 2004, Schafer E. concluiu que uma das desvantagens dos sistemas mecanizados é a ocorrência, em número elevado, de fratura dos instrumentos. (Schafer, E. e Vlassis, M., 2004b).

A substituição das ligas de aço inoxidável pelas de NiTi constitui um importante avanço tecnológico, porque os instrumentos confeccionados em NiTi possuem maior flexibilidade, maior capacidade de corte de tecidos e adequada resistência, tornando estas ligas primordiais para a instrumentação do terço apical.

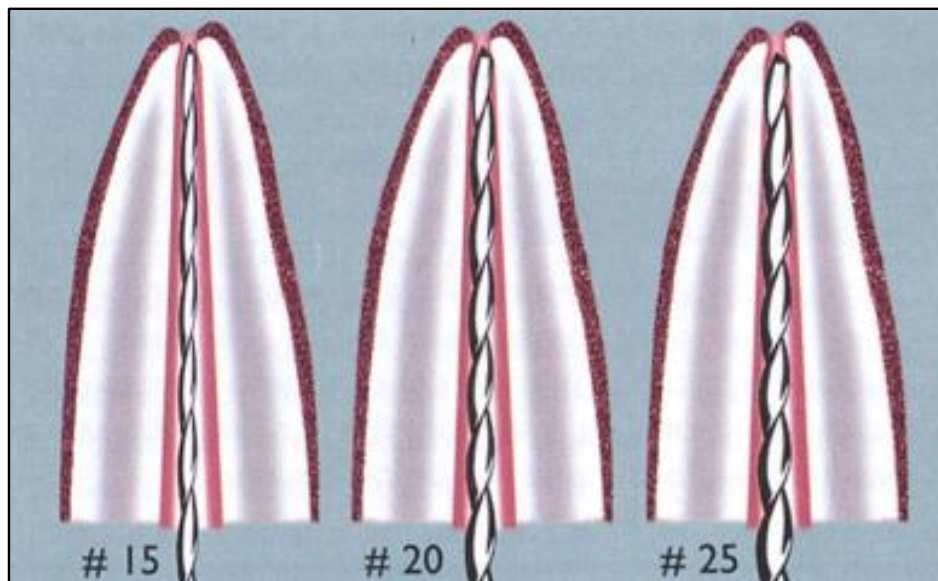
(Soares, I. e Goldberg, F., 2002).

3- Princípios básicos de instrumentação

i) Calibre Apical

Entende-se por calibre apical a constrição do lúmen do canal no forâmen apical. Faz-se introdução da primeira lima do Step-Back marcada com a medida do CT, previamente determinado, constatando se o diâmetro do canal, ao nível da constrição apical, é correspondente ao calibre dessa mesma lima, fazendo pressão em direção apical.

Caso exista travamento, o calibre apical é igual ao da lima introduzida. Se não, devemos experimentar limas de calibres superior até selecionar aquela que tem travamento na totalidade do CT e repetir, então, o CT. Se a lima não atingir a totalidade do CT devemos permeabilizar o canal, irrigando-o abundantemente e utilizando um quelante de gel, caso seja necessário o auxílio do mesmo, e, seguidamente, usar limas de calibres inferior, pré-curvadas, até se atingir o CT inicial. (Soares, I., Goldberg, F.,2002)



**Figura 4: Eleição incorreta (#15 e #20) e correta do primeiro instrumento (#25)
(Soares, I., Goldberg, F.,2002)**

ii) Comprimento de trabalho

Entende-se por comprimento de trabalho, a medida longitudinal que será usada na lima para a instrumentação, isto é, a distância desde a referência anatômica selecionada na coroa dentária até à constrição apical dos canais radiculares.

O canal não pode ser nem sub-instrumentado, para que não restem porções de tecido inflamado no canal podendo desencadear uma reação inflamatória, nem sobre-instrumentado para não haver saída de detritos para os tecidos periapicais, provocando um flare-up (Ricucci et al., 1998)

Segundo Dummer et al., (1984), o CT deve ser ao nível da constrição apical, local onde se dá a junção dos tecidos periapicais e os tecidos pulpares. (Dummer et al., 1984)

Seguidamente, serão descritas as formas de obtermos esse mesmo CT, ou seja, através de radiografias ou de localizadores eletrônicos de ápice (LEA).

A - Medindo o comprimento de trabalho por radiografia:

De acordo com Bergenholtz em Textbook of Endodontology 2ª edição (2010) deve ser feita uma radiografia periapical não distorcida com a lima pré-curvada colocada no canal. A lima é introduzida até à constrição apical, ou seja, até ao comprimento aparente do canal. No entanto, esta resposta pode não ser 100% fiável pois pode ter havido destruição da constrição apical e porque o forâmen apical raramente se encontra coincidente com o ápice.

Se a imagem radiográfica nos mostra que a lima utilizada apresenta um erro por excesso ou mesmo por defeito de comprimento até ao ápice, devemos reajustar o stop e fazer uma nova radiografia. (Bergenholtz G. et al, 2010).

O método radiográfico mostra limitações quando:

- saída do canal radicular se encontra mais para vestibulo-lingual
- a posição da constrição apical é medida a partir do ápice radiográfico;
- o forâmen apical não é coincidente com o ápice, o que acontece na maioria dos casos;
- a reabsorção radicular externa oblíqua atinge a ponta da raiz;
- Presença inevitável de distorção radiográfica.

B - Medindo o comprimento de trabalho por localizadores apicais eletrônicos (LEA):

A observação em seres humanos por Sunada I., em 1962 de que a resistência elétrica entre o ligamento periodontal e a mucosa oral apresentou um valor constante de 6,5 kW, levou à introdução dos LEA. (Sunada, 1962).

Após ter sido introduzido no tratamento endodôntico o LEA, foi constatado que, quando o canal radicular apresentava sangramento excessivo, exsudado ou tecido pulpar vital, produzia resultados imprecisos. (Ushiyama, 1983).

Com a introdução, em 1990, dos LEA dependentes da frequência, uma medida do comprimento do canal foi obtida com mais precisão. (Gordon, 2004).

No LEA, um lado do circuito elétrico é ligado à lima que se encontra no canal radicular e o outro eletrodo a um clipe de lábio que se conecta com a mucosa oral. (Bergenholtz G. et al, 2010).

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc



Figura 5:LEA (Bergenholtz G. et al, 2010).

A precisão dos LEA contemporâneos é muito elevada (aproximadamente 90%), com um nível de tolerância de 0,5 milímetro (Gordon, 2004).

Por apresentarem uma elevada exatidão, e por haver discrepâncias a nível de medição radiográfica, são atualmente utilizados, como o método de eleição para determinar o comprimento de trabalho, sendo que o Rx complementa a informação a obter para determinarmos o CT.

iii) Conicidade

A maioria dos instrumentos endodônticos têm a porção ativa em forma de cone, com o vértice na ponta e a base no final da parte ativa. Esta forma denomina-se conicidade e identifica-se pela razão aritmética que determina o aumento de diâmetro do cone a cada milímetro. Assim, num instrumento com conicidade 0.02, o diâmetro do cone aumenta desde a ponta até à base 0.02 mm por cada milímetro. Nos instrumentos de conicidade 0.04, o diâmetro do cone aumenta 0.04mm por cada milímetro e assim sucessivamente para outras conicidades (Soares, 2002).

4- Erros de instrumentação

i) Fraturas

Quando se dá uma fratura num canal radicular, esta é devida a dois factores: Torção e Fadiga cíclica. Para ultrapassar estes dois factores citados anteriormente, são necessárias medidas para os combater.

Para que o fenómeno de torção não origine uma fratura, deve ser realizado um pré-alargamento do canal até ao calibre correcto para que a lima não fique “presa” a nível apical, e, com a rotação da mesma, se dê a fratura.

Para combater o fenómeno de fadiga cíclica, o clínico deve controlar o número de usos de cada lima e verificar o estado da mesma durante a instrumentação.

Se houver, então, quer o fenómeno de torção ou fadiga cíclica e se origine uma fratura na porção apical da raiz a instrumentar, podemos agir de três formas distintas, sendo estas:

- Remover a lima sem utilização de técnicas de remoção;
- Se não for possível o item anterior, fazer um bypass e englobar a lima na obturação, desde que se tenha desinfectado o canal e exista gutta-percha a englobar a lima fracturada;
- Caso nenhuma das formas anteriores seja capaz de remover o instrumento, tem de ser realizada cirurgia apical.

A fratura de instrumentos mecanizados de níquel-titânio (NiTi) constitui um problema na prática de endodontia. O desenho do instrumento, a utilização de novas ligas metálicas, as variações de binário e de velocidade, e o pré-alargamento manual têm sido estudados por vários autores, desde a introdução de instrumentos de NiTi, com o objetivo de reduzir o risco de fratura.

Durante a preparação dos canais radiculares, os instrumentos mecanizados de NiTi “sofrem” devido à torção e flexão. O stress aumenta quando os instrumentos são utilizados em canais curvos. Quando o instrumentogira, ele é submetido alternadamente

à compressão e à flexão, o que pode produzir microfraturas e pode finalmente conduzir a fraturas do instrumento.

Em publicações recentes, o movimento recíprocante tem sido proposto como uma alternativa à rotação contínua, a fim de reduzir o risco de fratura do instrumento e deformidades no canal radicular.

Alguns estudos mostraram que, de facto, a velocidade de rotação influencia a fratura em canais curvos (Gabel et al., 1999), e, isto pode ser explicado pelo contacto entre a lima e as paredes do canal poder causar stress suficiente, provocando, assim, a fratura.

O aumento de velocidade de rotação provoca um maior atrito da lima dentro do canal, e, assim, as limas quebram mais rapidamente do que aquelas que são usadas em velocidades mais baixas. (Gabel et al. 1999, Sattapan et al. 2000a).

O objetivo do estudo de Varela et al. (2010) foi avaliar o número de utilizações das limas até fraturarem e o risco de deformação ou fratura das mesmas ao usar movimentos rotatórios contínuos ou recíprocantes. Conclui que os sistemas recíprocantes têm maior propensão à fratura quando utilizados mais vezes e que os sistemas contínuos têm maior capacidade de resistência à fratura ou deformação, sendo essa a razão de serem desenhados para uso único. (Varela et al., 2010).

Torque é outro parâmetro que pode influenciar a frequência com que os instrumentos fraturam. Quando um motor, que gera um alto grau de torque é utilizado, é possível ultrapassar o ponto de fratura do instrumento no interior do canal. Uma solução possível seria usar um motor endodôntico de baixo torque, sendo executado com um binário máximo admissível para cada instrumento rotatório. (Gambarini, 2000)

Motores de baixo torque param de rodar e, depois, invertem a rotação, quando o instrumento tem de resistir a níveis de binário equivalentes aos produzidos pelo motor, evitando assim a rutura. (Gambarini, 2000).



Figura 6: Lima ProTaper fraturada (Spanaki-Voreadi P, et al., 2006)



Figura 7: Concentração de stress na lima após instrumentação (McSpadden, 2006)

ii) Desvios/Falsos Trajeto

Um falso trajeto pode resultar do uso de uma força excessiva na porção apical do dente, da inserção da mesma lima repetidamente num só local do canal radicular, de movimentações inadequadas das limas (por exemplo: limas com flexibilidade reduzida) ou, por fim, do uso de limas de calibres elevados para a porção do canal a instrumentar.

Estes falsos trajetos produzidos tornam a instrumentação da porção apical muito difícil ou, até mesmo em alguns casos, impossível, podendo conduzir, em última análise, a uma perfuração radicular. (Bergenholtz G. et al, 2010)

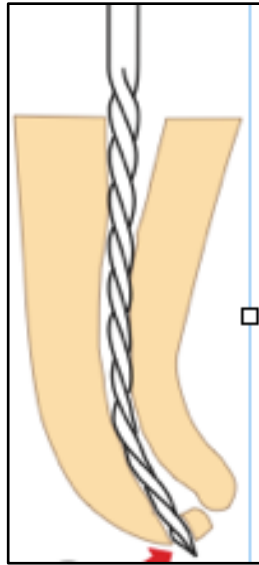


Figura 8: Formação de um falso trajecto (Bergenholtz G. et al, 2010)

iii) Zip

Quando há formação de um zip, há transporte de detritos para a parte mais apical do canal, causando assim a destruição da constrição apical. O zip pode causar problemas periapicais devido à criação de uma saída por este erro de instrumentação. Esta falsa saída também provoca dificuldades ao nível da limpeza, desinfecção e obturação. (Bergenholtz et al. 2010).

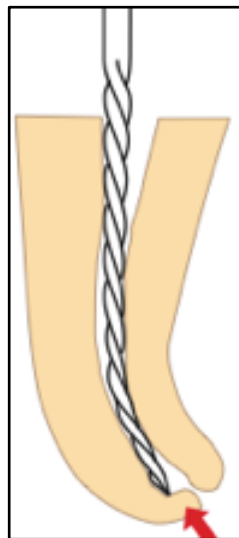


Figura 9: Formação de um Zip (Bergenholtz G. et al., 2010)

iv) Perfurações

A perfuração de um canal radicular, pode ocorrer em qualquer momento do tratamento, mas é mais prevalente durante a preparação e instrumentação em canais curvos.

As perfurações em endodontia podem ser originadas por uma má técnica de instrumentação dos canais radiculares, ou podem ser causadas por má prática de abertura de cavidades de acesso, levando assim a perfurações na zona de furca, sendo estas, de difícil reparação. As perfurações na zona de furca são provocadas pelo uso de brocas com pontas ativas quando se está a abrir a cavidade de acesso e se está perto do chão da câmara pulpar.

O sangramento súbito proveniente dos canais radiculares é um sinal de uma perfuração.
(Bergenholtz G. et al., 2010)

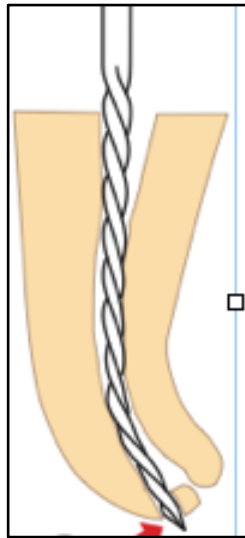


Figura 10: Formação duma perfuração a nível da raiz (Bergenholtz G. et al., 2010)

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

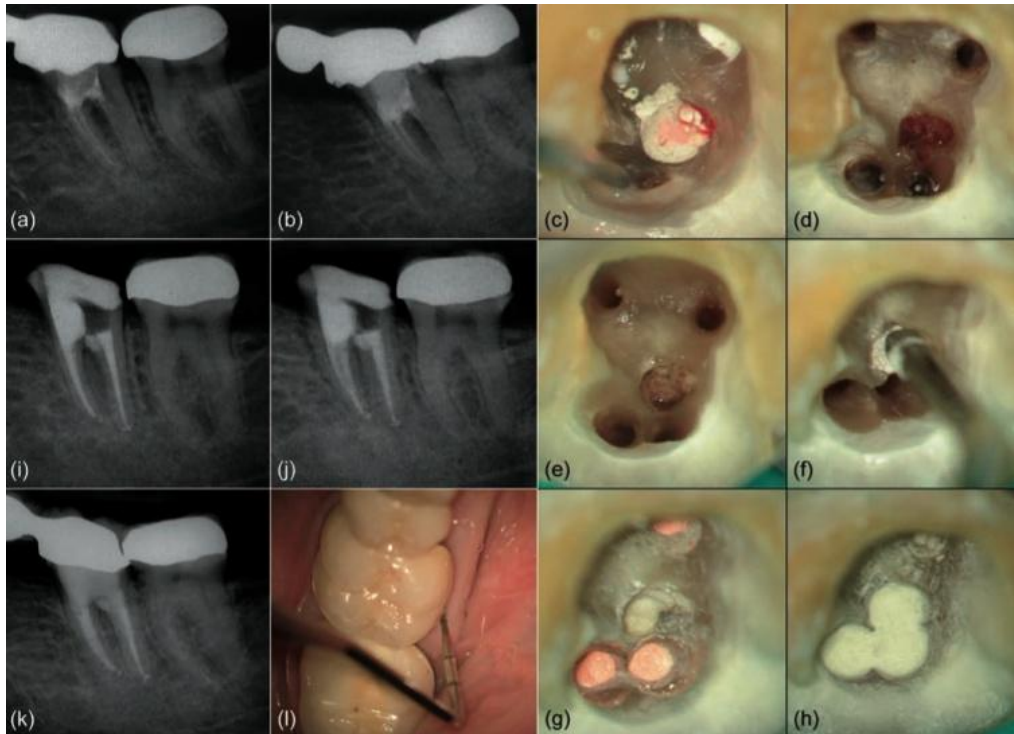


Fig. 11.25 (a–d) Clinical case of a lower molar showing an iatrogenic perforation of the pulp chamber floor. (e–h) Treatment of the defect with MTA and filling of the prepared root canals with gutta-percha. (i, j) Immediate postoperative radiographs. (k, l) One-year follow-up shows complete healing. (Courtesy of Dr J. Berghmans.)

Figura 11: Perfuração ao nível da furca com posterior tratamento com MTA (Bergenholtz G. et al, 2010).

Segundo Gordon, em 2004, a detecção rápida e o tratamento imediato de uma perfuração é primordial para um bom diagnóstico. Nem sempre o Rx facilita a detecção duma perfuração, e, por essa razão, o LEA tem um papel importante pois deteta facilmente uma possível perfuração da raiz. (Gordon, 2004)

III-Sistemas Endodônticos

1-ProTaper®

O sistema ProTaper é um dos sistemas de instrumentação mecanizada existentes no mercado. A diferença entre este sistema e os que mais à frente serão referidos, reside ao nível da rotação, já que este sistema apresenta uma rotação contínua e não recíproca. O sistema em questão recorre a limas elaboradas com NiTi, de design triangular convexo, transversal cordiforme, e confere segurança pois apresenta uma zona não cortante (ponta inactiva).

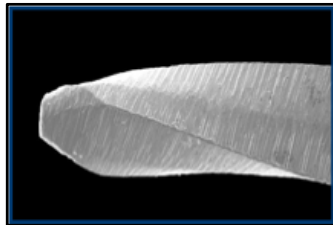


Figura 12: Ponta inativa de uma lima do sistema ProTaper (Aguiar et al., 2009).

Na composição do sistema ProTaper concorrem dois tipos diferentes de limas, as de conformação (shaping) e as de acabamento (finishing). No conjunto das limas shaping inserem-se as S1, S2 e SX, sendo esta última só utilizada quando não temos um acesso livre ao terço coronal já que elimina as interferências existentes, dando uma forma correta à porção coronal.

Apesar dos dois tipos de limas do sistema ProTaper serem introduzidas na sua totalidade no canal, cortam em locais diferentes. As S1 cortam no terço coronal; as S2 no terço médio e as F1, F2 e F3 no terço apical., realizando assim uma ação de Crown-Down puro.

As limas S1 e S2 são utilizadas ao longo de todo o CT previamente testado, cortando principalmente no terço médio e cervical do canal. Devido ao seu desenho, criam o

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
 mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

espaço necessário para a utilização do outro grupo de limas, as de acabamento que são compostas por F1, F2, F3, F4 e F5 e complementam a instrumentação, no terço apical. (Aguiar et al., 2009).



Figura 13: Limas do sistema ProTaper (Ruddle, 2005)

As limas S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5 estão disponíveis em três opções: 21, 25 e 31 mm. A lima SX apresenta um tamanho único de 19 mm.

A conicidade que estas limas apresentam, é documentado no seguinte quadro:

L.	SX		S 1		S 2		F 1		F 2		F 3		F4 / #040		F5 / #050	
	Taper	∅	Taper	∅	Taper	∅	Taper	∅	Taper	∅	Taper	∅	Taper	∅	Taper	∅
0		0.190		0.185		0.200		0.200		0.250		0.30		0.40		0.50
1	3.5%	0.225	2.0%	0.205	4.00%	0.240	7.0%	0.270	8.0%	0.330	9.0%	0.39	6.0%	0.46	5.0%	0.55
2	4.5%	0.270	3.0%	0.235	4.50%	0.285	7.0%	0.340	8.0%	0.410	9.0%	0.48	6.0%	0.52	5.0%	0.60
3	5.5%	0.325	4.0%	0.275	5.50%	0.340	7.0%	0.410	8.0%	0.490	9.0%	0.57	6.0%	0.58	5.0%	0.65
4	6.5%	0.390	4.5%	0.320	6.00%	0.400	6.5%	0.475	6.5%	0.555	6.0%	0.63	5.0%	0.63	3.5%	0.69
5	8.5%	0.475	5.0%	0.370	6.25%	0.463	6.0%	0.535	6.0%	0.615	6.0%	0.69	5.0%	0.68	4.0%	0.73
6	11.0%	0.585	6.0%	0.430	6.50%	0.528	5.5%	0.590	5.5%	0.670	5.0%	0.74	5.0%	0.73	4.0%	0.77
7	14.5%	0.730	7.0%	0.500	6.75%	0.595	5.5%	0.645	5.0%	0.720	4.5%	0.79	5.0%	0.78	4.0%	0.81
8	17.0%	0.900	8.0%	0.580	7.00%	0.665	5.5%	0.700	5.0%	0.770	4.5%	0.83	5.0%	0.83	4.0%	0.85
9	19.0%	1.090	9.0%	0.670	7.25%	0.738	5.5%	0.755	5.0%	0.820	4.5%	0.88	5.0%	0.88	4.0%	0.89
10	2.0%	1.110	10.0%	0.770	7.50%	0.813	5.5%	0.810	4.0%	0.860	4.5%	0.92	4.0%	0.92	3.5%	0.92
11	2.0%	1.130	10.0%	0.870	7.75%	0.890	5.5%	0.865	4.0%	0.900	4.5%	0.97	4.0%	0.96	3.5%	0.96
12	2.0%	1.150	10.5%	0.975	8.00%	0.970	5.5%	0.920	3.0%	0.930	4.0%	1.01	4.0%	1.00	3.5%	0.99
13	2.0%	1.170	10.5%	1.080	7.00%	1.040	4.0%	0.960	3.0%	0.960	3.0%	1.04	4.0%	1.04	3.5%	1.03
14	2.0%	1.190	11.0%	1.190	6.00%	1.100	4.0%	1.000	3.0%	0.990	3.0%	1.07	4.0%	1.08	3.5%	1.06
15			11.0%	1.200	5.00%	1.150	4.0%	1.040	3.0%	1.020	3.0%	1.10	3.0%	1.11	3.5%	1.10
16			1.200		5.00%	1.200	4.0%	1.080	3.0%	1.050	3.0%	1.13	3.0%	1.14	3.5%	1.13

Figura 14: Diferentes conicidades das limas do sistema ProTaper (Aguiar et al., 2009).

A conicidade variável ao longo das limas aumenta o efeito de corte das mesmas., principalmente ajudando na limpeza do canal, remoção de detritos e permite ter uma maior conicidade em locais específicos, não perdendo flexibilidade nem segurança. (Schafer et al., 2005).

Segundo Ruddle (2005), as limas F têm um diâmetro maior na parte superior, que diminui, sucessivamente ao longo da lima, e permite que a lima realize um corte efetivo, em áreas específicas do canal. (Ruddle, 2005).

A lima SX como desgasta menos estrutura do canal, é usada para que a conformidade a nível coronal seja otimizada.

O sistema ProTaper tem valores do torque relativamente baixos quando do seu uso por apresentar uma secção transversal e por não apresentar apoios radiais. (Schafer et al., 2005).

Técnica de instrumentação ProTaper:

A técnica em questão pressupõe as seguintes etapas:

- O acesso da cavidade de acesso e sua preparação devem ser relativamente retos, conforme recomendado em todas as técnicas de preparação do canal radicular. A localização e preparação inicial dos canais radiculares, realizam-se com pequenas limas K manuais de aço inoxidável com movimentos recíprocos de vai-e-vém, em direção apical.
- Um a dois terços coronários do canal são instrumentados utilizando limas ProTaper S1, seguida pela SX, que é levada apicalmente até que se adapte às paredes do canal radicular e esta gira em sentido horário em 3 ou 4 voltas completas até que esta trave. Girar em sentido anti-horário para que esta se desprenda e voltar a girar em sentido horário novamente para cortar naquele nível. Remover a lima, limpar a parte activa e repetir até que a longitude de trabalho seja alcançada.
- Os canais são preparados até ao CT com limas K até à medida 15 e a longitude de trabalho é obtida utilizando o LEA ou através de Rx.

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

- As limas de conformação ProTaper S1 e S2 são utilizadas com os mesmos movimentos anteriormente citados, até ao CT. Isto confere ao canal uma preparação profunda, característica que é necessária para facilitar a preparação apical e para permitir a penetração mais profunda dos compactadores e condensadores durante a obturação.
- De seguida, faz-se a preparação apical com limas F1, F2 e F3 (se necessário) com o mesmo movimento até ao CT. A preparação apical é, então, refinada utilizando limas K correspondentes, para definir o forâmen apical e alisar as paredes preparadas do canal radicular.
- Por último, procede-se à obturação do canal radicular. (Aguiar et al., 2009).

2-WaveOne®

É um sistema de lima única, utilizado recorrentemente, em endodontia. Este sistema molda o canal radicular de forma precisa, deixando-o com uma conformação cônica necessária para que se consiga uma obturação tridimensional, e cumpra as necessidades biológicas para uma irrigação adequada para a desinfecção do canal de bactérias, subprodutos destas e tecido pulpar.

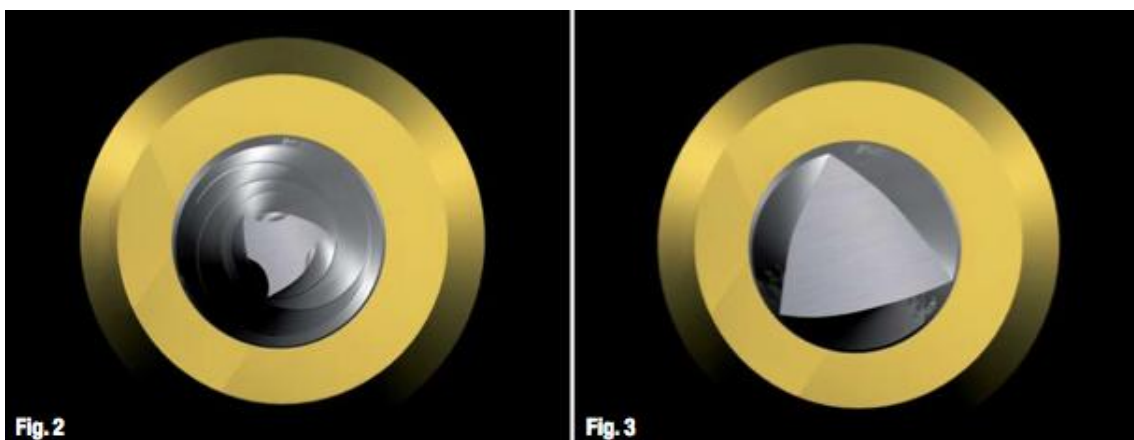


Figura 15: Secção triangular apical e secção triangular coronal das limas WaveOne, respetivamente. (Mercier, J. e Webber, J., 2012).

Estas limas são confeccionadas em NiTi/M-Wire e usam um motor pré-programado que lhes imprime movimentos horários e anti-horários, originando um movimento recíproco. São fabricadas com a tecnologia M-Wire, melhorando assim a força e a resistência à fadiga cíclica em quatro vezes menos sem comparação com outros sistemas.

Existem três tipos de limas no sistema WaveOne, com comprimentos de 21,25 e 31 mm.

A lima Small (#021.06) é usada em canais finos e quando é complicado avançar com a lima K#010. A sua conicidade é de 6%.

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

A lima Primary (#025.08) é usada na maioria dos canais. A sua conicidade é de 8%.

A lima Large (#040.08) é usada em canais com grande diâmetro e se a lima K#020 avançar facilmente até a longitude do canal. A sua conicidade é de 8%. (Mercier, J. e Webber, J., 2012).

Estas limas foram concebidas para funcionar com uma ação de corte reverso. Apresentam uma secção de corte transversal triangular modificada até à ponta. A recomendação para o uso único desta lima justifica-se pela vantagem adicional da redução da fadiga do instrumento. (Mercier, J. e Webber, J., 2012).



Figura 16: Limas do sistema WaveOne (Mercier, J. e Webber, J., 2012).

O motor Waveone (Fig. 17) é de bateria recarregável. A amplitude do movimento de sentido anti-horário (CCW) é maior do que a do movimento dos ponteiros do relógio (CW). Três ciclos alternativos completam uma rotação reversa total e os instrumentos avançam gradualmente para o canal, exigindo pouca pressão apical.

Todas as marcas de limas de NiTi podem ser usado com o motor Waveone, uma vez que tem funções adicionais relacionadas com a rotação contínua. (Mercier, J. e Webber, J., 2012).



Figura 17:Motor WaveOne (Mercier, J. e Webber, J., 2012).

Técnica de instrumentação Waveone:

A técnica em questão pressupõe as seguintes etapas:

- Eliminar as interferências coronais para criar um acesso direto ao ápice;
- Estimar a longitude de trabalho com o LEA, usando as radiografias pré-operatorias como ajuda;
- Criar uma via de permeabilidade (glyde-path) e um pré-alargamento/ pre-instrumentação (pre-flaring), usando limas K #010,15 ou 20 ou os pathfiles 1,2 e 3, e irrigar com hipoclorito de sódio a 5,25%. Em caso de dificuldades de chegar ao CT podemos ajudar com um quelante de gel;
- Seleccioanr a lima WaveOne segundo os critérios do canal e estabelecer a configuração pré-programada do motor WaveOne;
- Começar a instrumentação com a lima WaveOne seleccionada na presença do irrigante, usando movimentos “picking” para avançar passivamente a lima, até se sentir uma resistência que dificulte a progressão do canal;
- Retirar a lima, limpar e inspecionar as espiras, irrigar e permeabilizar o canal com uma lima k#010 até ao CT;
- .Repetir o processo até que a lima alcance a longitude de trabalho final, confirmando a conformação final vendo se a lima contém restos de dentina;

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

Medir o diâmetro do forâmen apical com uma lima manual de NiTi. Se esta lima ficar justa ao CT, a preparação está terminada. Se, pelo contrário, a lima manual não ficar justa, devemos usar uma lima WaveOneLarge. (Mercier, J. e Webber, J., 2012).

Nome	Calibre	Conicidade
Small	#21	6%
Primary	#25	8%
Large	#40	8%

Tabela 1: Especificações do sistema WaveOne

3-Reciproc®

Este instrumento é elaborado em NiTi/M-wire, tal como o sistema WaveOne. Apresenta como base de rotação, quer o movimento no sentido dos ponteiros do relógio, quer no sentido inverso. Como a rotação na direcção de corte é maior que no sentido inverso, o instrumento avança até ao ápice. Este movimento recíproco diminui a pressão sobre o instrumento e reduz o risco de fadiga cíclica causada por tensão e compressão. Ao mesmo tempo, assegura que o instrumento se mantém centrado no canal.

As limas foram desenhadas com tamanhos ISO e com conicidades, que, segundo a anatomia do canal, permitem uma preparação apical ótima na maioria dos casos com um instrumento único. (Quijada, S. et al. 2010).

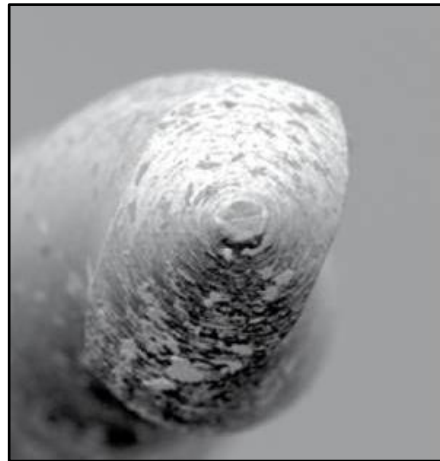


Figura 18: Ponta não cortante do sistema Reciproc (Quijada, S. et al. 2010).

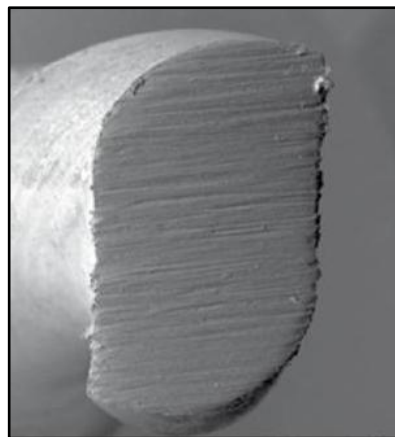


Figura 19: Secção transversal em forma de S do sistema Reciproc. (Quijada, S. et al. 2010).

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

Graças ao aumento progressivo do diâmetro dos instrumentos, estes são mais estreitos na parte final de trabalho em relação à maioria dos instrumentos cónicos NiTi de igual tamanho ISO, evitando a perda desnecessária de substância da parte coronal.

Mesmo em canais mais curvos e estreitos podem ser usadas estas limas, com um instrumento criado chamado R25.

As vantagens deste sistema são não implicar a troca de instrumentos, não ser necessária utilização prévia duma lima manual, fácil aprendizagem, o motor VDW.SILVER RECIPROC minimiza o risco de fratura, maior resistência à fadiga cíclica e mais flexibilidade das limas, sem risco de contaminação cruzada, menos passos de trabalho, menor tempo de preparação comparado com outros sistemas rotatórios, sem limpeza e esterilização dos instrumentos. (Yared, 2010)

As limas do sistema Reciproc são:

- R25 para a maioria dos canais e canais estreitos;
- R40 para canais de calibre médio;
- R50 para canais extensos e muito largos,

e apresentam conicidade de 8%, 6% e 5% e tamanhos de 21, 25 e 31mm.

Nome	Calibre	Conicidade
R25	#25	8%
R40	#40	6%
R50	\$50	5%

Tabela 2: Especificações do sistema Reciproc

Técnica de instrumentação:

A técnica em questão pressupõe as seguintes etapas:

- Criar um acesso reto ao canal;
- Selecionar o instrumento (na maioria dos casos a R25). Se o canal for totalmente visível no Rx, inserir uma lima de tamanho ISO 30 e, se entrar passivamente até ao CT, temos um canal largo. Usamos assim uma R50. Se a ISO 30 não entrar passivamente, usar ISO 20, temos assim um canal médio. Usamos uma R40;
- Depois da abertura da cavidade, aplicar líquido de irrigação na cavidade;
- Introduzir o instrumento no canal e pressionar o pedal do motor quando se alcançar a entrada do canal;
- Mover o instrumento no sentido apical para dentro e para fora, de forma lenta e exercendo uma ligeira pressão, avançando pelo canal. Deve-se fazer este movimento três vezes, limpar o instrumento e irrigar o canal;
- Repetir o passo cerca de 3-6 vezes até alcançar o CT;
- Finalmente fazer a calibragem apical. (Quijada, S. et al., 2010).



Figura 20: Limas R25, R40 e R50 do sistema Reciproc. (Quijada, S. et al., 2010).

IV-Materiais e Métodos

Para a realização desta dissertação, fez-se uma pesquisa bibliográfica, selecionando-se cerca de 78 artigos científicos e recorrendo às bases de dados da Pubmed, B-On e RCAAP, no período entre 11 de Janeiro de 2013 e 5 de Maio de 2013, com as seguintes palavras-chave: “ WaveOne”, “ProTaper”, “Reciprocating”, “cyclic fatigue”, “torsional resistance”, “endodontic instruments”, “nickel-titanium”, “canal curvature”, “endodontic treatment” e “rotary systems”.

Da pesquisa resultaram 78 artigos, dos quais foram usados cerca de 50 pois estes cumpriam os critérios previamente estabelecidos.

Foram também consultadas três obras de carácter científico, constantes da bibliografia apresentada, como suporte teórico rigoroso da presente dissertação.

V-Resultados

Referência	Amostra	Sistema Utilizado	Fadiga Cíclica	Fratura	Perfurações
Martin et al. (2003)	22 limas (12 ProTaper e 10 K3)	ProTaper e K3	N/D	Todas as limas ProTaper fracturaram em canais com angulação superior a 30°	N/D
Burklein et al. (2012)a	80 canais divididos em 4 grupos	Mtwo, ProTaper e Reciproc	N/D	Nenhuma fratura do sistema ProTaper	N/D
Plotino et al. (2012)	Grupo A: 15 limas Reciproc R25 Grupo B: 15 limas WaveOne primary	Reciproc R25 e WaveOne Primary	Reciproc apresenta melhor resistência à fadiga cíclica.	Reciproc fracturou menos, em comparação com WaveOne	N/D
Castelló-Escrivá et al. (2012),	80 instrumentos ProTaper, 24 WaveOne e 80 TF	ProTaper, WaveOne e TF	WaveOne é mais resistente que ProTaper.	N/D	N/D
Hyeon-Cheol et al. (2012)	10 instrumentos ProTaper, 10 Reciproc R25 e 10 WaveOne primary	ProTaper, Reciproc 25 e WaveOne primary	Reciproc apresenta melhor resistência à fadiga.	N/D	N/D
Arias et al. (2012)	60 instrumentos Reciproc e 60 instrumentos WaveOne	Reciproc e WaveOne	Reciproc apresenta um maior tempo de vida.	Reciproc apresenta um maior tempo de vida.	N/D
Burklein et al. (2012)	80 incisivos divididos em 4 grupos	Reciproc, Waveone, Mtwo e ProTaper	N/D	N/D	N/D

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

Varela-Patiño, P. et al. (2010)	120 canais de molares	ProTaper e K-File		ProTaper S2 mais resistente.	N/D
Pedullà, E et al (2013)	180 limas divididas em 4 grupos	Reciproc R25, WaveOne primary, Mtwo e TF	os instrumentos com movimento recíproco mostraram uma maior resistência à fadiga cíclica.	N/D	N/D

Tabela 3: Resultados a nível de fadiga cíclica, fratura, perfurações e extrusão de detritos

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

Referência	Extrusão de detritos apicais	Desvios e Falsos Trajectos	Capacidade de Limpeza	Tempo de trabalho
Martin et al. (2003)	N/D	N/D	N/D	N/D
Burklein et al. (2012)	N/D	WaveOne apresenta melhor capacidade de manter a conformidade do canal.	Reciproc apresentou melhores resultados quanto à remoção de detritos.	Reciproc foi mais rápido, seguido de WaveOne e ProTaper.
Plotino et al. (2012)	N/D	N/D	N/D	N/D
Castelló-Escrivá et al. (2012),	N/D	N/D	N/D	N/D
Hyeon-Cheol et al. (2012)	N/D	N/D	N/D	N/D
Arias et al. (2012)	N/D	N/D	N/D	N/D
Burklein et al. (2012)b	Os sistemas reciprocantes apresentam maior número de extrusão apical de detritos	N/D	ProTaper apresenta menor capacidade de limpeza.	N/D
Varela-Patiño, P.et al. (2010)	N/D	N/D	N/D	N/D
Pedullà, E et al (2013)	N/D	N/D	N/D	N/D

Tabela 4: Resultados a nível de desvios e falsos trajetos, capacidade de limpeza e tempo de trabalho.

VI-Discussão

Na sequência da análise dos artigos consultados relativos às especificidades dos sistemas estudados nesta dissertação, enumeram-se, de seguida, as principais conclusões individuais:

No estudo de Martin et al. (2003) foram utilizadas 22 limas, sendo que 12 delas eram ProTaper e 10 K3, tendo sido constatado que as limas ProTaper fraturaram em canais com angulação superior a 30°. Todas estas fraturas ocorreram no terço apical do canal, a poucos milímetros da extremidade do instrumento. As fraturas ocorreram nos canais Mesio-Vestibulares e Disto-Vestibulares em molares maxilares e em canais Mesio-Vestibulares Disto-Linguais de molares mandibulares. (Martin et al., 2003).

No estudo de Burklein et al. (2012 a), um total de 80 canais radiculares com curvaturas variando entre 25° e 39° foram divididos em quatro grupos de 20 canais. Os grupos foram distribuídos de igual forma com respeito ao ângulo e raio de curvatura do canal. Estes foram preparados da seguinte forma:

- Mtwo- tamanho 35, utilizando a técnica de um único comprimento;
- ProTaper F3- foram utilizados instrumentos com a técnica modificada de Crown-Down;
- Reciproc e WaveOne- tamanho 25, utilizando radiografias pré e pós instrumentação.

Tempos de preparação e falhas dos instrumentos foram também registados.

Durante os procedimentos com limas Protaper nenhuma delas fraturou, mantendo a curvatura original do canal. Este autor constatou que a instrumentação com Reciproc foi o mais rápido, sendo seguido do WaveOne, comparando-os com o sistema ProTaper. Como capacidade de remoção de detritos, Reciproc apresentou melhores resultados no terço apical, e com ProTaper constatou que era o que tinha mais detritos residuais. Quanto à capacidade de manter a conformidade do canal, WaveOne apresenta maior capacidade, seguido de ProTaper e Reciproc, apesar das diferenças não serem significativas. (Burklein et al., 2012 a)

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

No estudo de Plotino et al. (2012) foram feitos e testados dois grupos de 15 instrumentos de NiTi de tamanhos de 25mm idênticos. O grupo A engloba as limas Reciproc R25 e o grupo B as limas WaveOne primary. Testes de fadiga cíclica foram executados em canais artificiais pela reprodução do tamanho do instrumento e conicidade. Uma simulação de uma raiz com um ângulo de 60° e um raio de curvatura de 5 milímetros foi construída para ambos os instrumentos testados. Este autor refere que o sistema Reciproc apresenta uma maior capacidade de resistência à fratura comparando com WaveOne, concluindo assim que apresenta uma maior resistência à fadiga cíclica. (Plotino et al., 2012).

No estudo de Castelló-Escrivá et al. (2012), foram utilizados 80 instrumentos ProTaper F2, 24 WaveOne 25.08 e 80 instrumentos TF. Estes instrumentos foram escolhidos porque têm o mesmo tamanho e conicidade. O dispositivo de teste de fadiga consistiu em 4 canais curvos de aço inoxidável com ângulos diferente e raio de curvatura. Os 4 canais tinham 20 milímetros de comprimento, com ponta de 0.20 mm e 09 de conicidade.

Os instrumentos ProTaper e TF foram utilizados num motor elétrico (X-Smart), usando um movimento rotativo convencional. Os instrumentos WaveOne foram utilizados no motor WaveOne (Dentsply Maillefer). Os instrumentos foram sincronizados com o tempo por um cronómetro. O tempo foi parado quando a fratura foi detectada e o tempo foi então convertido em número de ciclos até à falha. O autor pôde concluir que o sistema WaveOne foi mais resistente à fadiga que ProTaper, também no mesmo estudo, a instrumentação mecanizada do tipo reciprocante mostra-nos um tempo de vida maior em relação à fadiga cíclica comparativamente com ProTaper. (Castelló-Escrivá et al., 2012).

Segundo o estudo de Hyeon-Cheol et al. (2012), foram utilizadas duas marcas de limas de NiTi comercializadas, sendo estas testadas com movimentos de vai-e-vém. As limas Reciproc tinham uma secção transversal em forma de S e as WaveOne com uma secção transversal triangular, côncava. Ambos os instrumento Reciproc R25 e WaveOne primary tem um tamanho de 25 ISO, na ponta cônica e de 0,80 a 3 milímetros apicais. Outro instrumento utilizado, ProTaper F2, tem uma seção triangular convexo com o mesmo tamanho da ponta apical e conicidade apical. Todas as limas utilizadas nesta experiência foram de 25 mm de comprimento, cada sistema foi utilizado com 10

instrumentos num ensaio de fadiga e um ensaio de resistência à torção. Como resultados do estudo deste autor, Reciproc tem a melhor resistência à fadiga cíclica, seguida do sistema WaveOne e, por último, ProTaper. Porém, a força de torção exercida nas limas, por ordem decrescente é WaveOne, Reciproc e ProTaper. (Hyeon-Cheol et al., 2012).

Arias et al. (2012) estudaram 60 limas Reciproc e 60 WaveOne que foram fixadas a um dispositivo específico e testadas em canais de aço com raio de 3 mm e 60° ângulo de curvatura. O motor utilizado foi programado, tal como definido por cada fabricante, e o movimento alternado específico foi seguido. Trinta limas de cada marca foram testadas a 5 milímetros, e 30 foram testadas a 13 milímetros de suas pontas. O tempo até às falhas foram registados. Estes autores constataram que Reciproc tem um tempo de vida maior que WaveOne. (Arias et al., 2012).

No estudo de Burklein et al. (2012 b) foram utilizados 80 incisivos centrais inferiores humanos que foram divididos aleatoriamente em 4 grupos. Os canais radiculares foram instrumentados de acordo com as instruções dos fabricantes dos sistemas Reciproc e Waveone, Mtwo e ProTaper. Água destilada foi usada como irrigante. O material extruído apicalmente foi recolhido em frascos de vidro utilizando o método de Myers e Montgomery. Após a secagem, o peso médio de detritos foi avaliada com uma microbalança e analisados. O tempo necessário para preparar os canais com os diferentes instrumentos também foi registado. No final do estudo, estes constataram que os sistemas reciprocantes apresentam maior número de extrusão apical de detritos do que os sistemas de rotação contínua. o sistema ProTaper, apesar de causar mais detritos dentários, apresenta maior capacidade de remoção de istmos, comparativamente com o sistema WaveOne. (Burklein et al. 2012b)

No estudo de Varela-Patiño, P. et al. (2010), foi realizada a instrumentação de 120 canais radiculares de molares com um ângulo de curvatura superior a 30 graus, com rotação alternada. Foram estabelecidos dois grupos. O grupo A: 60 canais graus no sentido anti-horário de 45 graus de rotação anti-horária. O grupo B foi utilizado com rotação contínua. Concluíram que os instrumentos ProTaper S1 e S2 são aqueles que se obtém a maior diferença na utilização com a rotação alternada, com sendo S2 o mais

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

resistente a fracturas ou deformação com os dois tipos de movimento utilizado. (Varela-Patiño, P. et al., 2010).

Foi estudado por Pedullà, E et al. (2013) um total de 180 limas de níquel-titânio de 4 marcas comercializadas, 2 marcas para uso em movimento alternativo (Reciproc R25 e WaveOne primary) e 2 marcas para uso em rotação contínua (Mtwo e TF), sendo estas submetidas ao estudo. Quarenta e cinco instrumentos para cada marca foram divididos em 3 grupos em função do movimento do ensaio: a rotação contínua (Grupo 1: 300 rpm) e de movimento recíproco (grupo 2: "RECIPROC ALL" e grupo 3: "Waveone ALL" . A resistência à fadiga cíclica foi determinada por contagem do número de ciclos até à falha de uma curva de 60 ° com um raio de 5 mm. Os dados foram analisados por meio de análises de 2 vias de variância. Concluíram estes autores que os instrumentos com movimento recíproco mostraram uma resistência à fadiga significativamente maior em comparação com todas as marcas de rotação contínua. Não foram encontradas diferenças entre os dois movimentos alternativos. (Pedullà, E et al., 2013).

VII- Conclusão

Após a leitura e análise dos artigos em que esta dissertação se baseia, podemos constatar que nenhum dos sistemas abordados apresenta apenas vantagens, não podendo, considerar, nenhum deles, como ideal. De facto, e analisando os dados transcritos nas tabelas 3 e 4, todos eles apresentam desvantagens em todos os parâmetros avaliados.

Assim sendo, podemos tirar as seguintes conclusões:

- A nível de fadiga cíclica e resistência à fratura do instrumento, o melhor sistema é o Reciproc.
- Quanto à extrusão de detritos provocados pela instrumentação, o melhor sistema é ProTaper.
- Em relação a desvios e falsos trajetos, o que mantém melhor a curvatura anatómica do canal é o sistema WaveOne.
- Sobre a capacidade de limpeza, o sistema mais eficaz é o Reciproc.
- Por fim, quanto ao tempo de trabalho, o sistema mais rápido é o Reciproc.

Da pesquisa efetuada e da análise relativa aos três sistemas apresentados e explorados nesta dissertação, resulta como sistema de eleição o sistema Reciproc, pelas vantagens a devido tempo enumeradas.

Podemos concluir também que, apesar de nenhum dos sistemas ser o ideal, apresentam-se como uma boa ferramenta de auxílio clínico na instrumentação endodóntica. Recomenda-se, desta forma, que sejam elaborados mais estudos *in vivo* para se obterem resultados mais fiáveis e em maior escala e, assim, aferir qual o melhor sistema, nomeadamente, nos itens que não consegui obter tanta informação.

VIII-Referências Bibliográficas

Aguiar, C. et al. (2009). *Assessment of canal walls after biomechanical preparation of root canals instrumented with Protaper. Universal Rotary System.* *Jorn App Oral Scie*; 2009; 17(6): 590-595.

Ankrum, MT. (2004). *K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars.* *Journal of Endodontics*;30:234-7.

Arias, A. et al. (2012). *Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of Reciproc and WaveOne new files.* *JOE*; 2012;38;9

Baumann, MA. et al. (2004). *ProTaper NT system.* *Dental Clinics of North America* 48, 87-111.

Bergenholtz, G. et al. (2010). *Textbook of Endodontology.* 2º edição, Wiley-Blackwell, pp. 169-190.

Burklein, S. et al. (2012)a. *Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-file and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems.* *JOE*;2012;38;850-2.

Burklein, S. et al. (2012)b. *Shaping ability and cleaning effectiveness of two single file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper.* *JOE*;2012;45;449-461

Castelló-Escrivá, R. et al. (2012). *In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of ProTaper, WaveOne, and twisted files.* *JOE*;2012;28;11.

Cohen, S. et al. (2006). *Pathways of pulp,* 9ª ed. St. Louis: Mosby.

Dalton, BC. et al. (1998). *Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation.* *J Endod*; 1998; 24:763-7.

Dummer, PM. McGinn, JH. e Rees, DG. (1984). *The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen*. Int. Endod. J. 1984; 17: 192–8.

Fleming, C. et al. (2010). *Comparison of Classic Endodontic Techniques versus Contemporary Techniques on Endodontic Treatment Success*. JOE; 2010; 36: 414-418.

Gabel, WP. et al. (1999). *Effect of rotational speed on nickel-titanium file distortion*. Journal of Endodontics; 25(11):752–4.

Gambarini, G. (2000). *Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation*. Endod Dent Traumatol ;16(3):95-100.

Gambarini, G. (2001). *Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low- and high-torque endodontic motors*. JOE; 2001; 27(12):772-4.

Gambarini, G. et al. (2012). *Influence of different angles of reciprocation on the cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic instruments*. JOE; 2012

Gordon, MPJ. e Chandler, NP. (2010). *Electronic apex locators*. Int. Endod. J. 2004; 37: 425–37.

Guelzow, A. et al. (2005). *Comparative study of six rotary nickel–titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation*. IntEndod J; 2005; 38: 743-752.

Hulsmann, M. e Stryga, F. (1993). *Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation*. J Endodontic; 1993; 19: 141-45.

Hulsmanan, M. Peters, OA. eDummer, PMH. (2005). *Mechanical prepreparation of root canals: shaping goals, techniques and means*. Endodontic Topics; 2005; 10: 30-76.

Hyeon-Cheol, K. et al. (2012). *Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: reciproc versus WaveOne*. JOE; 2012;38;4

Kim, J. et al. (2012). *Effect from cyclic fatigue of nickel-titanium rotary files on torsional resistance*. JOE;2012;38;4.

Martin, B. et al. (2002). *The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments*. JOE; 2002; 28(7):540–2.

Martin, B. et al. (2003). *Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments*. IntEndod J; 2003; 36: 262–266.

McSpadden, JT. (2006). *Mastering Endodontic Instrumentation*. Arbor Books, Inc pp.10.

Mercier, J. e Webber, J. (2012). *All for one, one for all*. [Em linha] Disponível em www.dentsplymaillefer.com. [Consultado em 23/03/2013]

Moreira, E. (2013). Instrumentos ProTaper sistema de instrumentos com conicidades variáveis. [Em linha]. Disponível em http://www.dentsply.com.br/isogesac/imgcatalogo/clinical3_protaper.pdf. [Consultado em 23/03/2013].

O'Connell, OT. e Brayton, SM. (1975). *Evaluation of root canal preparation with two automated endodontic handpieces*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol; 1975; 39: 298-303.

Parashos, P. Gordon, I. e Messer, H. (2004). *Factors Influencing Defects of Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments After Clinical Use*. JOE; 2004; 30(10), 722-725.

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

Pedullà, E et al (2013). *Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments*. JOE; 2013; 39(2).

Peters, OA. et al. (2003). *ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy*. IntEndod J; 2003; 36, 93–99

Peters, OA.Barbakow, F. e Peters, CI. (2004). *An analysis of endodontic treatment with three nickel-titanium rotary root canal preparation techniques*. IntEndod J; 2004; 37: 849–859.

Peter,s OA. e Paqué, F. (2010). *Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review*. Quintessence Int; 2010; 41(6), 479-88.

Plotino, G. et al. (2012). *Cyclic fatigue of reciproc and WaveOne reciprocating instruments*.JOE;2012;45;614-618.

Quijada, S. et al. (2010). Sistema reciprocante de instrumentación. Lima única Reciproc. [Em linha]. Disponível em <http://www.infomed.es/rode/index.php?option=com_content&task=view&id=234&Itemid=1> [Consultado em 10/04/2013].

Reciprocone file endo. [Em linha]. Disponível em <http://www.vdw-reciproc.de/images/stories/pdf/RECIPROC_DFU_de_en_fr_it_es_cs_pl_ro_tr_el_pt_ru_zh_ko_sr_sv_da_hu_content.pdf>. [Consultadoem 13/03/2013].

Ricucci, D. eLangeland, K. (1998).*Apical limit of root canal instrumentation and obturation. Part 2: a histological study*. Int. Endod. J. 1998; 31: 394–409.

Roane, JB. (1998). *Balanced force, crown-down preparation, and inject-R Fill obturation*.

Ruddle, C. (2005).*The ProTaper technique*. Endodontic Topics 2005, 10, 187–190

Sattapan, B. et al. (2000). *Defects in rotary nickel–titanium files after clinical use*. JOE; 2000; 26, 161–165.

Schafer, E.Erler, M. eDammachke, T. (2005). *Influence of different types of automated devices on the shaping ability of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments*. IntEndod J; 2005; 38: 627–636.

Schilder, H. (1974). *Cleaning and shaping the root canal*. Dental Clinics of North America; 18, 269–96

Soares, I, eGoldberg, F. (2002). *Endodoncia Técnicas e Fundamentos*. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.

Spanaki-Voreadi, P. et al.(2006). *Failure mechanism of ProTaper Ni-Ti rotary instruments during clinical use: fractographic analysis*. International Endodontic Journal; 39(3):171-17.

Sunada, I. (1962). *New method for measuring the length of the root canal*. J. Dent. Res. 1962;41:375-8.

Ushiyama, J. (1983). *New principle and method for measuring the root canal length*. J. Endod. 1983; 9: 97–104.

Varela-Patiño, P.et al. (2010). *Alternating versus Continuous Rotation: A Comparative Study of the Effect on Instrument Life*. JOE; 2010; 36(1):157-159.

Yared, G. et al. (2004). *Accuracy of the DTC torque control motor for nickel-titanium rotary instruments*. IntEndod J; 2004; 37(6):399-402.

Yared, G. et al. (2008). *Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations*. IntEndod J. 2008; 41(4):339-44.

Comparação entre três sistemas diferentes de instrumentação
mecanizada: ProTaper, WaveOne e Reciproc

Yared, G. (2010). Reciproc one file endo.[Em linha]. Disponível em <http://www.vdw-reciproc.de/images/stories/pdf/produktbroschuere_a4_reciproc_es_web.pdf>.[Consultado em 11/03/2013].