

ANA SOFIA MORGADO PINTO FONSECA E ALMEIDA

**Técnicas e Sistemas de Desobturação Canalar no Retratamento Endodôntico Não  
Cirúrgico**

Faculdade de Ciências da Saúde

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2016







ANA SOFIA MORGADO PINTO FONSECA E ALMEIDA

**Técnicas e Sistemas de Desobturação Canalar no Retratamento Endodôntico Não  
Cirúrgico**

Faculdade de Ciências da Saúde

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2016



ANA SOFIA MORGADO PINTO FONSECA E ALMEIDA

**Técnicas e Sistemas de Desobturação Canalar no Retratamento Endodôntico Não  
Cirúrgico**

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

---

(Ana Sofia Morgado Pinto Fonseca e Almeida)



## RESUMO

Na prática clínica, a diversidade de instrumentos manuais, rotatórios ou reciprocantes, dificulta a seleção do sistema a aplicar no retratamento dentário não cirúrgico.

O presente trabalho teve como objetivo comparar diferentes instrumentos quanto a diferentes parâmetros: capacidade de remoção de Gutta-Percha (GP), extrusão apical de detritos, fratura de instrumentos, e ocorrência de iatrogenias. Neste trabalho foram utilizadas 111 publicações posteriores a 2011, obtidas via *PubMed* e *Science Direct*.

A análise da bibliografia indica que, independentemente do sistema, não é possível remover todo o material obturador das paredes radiculares, sendo esta tarefa dificultada em canais curvos e na área apical. Verifica-se que a remoção de GP melhora no sentido: limas H, ProTaper, e Mtwo. O sistema Reciproc foi associado a melhores desempenhos e a menores tempo de trabalho, do que os sistemas de rotação contínua.

Nenhum dos instrumentos analisados é capaz de evitar a extrusão apical de detritos na totalidade. Apesar de resultados dispare, a maioria dos estudos assume que o sistema Reciproc provoca menor extrusão apical de detritos.

Em Endodontia, as duas principais causas da fratura de instrumentos são a fadiga cíclica e a torção. A maioria dos estudos concordam que o movimento reciprocante, como o do Reciproc, aumenta a resistência à fractura e a resistência à torção, mantendo a anatomia original do canal.

Relativamente à produção de perfurações e fracturas radiculares, a superioridade dos instrumentos NiTi relativamente às limas manuais não foi clara. De acordo com a literatura, o sistema Reciproc, constituído por liga de NiTi M-Wire, está associado a menos eventos iatrogénicos.

Finalmente, conclui-se que futuros estudos seriam benéficos para esclarecer o potencial dos diferentes sistemas estudados.

**Palavras-Chave:** *retratamento endodôntico, insucesso endodôntico, limas H, brocas Gates-glidden, brocas de Peeso, ProTaper® Retratamento, Mtwo, e Reciproc, remoção de Gutta-Percha, extrusão apical de detritos, fractura de instrumentos, iatrogenias.*



## ABSTRACT

In clinical practice, the diversity of manual, rotatory and reciprocating instruments complicates the selection of the system to be used for nonsurgical dental retreatment.

This study aimed to compare different instruments regarding different parameters: removability of Gutta-Percha (GP), apical extrusion of debris, fracture of instruments and occurrence of iatrogenic processes. In this study, we used 111 publications later to 2011, obtained through PubMed e Science Direct.

The bibliographic analysis indicates that, regardless of the system, it is not possible to remove all the filling material of the root walls and the difficulty of this task is higher for curved canals and in the apical area. It appears that the removal of GP improves towards H files, ProTaper and Mtwo. The Reciproc system was associated with better performance and lower working time, when compared with rotatory systems

The considered instruments are not capable of fully preventing the apical extrusion of debris. Despite the different results, most studies assume that the Reciproc system produces the least apical extrusion of debris.

In Endodontics, the two main causes of instrument fracture are cyclic fatigue and torsion. Most studies agree that the reciprocating movement, as in the Reciproc system, increases the fracture toughness and resistance to torsion, while maintaining the original canal anatomy.

Regarding the production of perforations and root fractures, the superiority of NiTi instruments compared to manual files was not clear. According to the literature, the Reciproc system, made of NiTi alloy M-Wire, is associated with less frequent iatrogenic events.

Finally, it is concluded that future studies would be beneficial to clarify the potential of the different systems analyzed.

**Keywords:** *endodontic retreatment, endodontic failure, H files, Gates-Glidden drills, Peeso drills, ProTaper Retreatment, Mtwo and Reciproc, Gutta-Percha removal, apical extrusion of debris, fracture of instruments, iatrogenic.*



**Aos meus pais e ao meu irmão**



## AGRADECIMENTOS

Queria agradecer aos meus pais por me proporcionarem ser o que sempre quis ser, por serem os meus alicerces sem os quais não me poderia firmar. Ao meu pai que nunca me deu nenhuma ideia de que eu não poderia fazer ou ser o que quisesse e por preencher sempre a minha vida de alegria.

À minha mãe por nunca me deixar desistir e me incentivar sempre a continuar, por confiar em mim e principalmente por me lembrar sempre que a vida não é só estudar.

Ao meu irmão sem o qual eu não seria metade do que sou hoje, és o meu porto de abrigo.

À minha amiga e, muitas vezes, segunda mãe Sueli Couto pela paciência infinita que tem para mim, por me salvar sempre e me dar os melhores conselhos do mundo fazendo com que eu escolha sempre o melhor caminho.

À minha madrinha Ana Carrulo por se preocupar sempre comigo.

À Lúcia, o meu anjo na terra.

Às minhas melhores amigas, Jaqueline Marques por estar sempre comigo desde o dia em que nasci, és como uma irmã, à Carla Pinto por ser a excelente amiga que é, uma inspiração para mim, e à Anabela Fernandes por seres incansável, querida amiga.

À minha amiga Ana Carla Felga e ao meu mini melhor amigo Gabriel Felga Peixoto, por serem como família para mim.

Ao meu amigo Ricardo Paixão, obrigada por tudo, és espetacular.

Às minhas colegas: Cátia Carvalho, Joana Azevedo, Jéssica Pinto, Márcia Ventura, e Soraia Queirós que tornaram este percurso académico bem mais fácil e divertido.

À pessoa que mais gosto na faculdade, a menina Cristina, nunca vou conseguir agradecer toda a amizade, apoio, carinho, por sempre acreditar em mim às vezes mais que eu própria. Levo comigo uma amiga para vida, continuamos sempre juntas.

Queria agradecer também à menina Clara e à Tânia por estarem sempre disponíveis para me ajudar.

Queria agradecer a todos os professores que foram meus mentores e moldaram o meu percurso académico. Queria fazer um agradecimento especial aos Professores: Ana Teles, Alexandra Martins, Natália Vasconcelos e José Macedo, por tudo o que me ensinaram, por todos os incentivos e críticas construtivas e por terem sido tão meus amigos.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Luís Martins, pela sua disponibilidade e ajuda na realização deste trabalho.

## ÍNDICE

<b>Resumo .....</b>	<b>v</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>vii</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>xv</b>
<b>Índice de Tabelas .....</b>	<b>xvii</b>
<b>Índice de Siglas e Abreviaturas .....</b>	<b>xix</b>
<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>II. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>1. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>5</b>
<b>2. CAUSAS DO INSUCESSO DO TRATAMENTO ENDODÔNTICO NÃO CIRÚRGICO (TENC).....</b>	<b>8</b>
<b>3. TÉCNICAS E SISTEMAS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO NÃO CIRÚRGICO (RTENC).....</b>	<b>13</b>
<b>i. Instrumentos Endodônticos Manuais .....</b>	<b>13</b>
<i>1. Limas H (Hedström).....</i>	<i>13</i>
<b>ii. Instrumentos Mecanizados Rotatórios .....</b>	<b>15</b>
<i>1. Brocas de Gates-Glidden .....</i>	<i>16</i>
<i>2. Brocas de Peeso .....</i>	<i>18</i>
<i>3. ProTaper® Retratamento.....</i>	<i>20</i>
<i>4. Mtwo.....</i>	<i>22</i>
<b>iii. Instrumentos Mecanizados Reciprocantes.....</b>	<b>24</b>
<i>1. Reciproc .....</i>	<i>24</i>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>i. Capacidade de remoção de Gutta-Percha .....</b>	<b>26</b>
<b>ii. Extrusão apical de detritos .....</b>	<b>30</b>
<b>iii. Fratura de instrumentos .....</b>	<b>34</b>

<b>iv. Iatrogenias processuais .....</b>	<b>37</b>
1. <i>Perfurações e fracturas radiculares .....</i>	<i>38</i>
2. <i>Desvios e transporte apical.....</i>	<i>41</i>
<b>III. CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
<b>Figura 1:</b> Pesquisa bibliográfica nas bases de dados electrónicas: <i>PubMed</i> e <i>Science Direct</i> .	6
<b>Figura 2:</b> Causas do insucesso em tratamentos anteriores de canais radiculares e respectivos valores percentuais. Adaptado de Song <i>et al.</i> (2011).	11
<b>Figura 3:</b> Limas Hedström (Dentsply Maillefer, 2016c).	14
<b>Figura 4:</b> Limas Gates-Glidden de diferentes tamanhos (Dentsply Maillefer, 2016a).	17
<b>Figura 5:</b> Brocas de Peeso de diferentes dimensões (Patterson Dental, 2016).	19
<b>Figura 6:</b> As três limas <i>ProTaper Universal Retreatment</i> : D1 (30/.09), D2 (25/.08) e D3 (20/.07) para desobturação do terço coronal, médio e apical, respectivamente. Adaptado de Dentsply Maillefer (2016b).	21
<b>Figura 7:</b> Sequência básica de limas Mtwo (VDW, 2016).	23
<b>Figura 8:</b> Limas Reciproc (Dentsply Maillefer, 2015).	25



## ÍNDICE DE TABELAS

	<i>Pág.</i>
<b>Tabela 1:</b> Pesquisa bibliográfica nas bases de dados electrónicas e combinações de palavras chave utilizadas.	7
<b>Tabela 2:</b> Percentagem de sucessos após TENC e respectivos intervalos de confiança (IC). Adaptado de Ng <i>et al.</i> (2010) <i>cit. in</i> Balto (2011).	9
<b>Tabela 3:</b> Tamanhos ISO de brocas Gates-Glidden. Adaptado de Krell (2009).	17
<b>Tabela 4:</b> Tamanhos ISO de brocas Peeso. Adaptado de Krell (2009).	19
<b>Tabela 5:</b> Análise da literatura relativamente à capacidade dos diferentes sistemas em remover Gutta-Percha.	27
<b>Tabela 6:</b> Análise da literatura relativamente à extrusão apical de detritos associada à manipulação de diferentes instrumentos endodônticos.	32



## ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAE - *American Association of Endodontists*

ADA - *American Dental Association*

ANSI - *American National Standards Institute*

CIVMR - Cimento de Ionómero de Vidro Modificado por Resina

CT - Tomografia Computorizada

ESE - *European Society of Endodontology*

FDI - *Federation Dentaire International*

GG - Gates-Glidden

GP - Gutta-percha

IC - Intervalos de Confiança

ISO - *Standart International Organization*

ISO-FDI - *Standart International Organization - Federation Dentaire International*

NiTi - Níquel-Titânio

PTU - ProTaper Universal

RCP - Reciproc

RTENC - Retratamento endodôntico não cirúrgico

TENC - Tratamento endodôntico não cirúrgico



## I. INTRODUÇÃO

A Endodontia é a área da medicina dentária dedicada à prevenção e tratamento das doenças pulpares e peri-radiculares, que afetam os tecidos dentários duros e a polpa, bem como aqueles que rodeiam as raízes, o ligamento periodontal e o osso alveolar (ESE, 2006).

Com os avanços técnicos e científicos na área da Endodontia, as extrações dentárias têm diminuído, sendo que a manutenção de um dente natural com um bom prognóstico é preferível à sua perda ou substituição. De acordo com Barnes e Patel (2011), o nosso conhecimento e capacidade de diagnosticar a doença do âmbito endodôntico continuam a aumentar.

O tratamento Endodôntico é o tipo de tratamento mais usado para manter um dente funcional, criar um espaço estéril, e assim, prevenir a infecção ou reinfeção (Roda e Gettleman, 2011). Na literatura são apontados vários fatores responsáveis pelo insucesso do tratamento endodôntico, nomeadamente: a persistência de bactérias, o preenchimento inadequado do canal, erros iatrogênicos, e complicações com a instrumentação (Tabassum e Khan, 2016).

Em caso de insucesso, o Retratamento Endodôntico Não Cirúrgico (RTENC) é uma alternativa de primeira escolha. O RTENC é atualmente um tratamento de rotina em Medicina Dentária (Roda e Gettleman, 2011).

Basicamente, o retratamento consiste na remoção do material obturador, na reinstrumentação e reobturação do sistema de canais, com o objetivo de superar as deficiências da terapia endodôntica anterior (Roda e Gettleman, 2011).

A cavidade de acesso deve permitir uma aproximação direta à entrada dos canais e conservar o mais possível a estrutura dentária. O acesso ideal ocorre quando se consegue que os instrumentos acedam aos canais sem a interferência das paredes da cavidade (Atmeh e Watson, 2016). Infelizmente, quando o dente necessita de retratamento endodôntico, a sua estrutura remanescente encontra-se alterada e, por vezes, muito diferente da anatomia original do dente (Atmeh e Watson, 2016).

A preparação do canal radicular é uma das mais importantes etapas no tratamento endodôntico e está diretamente ligada à desinfecção simultânea e subsequente (Peters *et al.*, 2001, Munoz *et al.*, 2014). O seu objetivo é eliminar o tecido pulpar, bactérias, materiais obturadores e outros produtos derivados, e também fornecer uma forma adequada para a obturação do canal radicular, respeitando a sua anatomia original (Burroughs *et al.*, 2012, Sonntag *et al.*, 2006).

A terapia endodôntica tem atingido elevadas taxas de sucesso devido ao desenvolvimento dos equipamentos e técnicas de instrumentação, desinfecção e obturação. Adicionalmente, o profissional consegue resolver um grande número de casos clínicos num curto período de tempo (Meireles *et al.*, 2013). Os instrumentos têm sofrido uma evolução contínua em termos de *design* e também de materiais, desde instrumentos manuais feitos em aço inoxidável até às limas rotatórias de Níquel-Titânio (NiTi), e mais recentemente, instrumentos em liga NiTi M-Wire (Atmeh e Watson, 2016).

Como indicado por Patel e Barnes (2011), o objectivo de instrumentação é garantir um espaço adequado para o acesso dos desinfectantes ao sistema do canal radicular, remover detritos e tecido inflamado infectado, e criar uma forma adequada para a obturação do canal radicular (Patel e Barnes, 2011).

Inicialmente, a instrumentação do canal radicular era feita usando limas manuais de aço inoxidável. O uso de limas de aço inoxidável em canais radiculares curvos pode ser um grande problema, especialmente para limas de diâmetros superiores ao tamanho ISO 20 (Patel e Barnes, 2011). Na década de 1980 foram introduzidas as limas de NiTi.

Sabe-se que a liga de níquel-titânio é resiliente, resistente, e tem um baixo módulo de elasticidade (Thompson, 2000). Concomitantemente, apresenta maior flexibilidade, o que facilita a instrumentação de canais curvos e concede uma maior resistência a fraturas por torção em relação às limas em aço inoxidável (Alapati *et al.*, 2009). Os instrumentos de NiTi têm melhorado a qualidade técnica de instrumentação. Estes instrumentos têm mostrado preparar canais radiculares com curvas acentuadas com menos erros processuais do que os instrumentos manuais em aço inoxidável (Schafer e Burklein, 2012).

No seu artigo que discute os avanços da instrumentação em endodontia, Patel e Barnes (2011) indicam os benefícios clínicos da instrumentação com limas de NiTi: requerem menor tempo de preparação, o canal é preparado com menor número de limas, e com menor fadiga do profissional ou do paciente.

Com as ligas de NiTi, iniciou-se o desenvolvimento de instrumentos rotatórios. O mercado de produtos dentários está repleto de marcas de instrumentos de NiTi que se distinguem nos tamanhos de ponta, na forma da secção transversal, na conicidade e na presença ou ausência de espiras (Patel e Barnes, 2011).

Novos instrumentos foram recentemente introduzidos que usam um movimento recíprocante ao invés da rotação contínua (Burklein *et al.*, 2012, Berutti *et al.*, 2012).

O primeiro estudo feito com movimento recíprocante foi publicado por Yared (2008). As mudanças alternadas na direção de rotação dos sistemas recíprocantes foram concebidas por, em teoria, reduzirem o número de rotações dos instrumentos. Assim, de acordo com Varela-Patino *et al.* (2010), reduzem a fadiga cíclica do instrumento comparado com a fadiga cíclica imposta pelo movimento rotatório consistente.

Com a intenção de simplificar as técnicas de instrumentação, os sistemas de limas NiTi recíprocantes servem única e exclusivamente para reduzir as fraturas induzidas por torção (Varela-Patino *et al.*, 2010).

Estas limas são feitas de liga NiTi M-Wire, produzido por um novo processo termomecânico que otimiza a microestrutura do NiTi (Perez-Higueras *et al.*, 2014). A liga NiTi M-Wire foi introduzida recentemente para melhorar a resistência à fadiga cíclica dos sistemas de NiTi (Shen *et al.*, 2015).

Na prática clínica surgem frequentemente dúvidas sobre a seleção dos sistemas de instrumentação manual e mecanizado. Assim, através de pesquisa bibliográfica, pretendeu-se refletir sobre as causas do insucesso do Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico (TENC).

A eficácia de Técnicas e Sistemas de Desobturação do Retratamento Endodôntico Não Cirúrgico (RTENC) foi analisada. Assim, pretendeu-se comparar a eficácia de alguns

Instrumentos Endodônticos Manuais e de Baixa Rotação, de Instrumentos Mecanizados Rotatórios e Instrumentos Mecanizados Reciprocantes.

Para atingir o objetivo enunciado, foram utilizadas fontes bibliográficas publicadas a partir de 2011, e obtidas através do *PubMed* e *Science Direct*. De entre os diferentes instrumentos disponíveis no mercado, a pesquisa bibliográfica incidiu nas Limas H (Hedström), Brocas de Gates-Glidden, Brocas de Peeso, ProTaper Retratamento, Mtwo, e Reciproc.

A eficiência destes sistemas foi avaliada tendo em consideração (i) a capacidade de remoção de Gutta-Percha, (ii) a extrusão apical de detritos, (iii) a fratura de instrumentos, e (iv) iatrogenias processuais, incluindo perfurações e fracturas radiculares e desvios e transporte apical.

## **II. DESENVOLVIMENTO**

### **1. MATERIAL E MÉTODOS**

Os motores de busca *PubMed* e *Science Direct* foram selecionados para obter diferentes artigos científicos e, assim refletir sobre a eficácia de Técnicas e Sistemas de Desobturação do Retratamento Endodôntico Não Cirúrgico (Figura 1).

Os critérios de inclusão foram cuidadosamente selecionados e aplicados:

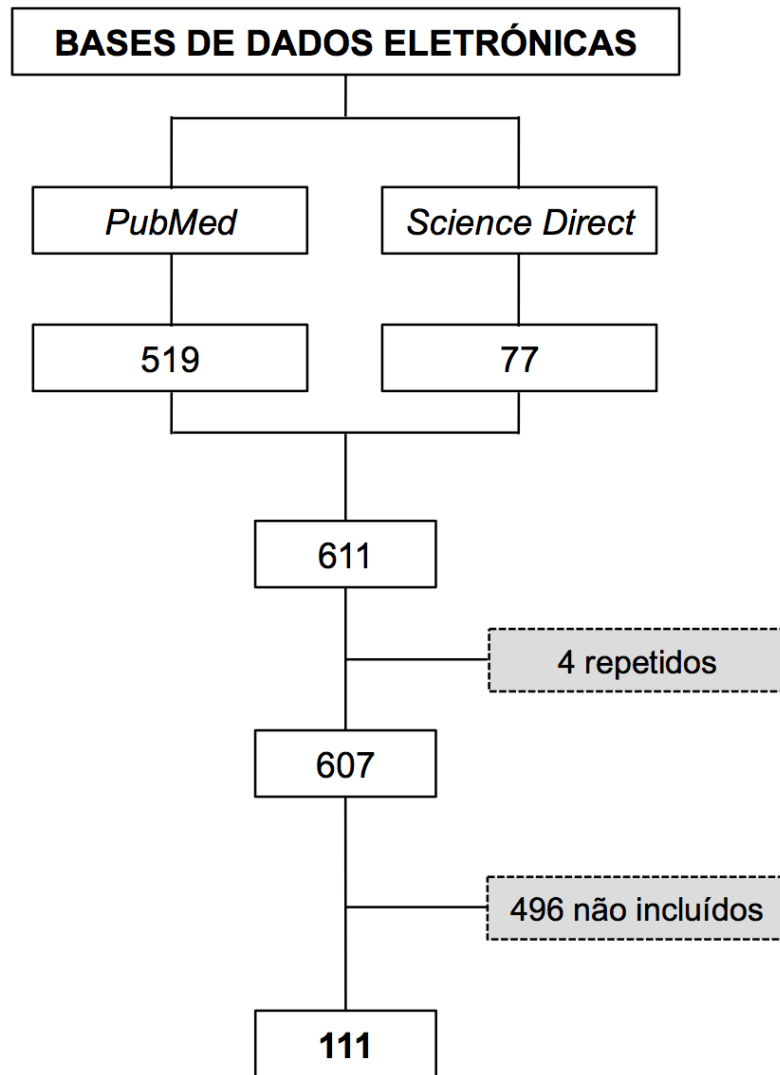
- artigos científicos em língua inglesa,
- artigos científicos publicados a partir de 2011,
- artigos de livre acesso.

No presente estudo foram utilizadas as seguintes palavras chave: “H-file”, “Gates-Glidden drill”, “Pesso reamers”, “ProTaper”, “Mtwo” e “Reciproc”. Para atingir os objetivos propostos, as diferentes palavras-chave foram combinadas ou usadas individualmente (Tabela 1).

Da pesquisa bibliográfica resultaram 607 artigos, dos quais foram utilizados 105 referências bibliográficas (Figura 1 e Tabela 1), incluindo artigos científicos originais, meta-análises, revisões da literatura e estudos clínicos randomizados controlados.

Relativamente à comparação entre sistemas de desobturação, apenas foram considerados os artigos que comparam pelo menos dois dos sistemas abordados no presente trabalho.

Quanto a artigos semelhantes, optou-se por selecionar os mais recentes e coerentes com os objetivos deste trabalho, e publicados em revistas de maior impacto na comunidade científica. Assim, foram excluídos artigos cujo conteúdo se considerou de menor importância para a realização do trabalho.



**Figura 1:** Pesquisa bibliográfica nas bases de dados electrónicas: *PubMed* e *Science Direct*.

Relativamente ao enquadramento e exposição do conceito dos diferentes sistemas, assim como para a explicação do seu funcionamento, foram utilizados diferentes livros de referência em Endodontia, artigos científicos anteriores a 2011, especialmente artigos de revisão de literatura. Finalmente, quando considerado de relevância, foi utilizada informação comercial.

**Tabela 1:** Pesquisa bibliográfica nas bases de dados electrónicas e combinações de palavras chave utilizadas.

<b>Palavras chave</b>	<b><i>PubMed</i><sup>a</sup></b>	<b><i>Science Direct</i></b>
H file OR H-file OR Hedström	15	2 <sup>b</sup>
Gates-Glidden drill OR Gates-Glidden	29	0 <sup>b</sup>
Pesso reamer OR Pesso	1	4 <sup>b</sup>
ProTaper	256	18 <sup>b</sup>
Mtwo	76	4 <sup>b</sup>
Reciproc	60	2 <sup>b</sup>
H-files AND Gates-Glidden	3	5 <sup>c</sup>
H-files AND ProTaper	5	12 <sup>c</sup>
H-files AND Mtwo	3	2 <sup>c</sup>
Gates-Glidden AND Pesso	0	1 <sup>c</sup>
Gates-Glidden AND ProTaper	11	8 <sup>c</sup>
Gates-Glidden AND Mtwo	1	1 <sup>c</sup>
Gates-Glidden AND Reciproc	1	1 <sup>c</sup>
ProTaper AND Mtwo	32	6 <sup>c</sup>
ProTaper AND Reciproc	32	6 <sup>c</sup>
Mtwo AND Reciproc	9	5 <sup>c</sup>
<b>Total</b>	<b>519</b>	<b>77</b>

**Notas:** <sup>a</sup> *Title/Abstract*; <sup>b</sup> *Title/Abstract/Keywords*; <sup>c</sup> *All fields*.

## **2. CAUSAS DO INSUCESSO DO TRATAMENTO ENDODÔNTICO NÃO CIRÚRGICO (TENC)**

Na literatura é possível encontrar artigos que associam o TENC a elevadas taxas de sucesso (Ricucci *et al.*, 2011, Song *et al.*, 2011). No entanto, infelizmente, nem todos os tratamentos endodônticos não cirúrgicos têm sucesso a longo prazo (Balto, 2011, Ricucci *et al.*, 2011, Song *et al.*, 2011).

De acordo com as orientações de 2006 da *European Society of Endodontology* (ESE), o termo "sucesso" tem sido definido como a prevenção e eliminação de uma radiolucência periapical e seus sintomas. Por outro lado, o termo "fracasso" refere-se ao desenvolvimento ou persistência da periodontite apical e/ou seus sintomas (ESE, 2006).

Do ponto de vista clínico, o resultado do tratamento endodôntico não cirúrgico pode ser expresso em termos de cura/reparação periapical, determinando se o objetivo final do tratamento endodôntico foi conseguido ou não (ESE, 2006). Por outro lado, uma outra medida tem vindo a ser proposta, a sobrevivência dos dentes. Esta está mais centrada no paciente e apresenta maior consistência quando em analogia com resultados de outros estudos, como os de implantes (Ng *et al.*, 2010). Em concordância, a óptica do sucesso para o profissional, para o paciente e para o dente é distinta (Estrela *et al.*, 2014).

Relativamente ao período de acompanhamento pós-tratamento endodôntico, a ESE indicou que este deveria ser de 1 a 4 anos, após o qual o sucesso ou insucesso podem ser determinados (ESE, 2006). No entanto, um estudo recente indicou que os resultados 6 a 9 meses pós-TENC são representativos dos resultados obtidos após 10 anos (Pirani *et al.*, 2015).

Na literatura é possível encontrar diferentes artigos científicos que estudam o sucesso e insucesso do TENC.

Em 2010, Ng *et al.* publicaram uma revisão da literatura que foi posteriormente revista por Balto (2011). Nessa análise, Balto resume que a proporção de dentes que sobreviveram entre 2 a 10 anos após TENC variou entre 86% e 93% (Tabela 2). Num outro estudo (Ricucci *et al.*, 2011), do tipo prospectivo, realizado com 1369 TENC num

acompanhamento de 5 anos, a taxa de sucesso total foi de 90.3%. Song *et al.* (2011) apresentaram dados sobre tratamentos endodônticos recolhidos entre 2001 e 2011 e indicaram taxas de sucesso de 86 a 98% (Song *et al.*, 2011).

Numa meta-análise recente (Naito, 2010), onde se pretendeu comparar tratamentos endodônticos cirúrgicos e não cirúrgicos, verificou-se que a cirurgia oferece um sucesso inicial mais favorável, mas, a longo prazo, os tratamentos não cirúrgicos têm maior sucesso. Adicionalmente, a limpeza dos canais radiculares tem maior sucesso quando o retratamento é efetuado com o auxílio do microscópio operatório (Chauhan *et al.*, 2012, Song *et al.*, 2011).

Com o aumento de tratamentos endodônticos realizados a cada dia, Tabassum e Khan (2016) aconselham os profissionais a conhecer as principais razões do insucesso dos tratamentos para que estas possam ser evitadas ou, pelo menos, minimizadas.

**Tabela 2:** Percentagem de sucessos após TENC e respectivos intervalos de confiança (IC). Adaptado de Ng *et al.* (2010) *cit. in* Balto (2011).

<b>Período de acompanhamento</b>	<b>Média</b>	<b>IC a 95%</b>
2 – 3 anos	86%	75- 98%
4 – 5 anos	93%	92-94%
8 – 10 anos	87%	82- 92%

Num estudo recente onde foi analisada a cura/recuperação periapical e a sobrevivência de dentes após TENC, os autores verificaram que as curvas de sobrevivência diminuíram num padrão não-linear, mostrando uma queda acentuada até aos 40 meses seguida de um abrandamento para períodos de observação mais longos (Lee *et al.*, 2012). Nesse mesmo estudo, quando o parâmetro “cura periapical” foi analisado, o sucesso médio do tratamento foi de 119 meses e quando o parâmetro em análise foi “sobrevivência do dente”, o sucesso médio foi de 252 meses.

Num estudo de coorte, 104 dentes com lesão apical foram tratados entre 2002 e 2008 (Moazami *et al.*, 2011). Os autores indicaram uma taxa de sucesso de TENC de 89,7%, enquanto que o grupo de RTENC apresentou um sucesso de 85,7%; não houve diferenças estatísticas entre estes dois grupos de estudo. Moazami *et al.* indicaram ainda a ausência de correlações entre os resultados e o tamanho das lesões, o género do paciente ou o número de raízes. Por outro lado, Lee *et al.* (2012) indicaram que a idade, tipo de dente, estado periapical pré-operativo, oclusão, tipo de restauração final e a qualidade do dente/restauração afetaram quer a cura/recuperação periapical, quer a sobrevivência do dente. No geral, Lee *et al.* (2012) referem-se à persistência ou progressão da periodontite periapical como a razão máxima para o insucesso de TENC (Lee *et al.*, 2012).

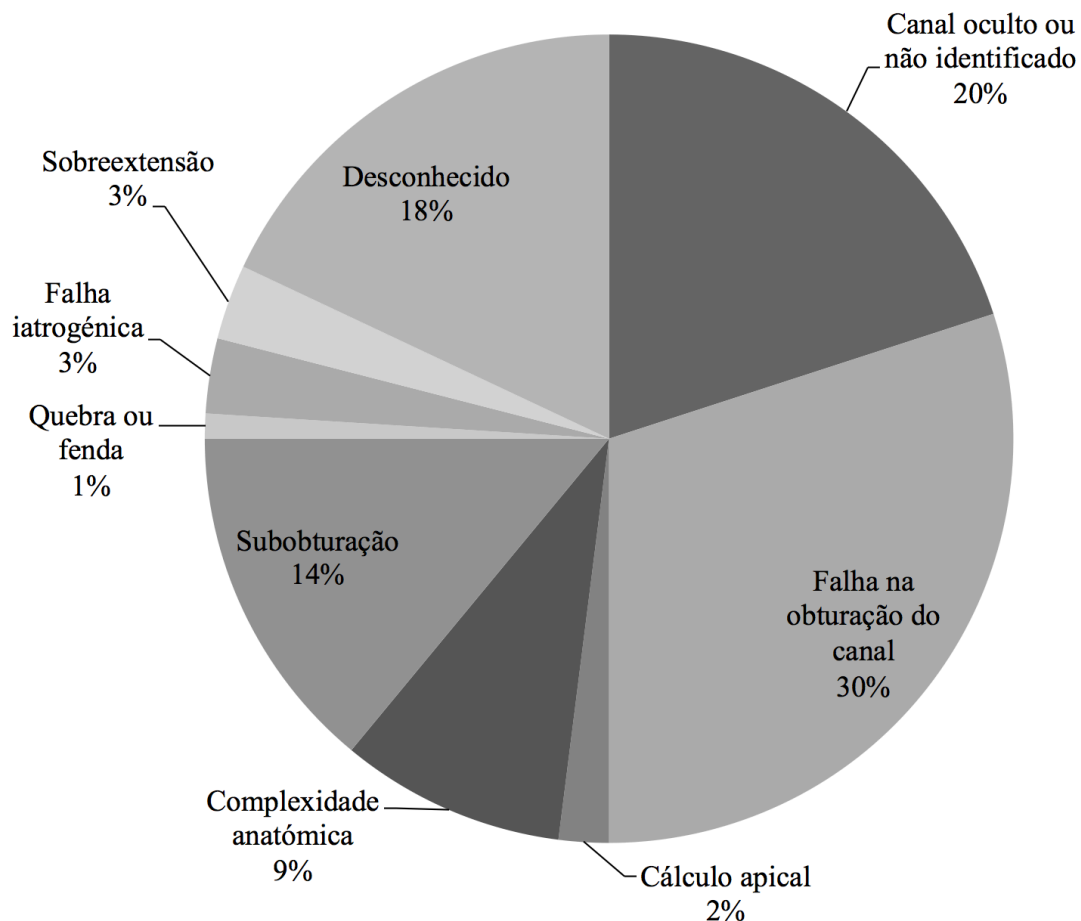
Com base na meta-análise de Ng *et al.* (2010), foram identificadas quatro condições capazes de auxiliar o sucesso do tratamento endodôntico não cirúrgico; em ordem descendente de influência, os autores indicaram as seguintes situações: (1) restauração da coroa após TENC, (2) dentes com pontos de contacto a mesial e distal, (3) dentes sem função de pilar em próteses removíveis ou fixas, e (4) tipo de dente ou, especificamente, dentes não-molares (Ng *et al.*, 2010).

Num estudo de 2011, Ng *et al.* apresentaram os seguintes fatores comuns a todos os casos de sucesso de TENC ou RTENC: pacientes não diabéticos ou pacientes não administrados com terapia esteroide sistémica; ausência de defeitos profundos periodontais, dores ou fistulas; ausência de perfuração do dente em situação pré e intraoperatória; atingir patência no terminal do canal; ausência de enchimento de raiz por extrusão; dentes restaurados após tratamento; dentes com pontos de contacto a mesial e distal; e dentes que não requerem núcleo metálico fundido para apoiar e reter a restauração.

De acordo com Song *et al.* (2011), os fatores etiológicos de insucesso endodôntico podem ser frequentemente organizados em 4 grupos: infeções persistentes ou por microrganismos reintroduzidos intra-radicularmente, infeções extra-radulares, reações de corpo estranho, e quistos verdadeiros. Nesse estudo, os autores indicam as seguintes principais causas de insucesso do tratamento convencional (Figura 2): 20% canal oculto ou não identificado/detetado, 30% falha na correta obturação e obturação

do sistema de canais, 2% cálculo apical, 9% complexidade anatômica, 14% subobturação, 1% quebra ou fenda, etc.), 3% problema iatrogênico e 3% sobreextensão e 18% causa desconhecida (Song *et al.*, 2011).

Estrela *et al.* (2014) referiram-se à capacidade de prever o sucesso dos tratamentos endodônticos em situações em que as defesas imunológicas do hospedeiro são favoráveis. Adicionalmente, os mesmos autores salientaram que a vida útil do dente tratado endodonticamente depende de estratégias antimicrobianas, de alargamento e de obturação assentes no diagnóstico, no planejamento e na excelência da técnica operatória endodôntica e reabilitadora (Estrela *et al.*, 2014).



**Figura 2:** Causas do insucesso em tratamentos anteriores de canais radiculares e respectivos valores percentuais. Adaptado de Song *et al.* (2011).

Num artigo publicado em 2016, Tabassum e Khan apresentam vários fatores implicados no insucesso do tratamento endodôntico, sendo os mais comuns: a persistência de bactérias, o preenchimento inadequado do canal, sobreextensão de materiais obturadores, obturação inadequada do sistema de canais, canais não tratados, erros iatrogénicos, e complicações com a instrumentação (Tabassum e Khan, 2016).

Tang *et al.* (2011) analisaram a influência específica da anatomia do canal radicular sobre a acessibilidade do comprimento de trabalho durante o TENC. Os autores indicaram que a curvatura e a calcificação do canal influenciam significativamente a acessibilidade ao comprimento de trabalho ( $p < 0.05$ ). Adicionalmente, a dificuldade do tratamento pode ser prevista pela anatomia do dente, que deve ser analisada previamente à intervenção clínica para considerar a instrumentação a utilizar (Tang *et al.*, 2011).

Numa perspectiva muito relevante, Lopes *et al.* (2015) elaboram que o índice de sucesso dos retratamentos é bastante questionável. Os autores consideram que o sucesso do retratamento é definido pela causa do fracasso do tratamento anterior. Assim, se o tratamento falhou devido a razões químicas ou mecânicas, um retratamento técnica e biologicamente bem conseguido resultará em elevados índices de sucesso. Contrariamente, em caso de insucesso de um tratamento biológica e mecanicamente bem trabalhado, o retratamento terá menor esperança. Os autores indicam que é isto que acontece em casos de infeção persistente na região apical, difícil de contornar mesmo em primeiros tratamentos adequados (Lopes *et al.*, 2015).

### **3. TÉCNICAS E SISTEMAS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO NÃO CIRÚRGICO (RTENC)**

No retratamento, a remoção de material de obturação de canais radiculares inadequadamente preparados é essencial uma vez que este material provoca uma barreira mecânica que impede o contacto de soluções de irrigação e curativos intracanalares com as paredes do canal radicular (Barletta *et al.*, 2007).

A remoção do material de obturação também revela tecido necrótico e/ou bactérias que podem estar na origem de inflamação periapical (Hammad *et al.*, 2008).

De acordo com Plotino *et al.* (2012a), considera-se bem estabelecido que o sucesso do tratamento endodôntico depende da experiência do operador e do seu treino pré-clínico.

Para auxiliar a tomada de decisão, a grande diversidade de instrumentos e sistemas endodônticos exige que os profissionais clínicos conheçam as diferentes estruturas, *designs*, vantagens e limitações, que variam de sistema para sistema.

#### **i. Instrumentos Endodônticos Manuais**

De acordo com Peters e Peters (2011), alguns dos instrumentos manuais ainda hoje utilizados em procedimentos de limpeza e de desobturação endodôntica, já são utilizados em clínica há quase 100 anos. Atualmente, a produção de instrumentos manuais de referência, incluindo as limas Hedström, é definida por normas estabelecidas pela *American Dental Association (ADA)*, *American National Standards Institute (ANSI)*, e *International Standards Organization (ISO)* (ADA/ANSI, 1982, ISO, 1992).

##### **1. Limas H (Hedström)**

As limas tipo Hedström (ou limas tipo H) são instrumentos endodônticos manuais fabricados a partir de torção na haste de aço inoxidável puro, resultando numa estrutura

c nica com sulcos longitudinais, em espiral (Peters e Peters, 2011). Na Figura 3 pode ser observada uma lima H.

As limas H são instrumentos do Grupo I, segundo a classifica o pela ISO-FDI (*Standart International Organization - Federation Dentaire International*), que se baseia no método de utiliza o (Garg e Garg, 2014b). Assim como outras limas de aço inoxidável, em alguns países, as limas Hedstr m são instrumentos de uso único ou descartáveis (Metzger *et al.*, 2011).



**Figura 3:** Limas Hedstr m (Dentsply Maillefer, 2016c).

Em termos de desempenho, e de acordo com Peters e Peters (2011) e com Schafer (1997), as limas H permitem um corte eficaz em movimentos de vaivém ou de limagem. Em oposi o, os movimentos de rota o não resultam em grande desgaste dentinário e podem conduzir a fraturas da lima. Os autores aconselham que o uso de limas H seja efetuado com especial aten o para evitar o adelgaçamento da parede radicular (Metzger *et al.*, 2011).

Neste enquadramento, Fleming *et al.* (2010) indicam que, devido ao ângulo apresentado pelos sulcos na parte ativa deste instrumento, as limas Hedstr m apresentam uma elevada capacidade de corte. Será esta conjuga o de características que está na base da decisão de aplica o destas limas também a tratamentos endodôntico de canal (Peters e Peters, 2011). Ainda de acordo com Fleming *et al.* (2010), as limas endodônticas manuais em aço inoxidável apresentam uma flexibilidade reduzida, cujo potencial de fratura pode constituir uma limita o em canais curvos.

Kannan *et al.* (2014) avaliaram a eficácia do uso limas H endodônticas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) na remoção de raiz palatina fraturada obtendo um resultado encorajador quanto ao potencial deste método inovador e sem complicações de remoção de raiz palatina fraturada. Adicionalmente, a literatura refere que as limas H são também aplicadas com sucesso como endoestabilizadores (Kokane e Patil, 2014).

## **ii. Instrumentos Mecanizados Rotatórios**

As brocas Gates-Glidden e as brocas Peeso são instrumentos utilizados em endodontia associados a técnicas de preparação que requerem instrumentos de baixa velocidade de rotação. Assim como as limas Hedström, também as brocas de Gates-Glidden (GG) são instrumentos que são usados há mais de 100 anos sem que se verifiquem mudanças relevantes no seu modelo (Peters e Peters, 2011).

Nos últimos anos, foram introduzidos no mercado vários instrumentos rotatórios fabricados em NiTi com variadas características de *design*, incluindo corte transversal, ângulo de corte, espiras, ângulo helicoidal, etc. (Yared *et al.*, 2001, Mesgouez *et al.*, 2003, Gekelman *et al.*, 2009, Guedes *et al.*, 2015).

O uso dos sistemas rotatórios para remover a gutta-percha por técnicas não cirúrgicas tem sido indicado como um sistema de elevada eficácia (Colaco e Pai, 2015, Rodig *et al.*, 2014). Estes instrumentos dilaceram mecanicamente a gutta-percha e o cimento, e com o calor gerado pelo atrito, termoplastificam a massa obturadora (Roda e Gettleman, 2011).

De acordo com Roda e Gettleman (2011), que efetuaram uma revisão abrangente dos vários tipos de sistemas rotatórios disponíveis para remoção de gutta-percha, alguns dos instrumentos endodônticos que podemos encontrar incluem: o sistema de limas ProTaper Universal Retreatment (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e o sistema Mtwo (Suécia e Martina, Padova, Itália).

Estudos que aplicaram questionários a dentistas do País de Gales (Locke *et al.*, 2013), Austrália (Parashos e Messer, 2004), e dos Estados Unidos da América (Bird *et al.*,

2009) têm demonstrado que os instrumentos endodônticos rotatórios se tornaram numa ferramenta padrão para a limpeza e modelagem de sistemas de canais radiculares. Alguns resultados específicos desses estudos devem ser referidos. Locke *et al.* (2013) indicaram que 67% dos profissionais que responderam utilizavam os instrumentos rotatórios de NiTi na sua rotina endodôntica, enquanto Parashos e Messer (2004) referem 54% dos questionados como utilizadores destes aparelhos. Bird *et al.* (2009), indicam que os recém-formados são quem mais utiliza os instrumentos rotatórios de NiTi. O não uso destes instrumentos está relacionado aos seguintes fatores: custos, falta de treino, e percepção de risco de fratura (Locke *et al.*, 2013).

De acordo com diferentes autores (Bonaccorso *et al.*, 2008, Ounsi *et al.*, 2007, Lee *et al.*, 2011, Shen *et al.*, 2013), a análise da fadiga e do impacto das técnicas de limpeza aplicáveis às superfícies de NiTi são importantes critérios a considerar aquando da avaliação da segurança e reutilização de instrumentos rotatórios. Deve ser realçado que instrumentos diferentes apresentam desempenhos específicos (Peters e Peters, 2011).

### **1. Brocas de Gates-Glidden**

As brocas de Gates-Glidden (GG) são instrumentos do Grupo III, segundo a classificação pela ISO-FDI, baseada no método de utilização (Garg e Garg, 2014b). Os tamanhos das brocas Gates-Glidden pode ser analisado na Tabela 3.

As brocas Gates-Glidden (Figura 4) têm forma elíptica, estão disponíveis em comprimentos de 15 e de 19 mm ou mais curtos para dentes posteriores, e são instrumentos utilizados para abrir o orifício de entrada ou de acesso ao canal (Krell, 2009).

**Tabela 3:** Tamanhos ISO de brocas Gates-Glidden. Adaptado de Krell (2009).

<b>Tamanho</b>	<b>Brocas Gates-Glidden</b>
n.º 1	0.4 mm
n.º 2	0.6 mm
n.º 3	0.8 mm
n.º 4	1.0 mm
n.º 5	1.2 mm
n.º 6	1.4 mm

Em 2003, a especificação n.º 95 da ADA/ANSI (*American Dental Association/American National Standards Institute*) foi atualizada e determinou os requisitos de dimensão e calibre para “instrumentos rotatórios, alargadores dos canais”. Simultaneamente, foram estabelecidos limites de torção de instrumentos intracanal rotatórios e foram publicados os testes para procedimentos e aparelhos para avaliar a resistência à fadiga cíclica com desgaste (ADA/ANSI, 2003).



**Figura 4:** Brocas Gates-Glidden de diferentes tamanhos (Dentsply Maillefer, 2016a).

Diferentes autores indicam que as fraturas das brocas de Gates-Glidden geralmente ocorrem em regiões intencionais e de acordo com o planeado aquando da projeção do instrumento (Krell, 2009, Luebke e Brantley, 1990, Luebke e Brantley, 1991, Luebke *et al.*, 1992). Para evitar deformações torcionais ou mesmo fractura, o movimento rotacional das brocas Gates-Glidden não deve ser interrompido e estas devem serem introduzidas e retiradas a girar (Krell, 2009).

Num estudo de 1999, Ferreira *et al.* compararam a libertação de calor utilizando instrumentos rotatórios e condensadores aquecidos. Estes dois métodos alternativos para a remoção de GP radicular podem, no entanto, alterar a temperatura na superfície radicular e, assim, danificar os tecidos circundantes (Saunders e Saunders, 1989). Os autores verificaram que os instrumentos rotatórios apresentam menor liberação de calor quando comparadas com condensadores aquecidos Ferreira *et al.* (Ferreira *et al.*, 1999). Nesse mesmo estudo, os autores indicam que as brocas de Gates-Glidden apresentam menor alteração de temperatura na superfície radicular externa, quando comparadas às brocas de Peeso (Ferreira *et al.*, 1999).

Outros estudos corroboram a indicação de que as brocas de Gates-Glidden promovem o menor aumento de temperatura (Saunders e Saunders, 1989, Tjan e Abbate, 1993).

## **2. Brocas de Peeso**

Assim como as brocas Gates-Glidden, as brocas de Peeso (Figura 5) são classificadas em instrumentos do Grupo III, segundo a classificação pela ISO-FDI (Garg e Garg, 2014b). Os tamanhos das brocas Peeso pode ser analisado na Tabela 4.

As brocas Peeso e as Gates-Glidden são instrumentos de corte agressivos, que podem rapidamente ampliar o canal, e que o clínico deve utilizar com extrema cautela e a baixa velocidade (Garg e Garg, 2014b, Krell, 2009).



**Figura 5:** Brocas de Peeso de diferentes dimensões (Patterson Dental, 2016).

Do mesmo modo que para as brocas Gates-Glidden, Krell (2009) aconselha brocas de Peeso feitas de carbono ou aço inoxidável por apresentarem propriedades superiores, nomeadamente de força e de baixa corrosão. Ambos os tipos de brocas são instrumentos rígidos que não seguem a curvatura do canal podendo provocar perfurações radiculares e iatrogenias (Garg e Garg, 2014b).

**Tabela 4:** Tamanhos ISO de brocas Peeso. Adaptado de Krell (2009).

<b>Tamanho</b>	<b>Brocas Peeso</b>
n.º 1	0.7 mm
n.º 2	0.9 mm
n.º 3	1.1 mm
n.º 4	1.3 mm
n.º 5	1.5 mm
n.º 6	1.7 mm

Como descrito por Krell (2009), as brocas Peeso também são utilizadas como dispositivos de auxílio na preparação canal. As brocas de Peeso distinguem-se das brocas de Gates-Gliden por conseguirem cortes paralelos, em vez de formas elípticas, podendo melhorar o acesso em linha recta. Luebke *et al.* (1992) consideram que as brocas Peeso são menos flexíveis e menos controláveis do que brocas Gates-Glidden (Luebke *et al.*, 1992).

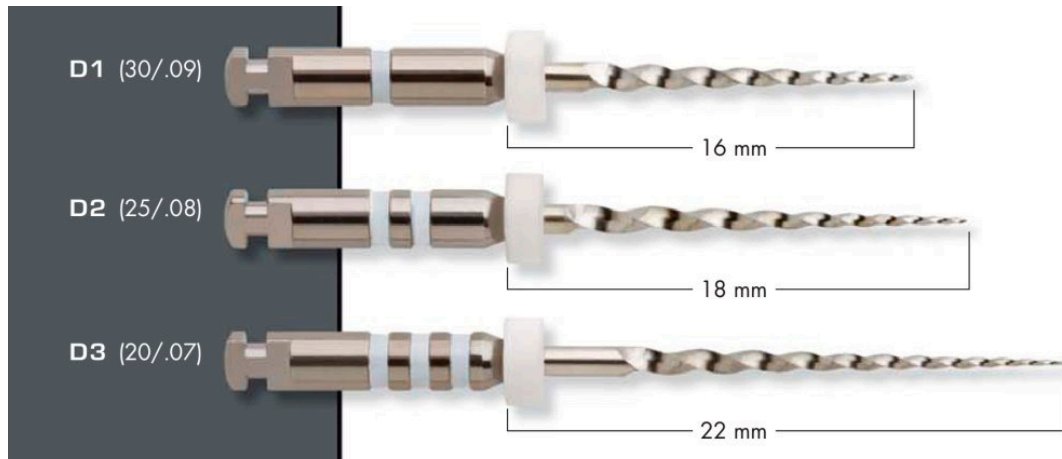
### **3. ProTaper® Retratamento**

O retratamento de um sistema de canais radiculares pode ser, de acordo com Duncan e Chong (2008), mais desafiador e moroso do que o tratamento inicial, razão que justifica o desenvolvimento de instrumentos específicos ao retratamento (Dincer *et al.*, 2015).

O sistema ProTaper compreendeu originalmente seis instrumentos dos quais três limas de preparo (Sx, S1, S2) e três limas de acabamento da preparação (F1, F2, F3). Estes instrumentos, introduzidos no mercado em Março de 2001 pela Dentsply Maillefer (Ballaigues, Suíça), foram projetados pelos Dr. Cliff Ruddle, Dr. Pierre Machtou e Dr. John West (Peters e Peters, 2011, Rios Mde *et al.*, 2014).

Em 2006, a Dentsply® desenvolve o sistema ProTaper® Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), apresentando a versão ProTaper® Universal Retratamento (Figura 6) constituída por três limas (D1, D2 e D3), que podem ser usadas de 500 a 700 rpm, e cuja finalidade é a desobturação de um canal anteriormente tratado (Gu *et al.*, 2008, Garg e Garg, 2014a, Yilmaz *et al.*, 2011).

Os sistemas de retratamento ProTaper® Universal são acionados por um motor e a rotação contínua (Bramante *et al.*, 2010). Especificamente, a lima D1 remove o preenchimento do terço coronal, tem uma superfície de corte de 16 mm, e distingue-se das restantes pela sua ponta que facilita o acesso através do material de obturação (Gu *et al.*, 2008); a lima D2 remove o preenchimento do terço médio e tem uma superfície de corte de 18 mm; e a lima D3 remove o preenchimento do terço apical e tem uma superfície de corte de 22 mm. D2 e D3, apresentam uma ponta arredondada para que a lima siga o caminho do canal (Garg e Garg, 2014a).



**Figura 6:** As três limas *ProTaper Universal Retreatment*: D1 (30/.09), D2 (25/.08) e D3 (20/.07) para desobturação do terço coronal, médio e apical, respectivamente. Adaptado de Dentsply Maillefer (2016b).

Vários estudos incluem o sistema ProTaper® Universal no estudo da eficiência de instrumentos endodônticos em técnicas não cirúrgicas. Reddy *et al.* (2013) avaliaram a eficácia e capacidade de limpeza das limas Hedström e dos instrumentos ProTaper® na remoção de gutta-percha dos canais radiculares com e sem solvente. Segundo os autores, a técnica ProTaper® com xileno foi a mais rápida a remover a gutta-percha, seguida da ProTaper® sem xileno e, por fim, as limas Hedström sem xileno. Reddy e coautores atribuem o melhor desempenho dos instrumentos rotatórios ProTaper® ao seu design que tende a puxar gutta-percha coronariamente direcionando-a para orifício. Além disso, os movimentos dos instrumentos acionados por motores produzem calor de fricção que plastifica a gutta-percha auxiliando a sua remoção (Reddy *et al.*, 2013).

De acordo com Marques da Silva *et al.* (2012), o processo de remoção de gutta-percha compactada é moroso e por isso as limas rotatórias são recomendadas para poupar tempo e reduzir a fadiga do operador e do paciente.

Garg *et al.* (2015) compararam o tempo necessário para remover gutta-percha e cimento do canal radicular por diferentes sistemas rotatórios NiTi de retratamento endodôntico, incluindo o Mtwo, com o tempo necessário às limas H. Os autores demonstraram que as limas manuais necessitam de mais tempo para atingir resultados semelhantes aos dos instrumentos rotatórios, incluindo o Mtwo (Garg *et al.*, 2015). Em

concordância, Khalilak *et al.* (2013) mostraram que, em canais com ligeira ou nenhuma curvatura, os instrumentos ProTaper de NiTi são mais competentes e requerem menos tempo para a remoção de gutta-percha, do que as limas H; Dincer e coautores indicaram que os instrumentos ProTaper e Reciproc exigem menor tempo para completar os procedimentos de retratamento, quando comparados com Mtwo ou as limas H (Dincer *et al.*, 2015).

#### **4. Mtwo**

O mercado na área da endodontia dispõe de vários sistemas de limas, sendo o sistema Mtwo (VDW, Munique, Alemanha) um dos sistemas mais utilizados (Machado *et al.*, 2010) e *user-friendly* (Uroz-Torres *et al.*, 2009). O sistema de instrumentação endodôntica Mtwo introduziu recentemente instrumentos específicos para a remoção de material obturador em canais radiculares em retratamento.

O sistema de retratamento Mtwo (Figura 7) consiste de dois instrumentos com ponta de corte ativo: R1-15/0.05 e R2-25/0.05 (Yilmaz *et al.*, 2011, Bramante *et al.*, 2010, Alves *et al.*, 2014, Yadav *et al.*, 2013), sendo classificado como instrumentação mecanizada com rotação contínua (Bramante *et al.*, 2010). De acordo com Ehsani *et al.* (2011) e Schafer *et al.* (2006b), os instrumentos Mtwo têm duas arestas de corte que formam espirais longas, quase verticais resultando num ângulo helicoidal variável e que aumenta da ponta para a haste. Estas características garantem o corte eficaz de dentina e um melhor controle da progressão do instrumento ao longo do canal (Bonaccorso *et al.*, 2009, Talati *et al.*, 2013).

De acordo com Talati *et al.* (2013), as limas rotatórias Mtwo, com arestas de corte profundo e de baixo contato radial, têm melhor flexibilidade no canal radicular. O desempenho superior das limas Mtwo em comparação com outros sistemas foi avaliado sob diferentes aspectos e por diversos estudos (Bonaccorso *et al.*, 2009, Ehsani *et al.*, 2011, Shahi *et al.*, 2012).



**Figura 7:** Sequência básica de limas Mtwo (VDW, 2016).

Na literatura têm sido referidas como vantagens do sistema Mtwo, a capacidade de preservar a curvatura do canal e uma melhor eficácia de corte (Azar e Mokhtare, 2011, Bonaccorso *et al.*, 2009).

A técnica “crown-down”, ou Coroa-Ápice, em que a preparação é feita usando limas de tamanho decrescente até alcançar o ápice, é aplicada pela maioria das limas rotatórias de NiTi. Esta técnica envolve o alargamento da porção apical do preparo, para assegurar a remoção completa dos fragmentos dentinários apicais (Peters e Peters, 2011, Roda e Gettleman, 2011). Madani e coautores (2014) indicam que, com o sistema Mtwo aplica a técnica do comprimento único (“single length technique”), em que a primeira lima é usada para o comprimento total de trabalho. O sistema Mtwo tem sido associado a menor quebra das limas e a maior rapidez no procedimento (Madani *et al.*, 2014, Schafer *et al.*, 2006b, Schafer *et al.*, 2006a).

Num estudo semelhante, nenhuma diferença significativa foi observada quanto à capacidade de remoção de “smear layer” no terço apical de canais radiculares (Moghaddam *et al.*, 2009). Outros estudos relatam ausência de diferenças significativas na eficácia de limpeza dos sistemas de Mtwo e ProTaper (Sonntag *et al.*, 2007, Giovannone *et al.*, 2008).

### **iii. Instrumentos Mecanizados Reciprocantes**

#### ***1. Reciproc***

Recentemente, Ghassan Yared (2008) propôs uma nova abordagem com um instrumento NiTi em movimento recíprocante, com o objectivo de combater as desvantagens da rotação contínua. Os instrumentos recíprocantes foram originalmente desenvolvidos para a fase de preparação dos canais radiculares mas as excelentes propriedades mecânicas, nomeadamente flexibilidade e resistência à fadiga cíclica motivaram a sua evolução a instrumentos de desobturação no retratamento endodôntico (Yared, 2008).

Como indicado por Pedulla *et al.* (2013), o movimento recíprocante consiste de um movimento giratório da lima em torno do seu eixo, sendo o seu sentido invertido antes de ser completada uma volta inteira. A rotação anti-horária corta dentina e o movimento reverso, no sentido dos ponteiros do relógio, liberta a lima da parede do canal (Robinson *et al.*, 2013). O ângulo da direção de corte para a esquerda é superior ao ângulo da direção inversa (Burklein *et al.*, 2012, Pedulla *et al.*, 2013).

Os sistemas recíprocantes são instrumentos de uso único o que evita o enfraquecimento do metal associado a utilização clínica prolongada e a fadiga clínica (Dagna *et al.*, 2014). Esta característica confere algumas vantagens a estes sistemas, como indicado por van der Vyver e Jonker (2014) e por Yared (2008): inferior fadiga e fratura, eliminação de contaminações cruzadas e de procedimentos de esterilização.

A utilização de instrumentação recíprocante tornou-se mais frequente com o desenvolvimento dos sistemas, como o Reciproc (RCP) e o WaveOne (Kim *et al.*, 2012, Ramazani *et al.*, 2016, Dincer *et al.*, 2015). O RCP (Figura 8) é fabricado usando a liga NiTi M-Wire, montado sobre uma peça de mão e com motor para operar a rotação alternativa (Berutti *et al.*, 2012). Ao serem fabricados em liga NiTi M-Wire, os instrumentos recíprocantes oferecem maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica do que os instrumentos em liga NiTi tradicional (Kim *et al.*, 2012).



**Figura 8:** Limas Reciproc (Dentsply Maillefer, 2015).

O sistema de movimento recíprocante, ou alternado, Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) é um novo sistema de lima única com seção transversal em forma de S e uma ponta não cortante. O Reciproc oferece três tamanhos diferentes [R25 (25/0.08), R40 (40/0.06) e R50 (50/0.05)], sendo capaz de trabalhar o canal a 300 rpm, em 150 graus para a esquerda seguido de 30 graus no sentido dos ponteiros do relógio (Bane *et al.*, 2015, Moghaddam *et al.*, 2009).

## 4. DISCUSSÃO

### i. Capacidade de remoção de Gutta-Percha

Os instrumentos rotatórios de NiTi têm sido propostos para a remoção de gutta-percha pois os estudos demonstram que são eficazes e seguros com um tempo de trabalho mais reduzido (Garg *et al.*, 2015). Na literatura podem ser encontrados vários artigos que comparam a remoção de Gutta-Percha pelos diferentes sistemas, manuais, rotatórios e reciprocantes. As comparações entre sistemas relevantes ao presente trabalho podem ser encontradas na Tabela 5.

Num estudo feito por Dadresanfar *et al.* (2011), foram comparadas as eficácias de dois sistemas de retratamento na remoção de gutta-percha e cimento obturador com ou sem solvente. Conclui-se que Mtwo R sem o uso de solvente parece ser mais eficiente para o retratamento endodôntico com gutta-percha em relação ao sistema ProTaper Universal. Neste estudo também concluíram que o clorofórmio como solvente é desfavorável para a eficiência dos instrumentos Mtwo R (Dadresanfar *et al.*, 2011).

De acordo com Marques da Silva *et al.* (2012), o processo de remoção de gutta-percha compactada é moroso e por isso as limas rotatórias são recomendadas para poupar tempo e reduzir a fadiga do operador e do paciente. Apesar de os instrumentos NiTi rotatórios poderem ser usados para remover os restos de materiais de uma forma mais rápida, alguns autores indicam que, para obter uma limpeza mais eficaz, esta deve ser feita com instrumentos manuais especialmente no terço apical do canal radicular (Jayasenthil *et al.*, 2012).

Num estudo feito por Uzun *et al.* (2013) foram avaliadas as características de alargamento de dois sistemas rotatórios NiTi de retratamento que usam duas técnicas diferentes de preparação. Os autores concluíram que o sistema Mtwo remove significativamente mais material obturador que o sistema ProTaper em diferentes níveis de canais radiculares curvos. Em concordância, Khalilak *et al.* (2013) mostraram que os instrumentos ProTaper são mais competente e requerem menos tempo para a remoção de gutta-percha em canais com uma ligeira ou nenhuma curvatura, do que as limas H.

**Tabela 5:** Análise da literatura relativamente à capacidade dos diferentes sistemas em remover Gutta-Percha.

<b>Sistemas</b>	<b>Principais conclusões</b>	<b>Referência</b>
Limas H e ProTaper	Resultados semelhantes para ambos os sistemas	Hilaly e Wanees (2011)
Limas H e ProTaper	Maior eficiência do sistema ProTaper	Xu <i>et al.</i> (2012)
		Khalilak <i>et al.</i> (2013)
		Shivanand <i>et al.</i> (2013)
		Chandrasekar <i>et al.</i> (2014)
		Mittal e Jain (2014)
		Colaco e Pai (2015)
Gates-Glidden e ProTaper		Vale <i>et al.</i> (2013)
Limas H, Gates-Glidden e ProTaper	Maior eficiência das Limas H e brocas Gates-Glidden	Jayasenthil <i>et al.</i> (2012)
Limas H e Mtwo	Resultados semelhantes para ambos os sistemas	Katge <i>et al.</i> (2016)
Mtwo R e ProTaper Universal.	Maior eficiência do sistema Mtwo	Dadresanfar <i>et al.</i> (2011)
Mtwo e ProTaper		Uzun <i>et al.</i> (2013)
Limas H e Mtwo		Garg <i>et al.</i> (2015)
Limas H, Mtwo e ProTaper	Maior eficiência dos sistemas ProTaper e Mtwo	Yadav <i>et al.</i> (2013)
Limas H, Gates-Glidden, Reciproc e Mtwo	Maior eficiência do sistema Reciproc	Zuolo <i>et al.</i> (2013)
Limas H, Gates-Glidden, Reciproc e ProTaper		Kocak <i>et al.</i> (2016)
ProTaper e Reciproc	Resultados semelhantes para ambos os sistemas	Rios Mde <i>et al.</i> (2014)
Limas H, ProTaper e Reciproc	Resultados semelhantes para todos os sistemas	Rodig <i>et al.</i> (2014)

No caso de canais de forma alongada e oval, Hilaly e Wanees (2011) referem dificuldades em preparar completamente as paredes de dentina usando qualquer um dos sistemas testados, que incluem as limas H e o sistema ProTaper. Burklein *et al.* (2012) compararam a limpeza e modelagem dos canais por limas do sistema Reciproc e com limas rotatórias convencionais (Mtwo e ProTaper). O estudo, efetuado com canais de curvatura acentuada, indicou ausência de altera o da curvatura de canais (Burklein *et al.*, 2012).

Num estudo de avalia o da eficácia e capacidade de limpeza de sistemas rotatórios de retratamento de canal radicular e manual verificou-se que ProTaper Universal deixou significativamente menos gutta-percha do que outros sistemas, como as limas H (Shivanand *et al.*, 2013).

Os instrumentos ProTaper removem uma maior quantidade de material obturador quando comparados com as brocas Gates-Glidden no terço apical. Nenhuma das duas técnicas remove o material na totalidade. O terço apical da raiz   o sítio onde há maior dificuldade em remover o material seja qual for a técnica utilizada. O material do terço cervical da raiz   o mais fácil de remover com qualquer uma das técnicas (Vale *et al.*, 2013).

Foi realizada por Yadav *et al.* (2013) uma compara o *in vitro* em rela o   capacidade de remo o de gutta-percha com dois sistemas rotatórios e limas Hedstr m, com ajuda de Tomografia Computorizada (CT). Sob as condi es experimentais utilizadas, os autores concluíram que o sistema Mtwo e o sistema ProTaper deixam menos gutta-percha e cimento obturador no canal do que as limas H. No entanto, nenhum dos sistemas rotatórios nem as limas manuais conseguiram uma remo o completa do material obturador. Não foram detetadas diferenças significativas entre os dois sistemas rotatórios.

Rodig *et al.* (2014) compararam a eficácia de instrumentos rotatórios e de instrumentos alternativos de NiTi na remo o de material obturador de canais radiculares curvos. Nesse estudo, Rodig e coautores observaram restos de material em todas as amostras e que as limas Hedstr m removeram significativamente mais dentina do que o sistema de retratamento ProTaper Universal.

Na avaliação da eficácia de sistemas de retratamento na remoção de gutta-percha e na extrusão apical de material, os sistemas de retratamento ProTaper apresentaram um desempenho mais eficiente na remoção da gutta-percha do que as limas H (Chandrasekar *et al.*, 2014, Mittal e Jain, 2014). Nestes estudos foi igualmente demonstrado que os instrumentos de NiTi necessitam de menos tempo para a remoção de gutta-percha do que os instrumentos manuais (Chandrasekar *et al.*, 2014, Mittal e Jain, 2014).

Num estudo que teve como objetivo avaliar a eficiência de técnicas manuais e rotatórias de remoção de GP, Colaco e Pai (2015) analisaram os tempos totais de operação e a presença de restos de GP deixados no canal. No geral, os resultados obtidos indicaram que o uso de limas H foram menos eficientes na remoção de GP do que o retratamento por instrumentos rotatórios. No entanto, ambas as técnicas rotatórias e manuais conduziram à presença de restos GP no canal após retratamento endodôntico.

Garg *et al.* (2015) compararam o tempo necessário para remover gutta-percha e cimento do canal radicular por 3 sistemas de rotatórios NiTi de retratamento endodôntico com o tempo necessário às limas H. Os resultados demonstraram que as limas manuais necessitam de mais tempo para atingir os mesmos resultados de outros sistemas de retratamento, como o Mtwo. Num estudo de 2015, Dincer *et al.* indicaram que os instrumentos ProTaper e Reciproc exigem menor tempo para completar os procedimentos de retratamento, quando comparados com Mtwo ou as limas H.

Como referido noutros estudos (Colaco e Pai, 2015, Shivanand *et al.*, 2013, Yadav *et al.*, 2013, Chauhan *et al.*, 2012), Jayasenthil *et al.* (2012) relataram não se verificar a completa remoção de Gutta-Percha das paredes dos canais radiculares usando instrumentos manuais ou rotatórios. Contrariamente a outros estudos (Dincer *et al.*, 2015, Khalilak *et al.*, 2013, Mittal e Jain, 2014, Shivanand *et al.*, 2013, Yadav *et al.*, 2013), Jayasenthil *et al.* (2012) revelaram que a técnica manual para retratamento com limas Hedström e brocas Gates Glidden permitiu obter canais mais limpos em comparação com os sistemas rotatórios como o ProTaper. Adicionalmente, Xu *et al.* (2012) verificaram menor material residual nos túbulos dentários após a remoção de gutta-percha com limas H, do que nas situações de retratamento com outros sistemas

como as ProTaper (Xu *et al.*, 2012). Alternativamente, encontram-se resultados que indicam não existir diferenças entre a limpeza dos canais radiculares efetuada por instrumentos rotatórios e por limas H (Akpinar *et al.*, 2012).

Num estudo histológico recente, Leonardi *et al.* (2015) analisaram a percentagem (média e desvio padrão) de resíduos de material obturador no terço apical após limpeza e preparação do canal. Os autores verificaram que o uso combinado de outros instrumentos com o sistema Mtwo resultou numa diminuição significativa da percentagem de resíduos de  $5.4 \pm 1.5\%$  para  $4.3 \pm 1.2\%$ , concluindo sobre os benefícios do alargamento prévio do canal (Leonardi *et al.*, 2015).

Num estudo publicado recentemente (Yuruker *et al.*, 2016), que pretendia comparar a quantidade de resíduos de material obturador em canais radiculares após retratamento com os sistemas ProTaper, Reciproc e limas Hedström, os autores verificaram que o uso de Reciproc ou de limas H melhorou significativamente a remoção de material obturador, quando comparado com o sistema ProTaper Universal para retratamento (PTUR) sozinho. Adicionalmente, os autores indicaram que o design das espiras e o movimento circunferencial das limas H manuais podem ter facilitado a remoção da gutta-percha (Yuruker *et al.*, 2016).

Um estudo que comparou a eficácia de limas manuais, rotatórias de NiTi e reciprocantes na remoção de gutta-percha e cimento dos canais radiculares, verificou piores desempenhos para as brocas Gates-Glidden e para as limas Hedström do que para os sistemas ProTaper e Reciproc (Kocak *et al.*, 2016).

## **ii. Extrusão apical de detritos**

A remoção completa de detritos do espaço do canal radicular usando limas e soluções de irrigação é fundamental para melhorar o sucesso endodôntico. No entanto, os instrumentos, soluções de irrigação, e os detritos que contêm tecido necrótico, microrganismos, fragmentos de polpa, e partículas de dentina pode ser extrudido a partir do espaço de canal para a região periapical (Seltzer e Naidorf, 1985, Surakanti *et al.*, 2014). A extrusão periapical de detritos ocorre quando a pressão unidirecional no sentido apical que é causada pelos instrumentos promove o extravasamento do material

para a região perirradicular e/ou a obstrução do segmento apical do canal radicular (Lopes *et al.*, 2015). O material extrudido tem sido relacionado com inflamação periapical, complicações pós-operatórias acompanhadas de dor forte e inchaço (*flare-up*), e insucesso do tratamento (McKendry, 1990, Jayakodi *et al.*, 2012).

Diferentes estudos têm avaliado a extrusão de detritos, microrganismos e irrigantes pela região periapical, assim como a influência de diferentes instrumentos neste fenômeno (Soi *et al.*, 2015, Surakanti *et al.*, 2014, Tinaz *et al.*, 2005, Kustarci *et al.*, 2008). Na Tabela 6 estão resumidas conclusões de diferentes estudos quanto à análise da extrusão apical de detritos em consequência da manipulação de instrumentos endodônticos relevantes à presente análise.

Gutmann e Gao (2012) demonstraram que nenhuma das várias técnicas e instrumentos pode limpar e moldar o sistema de canais radiculares sem produzir alguma extrusão apical de detritos. No entanto, Siqueira *et al.* (2002) referiram que a quantidade de detritos extrudidos varia com a técnica de instrumentação. Em concordância, Lopes *et al.* (2015) referem que a extrusão apical de detritos ocorre independentemente da realização ou não da desobstrução do canal, permeabilidade apical e da técnica de instrumentação usada.

Avanços no desenho do instrumento, tais como *pitch* e conformação das espiras, diferentes secções transversais, e o uso de diferentes princípios operacionais podem influenciar a quantidade de extrusão de detritos (Kocak *et al.*, 2013).

Uzunoglu e Turker (2016) indicaram que, durante o retratamento endodôntico, o número e conicidade das limas pode ter uma influência sobre a quantidade de material extrudidos apicalmente. Num estudo recente, Silva e colaboradores indicaram que o comprimento de trabalho e o tamanho do preparo apical não teve um efeito significativo sobre a extrusão de detritos quando o tratamento aplica instrumentação recíproca de lima única (Silva *et al.*, 2016b).

**Tabela 6:** Análise da literatura relativamente à extrusão apical de detritos associada à manipulação de diferentes instrumentos endodônticos.

<b>Sistemas</b>	<b>Principais conclusões</b>	<b>Referência</b>
Limas H e ProTaper Retratamento	A extrusão apical nas limas H foi significativamente mais baixa do que a obtida para os instrumentos rotatórios	Chandrasekar <i>et al.</i> (2014)
ProTaper e ProTaper Universal recíprocante	Ambos causando quantidades similares de extrusão apical de detritos	De-Deus <i>et al.</i> (2010)
ProTaper e Reciproc	Todas as técnicas de instrumentação foram associados com restos extrusão de detritos; Reciproc produziu menor extrusão	Kocak <i>et al.</i> (2013)
		Lu <i>et al.</i> (2015)
Reciproc	Todos os sistemas produziram extrusão apical de detritos; Reciproc foi associado com menor extrusão de detritos	Uzun <i>et al.</i> (2016)
		Uzunoglu e Turker (2016)
ProTaper e Mtwo	Todos os instrumentos rotatórios utilizados causaram extrusão apical de detritos e irrigante	Jindal <i>et al.</i> (2012)
ProTaper Universal, ProTaper e Reciproc	ProTaper Universal produziu significativamente menor extrusão de detritos do que os restantes, que não apresentaram diferenças estatísticas entre eles	Silva <i>et al.</i> (2016a)
ProTaper Universal, Mtwo e Reciproc	Os sistemas rotatórios não apresentaram diferenças estatísticas quanto à extrusão de detritos	Burklein <i>et al.</i> (2012)
Reciproc	Reciproc produziu significativamente mais detritos do que outros sistemas (rotatórios)	Xavier <i>et al.</i> (2015).

Chandrasekar *et al.* (2014) analisaram a extrusão apical de diferentes instrumentos, incluindo do ProTaper Retratamento, e das limas H. Os resultados revelaram que a extrusão apical nas limas H foi significativamente mais baixa do que a obtida para os instrumentos rotatórios. No entanto, as diferenças obtidas para os sistemas rotatórios não foram estatisticamente significativas (Chandrasekar *et al.*, 2014).

Num estudo conduzido por De-Deus *et al.* (2010), quando a lima F2 do sistema ProTaper Universal foi usada em movimento recíprocante, não foram constatadas diferenças significativas na quantidade de detritos extrudidos apicalmente obtidos pela sequência completa do sistema ProTaper Universal e pela lima F2 ProTaper. Ambos causaram quantidades semelhantes de extrusão apical de detritos. Os autores também realçaram que neste estudo não foi possível confirmar a influência do tipo de movimento do instrumento na quantidade de detritos extrudido apicalmente (De-Deus *et al.*, 2010).

Kocak *et al.* (2013) compararam extrusão apical de detritos por instrumentos baseados em movimento linear e por sistemas baseados em movimento recíprocante, incluindo o sistema ProTaper e o sistema Reciproc, respectivamente. Os resultados indicaram que todas as técnicas de instrumentação foram associadas com restos de extrusão de detritos. No entanto, o sistema ProTaper produziu o valor médio mais elevado de extrusão, e o Reciproc produziu menos detritos (Kocak *et al.*, 2013).

Lu *et al.* (2015) compararam as extrusões apicais e coronais usando dois sistemas de instrumentação rotatórios e dois recíprocantes. Os resultados não mostraram relação entre extrusões apical e coronais. Todos os sistemas de extrusão produziram extrusão apical de detritos. No entanto, os sistemas recíprocantes de lima única, como o Reciproc produziram menor extrusão apical do que os sistemas rotatórios de sequência completa, como o ProTaper (Lu *et al.*, 2015).

Uzun *et al.* (2016) pretenderam comparar a quantidade de material extrudido apicalmente após preparação dos canais radiculares usando limas recíprocantes e sistemas NiTi rotatórios. Os resultados indicaram que todos os sistemas causaram extrusão apical de detritos. No entanto, o grupo Reciproc foi associado com menor extrusão de detritos (Uzun *et al.*, 2016).

Em concordância, Uzunoglu e Turker (2016) indicaram que, durante o retratamento endodôntico, todos os instrumentos resultaram em extrusão apical de detritos. No entanto, de todos os sistemas, o Reciproc causou inferior quantidade de extrusão. Jindal *et al.* (2012) avaliaram a extrusão apical de detritos e de irrigante por três sistemas de instrumentação rotatórios, incluindo o ProTaper e o Mtwo. A análise estatística mostrou que todos os instrumentos rotatórios utilizados causaram extrusão apical de detritos e irrigante (Jindal *et al.*, 2012).

Silva *et al.* (2016a) avaliaram a quantidade de material extrudido apicalmente por diferentes sistemas, como o ProTaper Universal, ProTaper, e Reciproc. Os resultados indicaram que o sistema ProTaper Universal produziu significativamente menor extrusão de detritos do que os restantes, que não apresentaram diferenças estatísticas entre eles (Silva *et al.*, 2016a).

Burklein *et al.* (2012) compararam a extrusão de detritos associada a sistemas reciprocantes como o Reciproc (40/06) e a sistemas rotatórios, ProTaper Universal e Mtwo. Os resultados indicaram que os sistemas rotatórios não apresentaram diferenças estatísticas. Os sistemas de instrumentação rotatórios foram associados a menor extrusão de detritos enquanto o Reciproc produziu significativamente mais detritos do que os restantes sistemas (Xavier *et al.*, 2015).

De acordo com van der Vyver e Jonker (2014), relativamente aos instrumentos reciprocantes, ainda há conflito de resultados na literatura em relação à eficácia de remoção de detritos e bactérias e ainda permanece a possibilidade da extrusão de detritos e formação de fracturas na dentina se formarem durante a preparação canal com instrumentos reciprocantes (van der Vyver e Jonker, 2014).

### **iii. Fratura de instrumentos**

A recuperação de instrumentos utilizados em endodontia tem sido referida na literatura (Cuje *et al.*, 2010, Gencoglu e Helvacioğlu, 2009). Invariavelmente, um instrumento fraturado constitui uma obstrução mecânica do canal e dificulta o sucesso do TENC (McGuigan *et al.*, 2013a), sendo essencial para o médico entender a probabilidade de

fratura dos instrumentos, assim como o porquê destas ocorrências (McGuigan *et al.*, 2013b).

As limas endodônticas rotatórias usadas para tratar canais radiculares em medicina dentária tem sofrido alterações nos últimos anos quando o aço inoxidável foi substituído pelo Níquel-Titânio (Carvalho *et al.*, 2016).

As ligas NiTi usadas em Endodontia possuem propriedades superelásticas quando usadas a temperatura corporal (37°) o que traz várias vantagens sobre o desempenho global do tratamento do canal radicular. Estas limas podem instrumentar canais curvos mais facilmente do que as de aço inoxidável e tem sido relatado que são mais efetivas na remoção de tecido pulpar inflamado e na proteção da estrutura dentária (Carvalho *et al.*, 2016).

De acordo com McGuigan *et al.* (2013b), a fratura de limas endodônticas tem sido tradicionalmente considerado um evento pouco frequente. No entanto, e segundo os mesmos autores, a percepção da incidência de fraturas com instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NiTi) tem aumentado.

Desde o início da utilização da liga de NiTi em endodontia registam-se muitas alterações em termos de *design* de instrumentos, mas não há melhorias significativas nas propriedades das matérias-primas ou mesmo nos processos de fabrico. Recentemente, os fabricantes têm melhorado a resistência das limas de NiTi pelo aperfeiçoamento do processo de fabrico e o desenvolvimento de instrumentos com melhores propriedades mecânicas quando comparado com as limas convencionais de NiTi (Perez-Higueras *et al.*, 2014).

A liga NiTi M-Wire foi introduzido recentemente como um sistema que tem melhor resistência a fadiga cíclica que os sistemas convencionais de NiTi (Shen *et al.*, 2015). O liga NiTi M-Wire é produzido por um novo processo termomecânico que otimiza a microestrutura do NiTi. Espera-se que os instrumentos endodônticos produzidos com liga NiTi M-Wire tenham uma melhor flexibilidade, e maior força e resistência ao desgaste do que instrumentos similares de NiTi convencional devido a sua estrutura microcristalina única de nanocristais (Perez-Higueras *et al.*, 2014).

A separação inesperada dos instrumentos rotatórios NiTi é uma preocupação com efeitos potenciais no resultado do tratamento (Shen *et al.*, 2015). Igualmente, reduzir a probabilidade de separação de instrumentos e aumentar a segurança dos procedimentos, é um dos principais objectivos dos fabricantes de instrumentos rotativos NiTi (Shen *et al.*, 2015).

Algumas variáveis podem contribuir para a separação das limas. As duas causas principais são a fadiga cíclica e a fratura por torção (Shen *et al.*, 2015).

A quando da instrumentação de canal, os instrumentos convencionais de NiTi ficam sujeitos a fadiga estrutural que ao se prolongar pode conduzir a fratura (Sotokawa, 1988, Pruett *et al.*, 1997). A fratura torsional ocorre quando o torque resultante do contato entre o instrumento e a parede do canal excede a força torsional do instrumento ou quando a ponta do instrumento fica presa no canal e o resto continua a rodar. Instrumentos fraturados por fadiga rodam de forma livre numa curvatura, gerando ciclos de tensão/compressão até ao ponto de máxima flexão e até a fratura ocorrer (Shen *et al.*, 2015).

As limas rotatórias de NiTi tornaram-se instrumentos populares para instrumentar o canal radicular devido a sua elasticidade, eficiência e capacidade de corte. Contudo, estes instrumentos sofrem esforços repetitivos ao rodar em canais curvos e tendem a fraturar inesperadamente devido a fadiga cíclica (Bulem *et al.*, 2013, Shen *et al.*, 2015)

Bulem *et al.* (2013) e Shen *et al.* (2015) indicam que as fracturas devido à fadiga cíclica ocorrem devido a fadiga do metal e são mais prevalentes em canais curvos. Por outro lado, a fratura por torção pode acontecer num canal reto (Shen *et al.*, 2015).

A resistência à fratura através da fadiga refere-se ao número de ciclos que um instrumento é capaz de resistir sob condições de carga específicas (Haikel *et al.*, 1999, Pruett *et al.*, 1997, Lopes *et al.*, 2007). Assim o número de ciclos até a fratura é cumulativo e pode ser obtido pela multiplicação da velocidade de rotação pelo tempo decorrido até a fratura por fadiga cíclica (Lopes *et al.*, 2011). Algumas variáveis tal como velocidade de rotação, os tratamentos da superfície do metal, autoclavagem múltipla e a caracterização metalúrgica dos NiTi podem influenciar a resistência à fadiga das limas rotatórias de NiTi (Gambarini *et al.*, 2008, Sundaram *et al.*, 2013).

Segundo um estudo de Perez-Higueras *et al.* (2014), os instrumentos do sistema ProTaper Next são significativamente mais resistentes a fadiga cíclica do que as limas ProTaper Universal, com uma probabilidade superior a 98% em todos os testes excepto a lima S1 que mostrou ser o instrumento mais resistente a 5 mm da extremidade.

Segundo um estudo de Pedullà *et al.* (2015), conclui-se que as pré-cargas torsionais reduzem a resistência a fadiga cíclica dos instrumentos convencionais e dos instrumentos rotatórios liga NiTi M-Wire excepto para a lima Mtwo #25/0.06 pré-carregada com uma força de torção média por alguns ciclos 25% ou 50% de pré-carga aplicado por 25 ciclos).

De acordo com van der Vyver e Jonker (2014), os instrumentos recíprocos mantêm a anatomia original do canal e demonstram tempo reduzido para a preparação do canal em relação aos sistemas de rotação completa (van der Vyver e Jonker, 2014).

Segundo um estudo de Varghese *et al.* (2016), quando as limas são usadas em movimento recíproco aumentam a sua resistência a fratura e podem desempenhar um papel vital no sucesso da fase de limpeza e preparação do tratamento endodôntico.

Pela análise da literatura constata-se que a maioria dos estudos concordam que instrumentos recíprocos, como o Reciproc, têm um risco de fratura diminuído.

da Frota *et al.* (2014) compararam a fadiga cíclica e a resistência à torção de sistemas recíprocos (como o Reciproc) e de rotação contínua (ProTaper Universal e MTwo). Os autores verificaram melhor desempenho quanto à fadiga cíclica e à resistência à torção para os sistemas recíprocos do que para os sistemas de rotação contínua. Os autores concluíram também que os instrumentos do sistema ProTaper Universal e do sistema Mtwo não apresentam diferenças significativas (da Frota *et al.*, 2014).

#### **iv. Iatrogenias processuais**

A utilização de instrumentos de aço inoxidável, de baixa flexibilidade, em canais curvos pode causar alterações iatrogénicas à forma original do canal radicular (Young *et al.*, 2007), como por exemplo, a formação de degraus, perfurações, ou transporte do

canal (Schilder, 1974).

Vários estudos têm esclarecido as principais vantagens da utilização de instrumentos rotatórios fabricados em NiTi na preparação de canais curvos. Dentre outras, são referidas as possibilidades de manter o comprimento de trabalho, melhorar o tempo de trabalho, obter preparações de canal mais centradas e afuniladas, e diminuir iatrogenias associadas a procedimentos com instrumentos de aço inoxidável (Walia *et al.*, 1988, Esposito e Cunningham, 1995, Mesgouez *et al.*, 2003, Hülsmann *et al.*, 2005, Schirrmeister *et al.*, 2006, Gundappa *et al.*, 2014).

Diferentes autores consideram que os instrumentos NiTi são utilizados principalmente por apresentarem maior flexibilidade e capacidade para manter a configuração original, criando menos danos iatrogênicos, como por exemplo, transporte de um canal radicular (Gundappa *et al.*, 2014, Haapasalo e Shen, 2013). Outros autores indicam que infelizmente, a maioria dos vários instrumentos de NiTi, de diferentes *designs*, conduz a iatrogenias processuais, como defeitos na dentina e fracturas na raiz (Sathorn *et al.*, 2005, Shemesh *et al.*, 2009, Hülsmann *et al.*, 2005, Adorno *et al.*, 2011). As fissuras dentinárias na raiz podem progredir para fraturas de raiz, o que conclui em insucesso do tratamento do canal radicular (Bergmans *et al.*, 2002).

Por outro lado, e relativamente aos instrumentos NiTi reciprocantes, alguns autores referem que o *design* característico das lâminas desses sistemas, incluindo o Reciproc, permite ao operador aplicar forças inferiores, e assim, um menor risco de erros iatrogênicos (Kim *et al.*, 2012, Wycoff e Berzins, 2012, Gambarini *et al.*, 2012, Ramazani *et al.*, 2016). As limas Reciproc são constituídas por liga NiTi M-Wire, responsável pelo aumento da flexibilidade destes instrumentos e resistência à fadiga cíclica (Lim *et al.*, 2013, Plotino *et al.*, 2012b).

### ***1. Perfurações e fracturas radiculares***

Rodig *et al.* (2014) compararam a eficácia dos instrumentos Reciproc, ProTaper Universal Retratamento e limas Hedström na remoção de material obturador e, simultaneamente, analisaram a existência de perfurações pós-retratamento de canais curvos. Tal como num estudo prévio (Rodig *et al.*, 2012), no grupo Hedström não se

verificaram erros iatrogênicos, como por exemplo, de fractura do instrumento, bloqueio, formação de degraus ou perfurações (Rodig *et al.*, 2014). No entanto, e seguindo as indicações do fabricante, no grupo ProTaper Universal retratamento, com a lima D1, foram detectadas três perfurações laterais no terço coronal dos canais radiculares. Os autores atribuíram estes achados às especificidades da ponta de corte e à comicidade desta lima (Rodig *et al.*, 2014).

De modo semelhante, foi relatada uma alta incidência de perfurações (14%) para o sistema ProTaper Universal Retratamento em canais curvos e maior número de outros erros processuais, quando comparado com outros sistemas como as limas Hedström (Unal *et al.*, 2009).

Er *et al.* (2011) avaliaram a resistência à fratura de raízes preparadas por diferentes sistemas de retratamento, como o ProTaper Universal e o Mtwo. O estudo indicou resultados semelhantes em termos de enfraquecimento/fractura da raiz por qualquer um dos sistemas analisados (Er *et al.*, 2011).

Jalali *et al.* (2015) comparou a formação de linhas de fractura na dentina radicular durante a preparação do canal radicular com três sistemas diferentes: Reciproc, ProTaper Universal e Mtwo. Todos os sistemas mecanizados causaram fracturas, mas os sistemas Mtwo e ProTaper Universal causaram significativamente mais fracturas do que o sistema Reciproc (Jalali *et al.*, 2015).

Bane *et al.* (2015) compararam a capacidade conformação de diferente instrumentos, incluindo os sistemas Reciproc e ProTaper em canais curvos de molares inferiores extraídos. Em oposição a outros estudos, Bane *et al.* (2015) não encontraram casos de bloqueio ou de perfuração com qualquer um dos sistemas. No entanto, para todos os sistemas foram detectadas situações de retificação de curvatura de canal (Bane *et al.*, 2015).

Um estudo comparou a incidência de defeitos dentinários resultantes de processos de preparação do canal radicular em incisivos inferiores centrais humanos extraídos (Burklein *et al.*, 2013). Os autores compararam os sistemas rotatórios Mtwo e ProTaper Universal, com sistemas reciprocantes, como o Reciproc. Embora todos os sistemas

tenham gerado defeitos dentinários, os autores associaram o Reciproc a fissuras mais profundas (Burklein *et al.*, 2013).

Igualmente, alguns autores indicam que maior espessura e conicidade das limas podem potencializar mais fissuras (Adorno *et al.*, 2011, Burklein *et al.*, 2013).

Monga *et al.* (2015) compararam instrumentos de rotação contínua com instrumentos reciprocantes quanto à formação de fracturas dentinária na raiz aquando da preparação do canal radicular. Nesse estudo, ao contrário dos sistemas reciprocantes, os sistemas rotatórios incluindo o ProTaper, causaram fissuras dentinárias na raiz, com resultados estatisticamente diferentes do grupo controlo. Assim, os autores concluíram que os instrumentos com movimento reciprocante consistem numa melhor opção, quando comparados com os de movimento rotatório (Monga *et al.*, 2015).

Num estudo feito com o propósito de comparar o impacto do tipo de movimento na incidência de microfissuras na dentina, Priya *et al.* (2014) analisaram diferentes limas em movimento rotatório e reciprocante, produzidos através do motor X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os autores verificaram menos fissuras na dentina quando os canais foram instrumentados com o sistema ProTaper Next em movimento rotatório ou reciprocante (Priya *et al.*, 2014). Os autores concluíram também que os sistemas que utilizam mais do que uma lima conduziram a menos fissuras do que sistemas de uma única lima. Finalmente, o movimento reciprocante mostrou ser melhor tanto para os sistemas de sequência completa como para os sistemas de uso de lima única (Priya *et al.*, 2014).

Num estudo de Jalali *et al.* (2015) foi comparada a formação de fissuras na dentina do canal durante a preparação do canal usando diferentes sistemas de NiTi, nomeadamente Reciproc (RCP), ProTaper Universal (PTU) e o Mtwo. Os autores concluíram que o sistema Reciproc produz menos fissuras na dentina (Jalali *et al.*, 2015).

Segundo um estudo de Gergi *et al.* (2015), as limas únicas reciprocantes produzem fissuras na dentina significativamente mais incompletas do que os sistemas de limas de movimento rotatório adaptativo.

## ***2. Desvios e transporte apical***

Durante a preparação endodôntica de canais curvos, podem ocorrer complicações como transporte ou desvio apical. De acordo com a definição da *American Association of Endodontists* (AAE, 2016), transporte consiste na remoção da estrutura da parede do canal na curva exterior da metade apical do canal devido à tendência das limas para recuperar a sua forma linear original durante a preparação do canal. O mesmo glossário de termos endodônticos indica que este fenómeno pode levar à formação de degraus e de possíveis perfurações. De acordo com Lopes *et al.* (2015), o transporte apical ocorre por causa de um desgaste progressivo da parede externa de um canal radicular curvo (convexa da raiz) na região apical. Relativamente às limas, o tamanho das espiras é considerado um dos principais factores envolvidos no transporte apical (Gundappa *et al.*, 2014).

Embora a literatura apresente poucas evidências de que uma melhor manutenção da curvatura e da forma originais resulta no aumento das taxas de sucesso (Schafer e Burklein, 2012), este erro iatrogénico não é desejável.

De acordo com Gundappa *et al.* (2014) a capacidade de conformação de canais consiste na capacidade de um instrumento para permanecer centrado no sistema de canal radicular; os mesmos autores afirmam ser uma das características mais importantes a ser consideradas nos estudos de iatrogenia em endodontia (Gundappa *et al.*, 2014).

Yoo e Cho (2012) compararam dois sistemas reciprocantes, incluindo o Reciproc, com sistemas rotatórios, incluindo o ProTaper Universal. Os resultados indicam que os sistemas reciprocantes são superiores no que se refere à manutenção do contorno original de canais curvos. Por outro lado, os sistemas rotatórios conduziram a maior transporte apical (Yoo e Cho, 2012).

Numa meta-análise que avaliou a capacidade de centralização de diferentes instrumentos endodônticos de corte rotatórios em NiTi, Gundappa *et al.* (2014) verificaram que todos os instrumentos NiTi de corte rotatórios, mostraram a capacidade de se manter centrados nos canais radiculares e, assim, produzir preparações centradas. Neste âmbito, o sistema Protaper apresentou melhor capacidade de centralização do que os restantes, incluindo o Protaper Universal e o Mtwo (Gundappa *et al.*, 2014).

Ramazani *et al.* (2016) avaliaram a capacidade de conformação de instrumentação rotatória, recíproca e manual na preparação do canal radicular em molares decíduos. Os resultados indicaram que, em relação à capacidade de moldagem, não foram encontradas diferenças entre Reciproc e Mtwo (Ramazani *et al.*, 2016).

Vallaey *et al.* (2016) usaram o micro-CT de alta resolução para avaliar os efeitos de diferentes instrumentos endodônticos rotatórios de NiTi, incluindo Mtwo e ProTaper, no transporte de canal e na taxa de centralização. Não foram encontradas diferença estatisticamente significativas entre os grupos em termos de transporte canal ou quanto ao parâmetro de centralização. Os autores indicaram que estes sistemas conduzem a resultados semelhantes no que diz respeito aos parâmetros de conformação testados, produzindo preparações centradas de canais curvos com transporte mínimo (Vallaey *et al.*, 2016).

Cicek *et al.* (2016) avaliaram a capacidade de centralizar a preparação de canal e o transporte em canais curvos após o uso dos instrumentos ProTaper, MTwo, e Reciproc. Os autores concluíram não haver diferenças no transporte em canais radiculares curvos, com instrumentação apical de #25. Relativamente à capacidade de centralizar a preparação, no terço apical, o sistema ProTaper apresentou um comportamento pior quando comparados com Reciproc (Cicek *et al.*, 2016).

### **III. CONCLUSÃO**

Em Endodontia, os instrumentos e complicações associadas são assinalados como críticos para o sucesso do TENC ou RTENC. Neste âmbito, e para a tomada de decisão, os profissionais devem conhecer os diferentes instrumentos, *designs*, vantagens e limitações.

Esta análise permitiu constatar que nenhum instrumento tem apenas vantagens e que os diferentes autores são cuidadosos a rotular um sistema como ideal.

Na tentativa de demonstrar quais os sistemas de melhor desempenho, esta revisão da literatura revelou algumas discordâncias, pelo que mais estudos são aconselhados para clarificar o potencial dos diferentes sistemas.

#### **Capacidade de remoção de Gutta-Percha**

Independentemente do sistema, nenhum instrumento remove completamente a GP das paredes radiculares, que é mais complicado no terço apical do canal.

A remoção de material é dificultada pela curvatura dos canais.

A maioria dos artigos utilizados indica um pior desempenho das limas H, quando comparado com os sistemas ProTaper e Mtwo.

A literatura indica um desempenho superior do Mtwo, em relação ao ProTaper.

Finalmente, dos artigos analisados, o sistema Reciproc apresentou os melhores desempenhos e está associado aos menores tempos de trabalho.

#### **Extrusão apical de detritos**

A extrusão apical de detritos ocorre quando os instrumentos causam uma pressão unidirecional no sentido apical, que promove o extravasamento do material para a região perirradicular e/ou a destruição do segmento apical do canal radicular.

A extrusão está relacionada com a inflamação periapical, complicações pós-operatórias acompanhadas de dor forte, inchaço e insucesso do tratamento.

Nenhum dos instrumentos é capaz de evitar a extrusão apical na totalidade.

No geral, a literatura indica que o Reciproc provoca menor extrusão apical de detritos.

### **Fratura de instrumentos**

Um instrumento quebrado constitui uma obstrução mecânica do canal e dificulta o sucesso do tratamento.

Em Endodontia, a fadiga cíclica - prevalente em canais curvos - e a torção - que pode ocorrer em canais retos - são as duas principais causas da fratura de instrumentos.

A liga de NiTi M-Wire tem maiores resistência à fadiga cíclica, flexibilidade, força e resistência ao desgaste, do a liga de NiTi convencional.

A maioria dos estudos concorda que o movimento recíprocante, como o do Reciproc, aumenta a resistência à fratura e à torção, mantendo a anatomia original do canal.

### **Iatrogenias processuais**

Quanto à produção de perfurações e fraturas radiculares, encontram-se estudos que indicam vantagens na utilização de instrumentos rotatórios NiTi para preparar canais curvos. No entanto, foram encontrados resultados que demonstram maior incidência de perfurações para o ProTaper Universal Retratamento, do que para as limas H.

A maioria dos estudos analisados associam o Reciproc a menos iatrogenias, como desvios, transporte apical, perfurações e fraturas radiculares.

#### IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAE (2016). *Glossary of endodontic terms*, Chicago, AAE.

ADA/ANSI (1982). Revised American National Standards Institute/American Dental Association specification no. 28 for root canal files and reamers, type K. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. *Journal of the American Dental Association*, 104(4), pp. 506.

ADA/ANSI (2003). American National Standard/ American Dental Association specification no. 95, root canal enlargers. Chicago: The Association.

Adorno, C. G., Yoshioka, T. e Suda, H. (2011). Crack Initiation on the Apical Root Surface Caused by Three Different Nickel-Titanium Rotary Files at Different Working Lengths. *Journal of Endodontics*, 37(4), pp. 522-525.

Akpınar, K. E., Altunbas, D. e Kustarci, A. (2012). The efficacy of two rotary NiTi instruments and H-files to remove gutta-percha from root canals. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 17(3), pp. e506-11.

Alapati, S. B., *et al.* (2009). Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 35(11), pp. 1589-93.

Alves, F. R., *et al.* (2014). Comparison of the efficacy of nickel-titanium rotary systems with or without the retreatment instruments in the removal of gutta-percha in the apical third. *BMC Oral Health*, 14102.

Atmeh, A. R. e Watson, T. F. (2016). Root dentine and endodontic instrumentation: cutting edge microscopic imaging. *Interface Focus*, 6(3), pp. 20150113.

Azar, M. R. e Mokhtare, M. (2011). Rotary Mtwo system versus manual K-file instruments: efficacy in preparing primary and permanent molar root canals. *Indian Journal of Dental Research*, 22(2), pp. 363.

Balto, K. (2011). Tooth survival after root canal treatment. *Evidence-Based Dentistry*, 12(1), pp. 10-1.

Bane, K., *et al.* (2015). Root canal shaping by single-file systems and rotary instruments: a laboratory study. *Iranian Endodontic Journal*, 10(2), pp. 135-9.

Barnes, J. J. e Patel, S. (2011). Contemporary endodontics - part 1. *British Dental Journal*, 211(10), pp. 463-8.

Bergmans, L., *et al.* (2002). Smooth flexible versus active tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal*, 35(8), pp. 820-828.

Berutti, E., *et al.* (2012). Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *Journal of Endodontics*, 38(1), pp. 101-4.

Bird, D. C., Chambers, D. e Peters, O. A. (2009). Usage parameters of nickel-titanium rotary instruments: a survey of endodontists in the United States. *Journal of Endodontics*, 35(9), pp. 1193-7.

Bonaccorso, A., *et al.* (2009). Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *Journal of Endodontics*, 35(6), pp. 883-6.

Bonaccorso, A., *et al.* (2008). Chemical analysis of nickel-titanium rotary instruments with and without electropolishing after cleaning procedures with sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 34(11), pp. 1391-5.

Bramante, C. M., *et al.* (2010). Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *Journal of Endodontics*, 36(11), pp. 1870-3.

Bulem, U. K., Kececi, A. D. e Guldaz, H. E. (2013). Experimental evaluation of cyclic fatigue resistance of four different nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite and/or sterilization. *Journal of Applied Oral Science*, 21(6), pp. 505-10.

Burklein, S., *et al.* (2012). Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International Endodontic Journal*, 45(5), pp. 449-61.

Burklein, S., Tsotsis, P. e Schafer, E. (2013). Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 39(4), pp. 501-4.

Burroughs, J. R., *et al.* (2012). Shaping ability of three nickel-titanium endodontic file systems in simulated S-shaped root canals. *Journal of Endodontics*, 38(12), pp. 1618-21.

Carvalho, A., *et al.* (2016). Rotary Fatigue Testing to Determine the Fatigue Life of NiTi alloy Wires: An Experimental and Numerical Analysis. *Procedia Structural Integrity*, 134-41.

Chandrasekar, *et al.* (2014). A comparative evaluation of gutta percha removal and extrusion of apical debris by rotary and hand files. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(11), pp. Zc110-4.

Chauhan, R., Tikku, A. e Chandra, A. (2012). Detection of residual obturation material after root canal retreatment with three different techniques using a dental operating microscope and a stereomicroscope: An in vitro comparative evaluation. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3), pp. 218-22.

Cicek, E., *et al.* (2016). Comparison of the amount of apical debris extrusion associated with different retreatment systems and supplementary file application during retreatment process. *Journal of Conservative Dentistry*, 19(4), pp. 351-4.

Colaco, A. S. e Pai, V. A. (2015). Comparative Evaluation of the Efficiency of Manual and Rotary Gutta-percha Removal Techniques. *Journal of Endodontics*, 41(11), pp. 1871-4.

Cuje, J., Bargholz, C. e Hulsmann, M. (2010). The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. *International Endodontic Journal*, 43(7), pp. 545-54.

da Frota, M. F., *et al.* (2014). Comparison of cyclic fatigue and torsional resistance in reciprocating single-file systems and continuous rotary instrumentation systems. *Journal of Oral Science*, 56(4), pp. 269-75.

Dadresanfar, B., *et al.* (2011). Efficacy of two rotary systems in removing gutta-percha and sealer from the root canal walls. *Iranian Endodontic Journal*, 6(2), pp. 69-73.

Dagna, A., *et al.* (2014). Cyclic fatigue resistance of OneShape, Reciproc, and WaveOne: An in vitro comparative study. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(3), pp. 250-4.

De-Deus, G., *et al.* (2010). Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 110(3), pp. 390-4.

Dentsply Maillefer. (2015). *RECIPROC® - VDR*. [Online]. Disponível em: [http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/en-reciproc-anwender\\_a5\\_rev6.pdf](http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/en-reciproc-anwender_a5_rev6.pdf). [Consultado em 07/10/2016].

Dentsply Maillefer. (2016a). *Gates and Short Gates™ Glidden Drills*. [Online]. Disponível em: <http://www.maillefer.com/wp-content/uploads/2016/06/Catalog-2016-with-Ready-Steel.compressed1.pdf>. [Consultado em 07/10/2016].

Dentsply Maillefer. (2016b). *ProTaper Universal Retreatment Technique Tips Card*. [Online]. Disponível em: <http://pdf.medicalexpo.com/pdf/dentsply-tulsa-dental/protaper-universal-retreatment-technique-tips-card/100402-135627.html>. [Consultado em 07/10/2016].

Dentsply Maillefer. (2016c). *Ready Steel Hedström Files*. [Online]. Disponível em: <http://www.maillefer.com/wp-content/uploads/2016/06/Ready-Steel-Brochure-Web.pdf>. [Consultado em 07/10/2016].

Dincer, A. N., Er, O. e Canakci, B. C. (2015). Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with several NiTi systems. *International Endodontic Journal*, 48(12), pp. 1194-8.

Duncan, H. F. e Chong, B. S. (2008). Removal of root filling materials. *Endodontic Topics*, 19(1), pp. 33-57.

Ehsani, M., *et al.* (2011). An ex-vivo study on the shaping parameters of two nickel-titanium rotary systems compared with hand instruments. *Iranian Endodontic Journal*, 6(2), pp. 74-9.

Er, K., *et al.* (2011). Fracture resistance of retreated roots using different retreatment systems. *European Journal of Dentistry*, 5(4), pp. 387-92.

ESE (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal*, 39(12), pp. 921-30.

Esposito, P. T. e Cunningham, C. J. (1995). A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *Journal of Endodontics*, 21(4), pp. 173-6.

Estrela, C., *et al.* (2014). Characterization of successful root canal treatment. *Brazilian Dental Journal*, 25(1), pp. 3-11.

Ferreira, C. M., Orsi, I. A. e Froner, I. C. (1999). Alteração da temperatura radicular externa durante o preparo para contenção intra-radicular. *Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo*, 13(3), pp. 283-287.

Fleming, C. H., *et al.* (2010). Comparison of classic endodontic techniques versus contemporary techniques on endodontic treatment success. *Journal of Endodontics*, 36(3), pp. 414-8.

Gambarini, G., *et al.* (2012). Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *International Endodontic Journal*, 45(9), pp. 802-6.

Gambarini, G., *et al.* (2008). Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *Journal of Endodontics*, 34(8), pp. 1003-5.

Garg, A., *et al.* (2015). Comparison of Time Required by D-RaCe, R-Endo and Mtwo Instruments for Retreatment: An in vitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(2), pp. Zc47-9.

Garg, N. e Garg, A. (2014a). Endodontic Failures and Retreatment. *In: Garg, N. & Garg, A. (eds.) Textbook of Endodontics*. 3<sup>a</sup> ed. Nova Deli: Mosbym, Elsevier Inc., pp. 345-363.

Garg, N. e Garg, A. (2014b). Endodontic Instruments. *In: Garg, N. & Garg, A. (eds.) Textbook of Endodontics*. 3<sup>a</sup> ed. Nova Deli: Mosby, Elsevier Inc., pp. 145-168.

Gekelman, D., *et al.* (2009). Rotary nickel-titanium GT and ProTaper files for root canal shaping by novice operators: a radiographic and micro-computed tomography evaluation. *Journal of Endodontics*, 35(11), pp. 1584-8.

Gencoglu, N. e Helvacioğlu, D. (2009). Comparison of the different techniques to remove fractured endodontic instruments from root canal systems. *European Journal of Dentistry*, 3(2), pp. 90-5.

Gergi, R. M., Osta, N. E. e Naaman, A. S. (2015). Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, Reciproc and WaveOne instruments. *European Journal of Dentistry*, 9(4), pp. 508-12.

Giovanne, T., *et al.* (2008). Shaping outcomes using two Ni-Ti rotary instruments in simulated canals. *Minerva stomatologica*, 57(4), pp. 143-54.

Gu, L. S., *et al.* (2008). Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *International Endodontic Journal*, 41(4), pp. 288-95.

Guedes, O. A., *et al.* (2015). Detection of Procedural Errors during Root Canal Instrumentation using Cone Beam Computed Tomography. *Journal of International Oral Health*, 7(3), pp. 28-32.

Gundappa, M., *et al.* (2014). Root canal centering ability of rotary cutting nickel titanium instruments: A meta-analysis. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(6), pp. 504-9.

Gutmann, J. L. e Gao, Y. (2012). Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *International Endodontic Journal*, 45(2), pp. 113-28.

Haapasalo, M. e Shen, Y. (2013). Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endodontic Topics*, 29(1), pp. 3-17.

Haikel, Y., *et al.* (1999). Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 25(6), pp. 434-40.

Hilaly, G. E. e Wanees, S. A. (2011). Changes in diameter, cross-sectional area, and extent of canal-wall touching on using 3 instrumentation techniques in long-oval canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 112(5), pp. 688-95.

Hülsmann, M., Peters, O. A. e Dummer, P. M. H. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10(1), pp. 30-76.

ISO (1992). Dental root-canal instruments—Part 1: Files, reamers, barbed broaches, rasps, paste carriers, explorers and cotton broaches. *In: Standardization, I. O. f. (ed.)*. Geneva.

Jalali, S., *et al.* (2015). Effects of Reciproc, Mtwo and ProTaper Instruments on Formation of Root Fracture. *Iranian Endodontic Journal*, 10(4), pp. 252-5.

Jayakodi, H., *et al.* (2012). Clinical and pharmacological management of endodontic flare-up. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences*, 4(Suppl 2), pp. S294-8.

Jayasenthil, A., Sathish, E. S. e Prakash, P. (2012). Evaluation of manual and two-rotary niti retreatment systems in removing gutta-percha obturated with two root canal sealers. *ISRN Dent*, 2012208241.

Jindal, R., *et al.* (2012). Comparative evaluation of apical extrusion of debris and irrigant with three rotary instruments using crown down technique - An in vitro study. *J Oral Biol Craniofac Res*, 2(2), pp. 105-9.

Kannan, V. S., *et al.* (2014). A new atraumatic method of removing fractured palatal root using endodontic H-files luted with resin modified glass ionomercement: A pilot study. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences*, 6(Suppl 1), pp. S156-9.

Katge, F., *et al.* (2016). Comparison of cleaning Efficacy and Instrumentation Time between Rotary and Manual Instrumentation Techniques in Primary Teeth: An in vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9(2), pp. 124-7.

Khalilak, Z., *et al.* (2013). In Vitro Comparison of Gutta-Percha Removal with H-File and ProTaper with or without Chloroform. *Iranian Endodontic Journal*, 8(1), pp. 6-9.

Kim, H. C., *et al.* (2012). Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *Journal of Endodontics*, 38(4), pp. 541-4.

Kocak, M. M., *et al.* (2016). Cleaning efficacy of reciprocal and rotary systems in the removal of root canal filling material. *Journal of Conservative Dentistry*, 19(2), pp. 184-8.

Kocak, S., *et al.* (2013). Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *Journal of Endodontics*, 39(10), pp. 1278-80.

Kokane, V. B. e Patil, S. N. (2014). Management of Grade III Mobile Anterior Tooth in Function Using Endostabilizer - A Case Report. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(12), pp. Zd06-7.

Krell, K. V. (2009). Endodontic Instruments. *In*: Torabinejad, M. & Walton, R. E. (eds.) *Endodontics: Principles and Practice*. 4<sup>a</sup> ed. St. Louis: Saunders, Elsevier Inc., pp. 204-215.

Kustarci, A., *et al.* (2008). Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques. *International Endodontic Journal*, 41(12), pp. 1066-71.

Lee, A. H., Cheung, G. S. e Wong, M. C. (2012). Long-term outcome of primary non-surgical root canal treatment. *Clinical Oral Investigations*, 16(6), pp. 1607-17.

Lee, M. H., *et al.* (2011). Correlation between experimental cyclic fatigue resistance and numerical stress analysis for nickel-titanium rotary files. *Journal of Endodontics*, 37(8), pp. 1152-7.

Leonardi, D. P., *et al.* (2015). Influence of Prior Cervical Enlargement on Apical Cleaning Using Single File. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 56(2), pp. 85-91.

Lim, Y. J., *et al.* (2013). Comparison of the centering ability of Wave.One and Reciproc nickel-titanium instruments in simulated curved canals. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(1), pp. 21-5.

Locke, M., Thomas, M. B. e Dummer, P. M. (2013). A survey of adoption of endodontic nickel-titanium rotary instrumentation part 1: general dental practitioners in Wales. *British Dental Journal*, 214(3), pp. E6.

Lopes, H. P., *et al.* (2011). Influence of curvature location along an artificial canal on cyclic fatigue of a rotary nickel-titanium endodontic instrument. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 111(6), pp. 792-6.

Lopes, H. P., *et al.* (2007). Cyclic fatigue of ProTaper instruments. *Journal of Endodontics*, 33(1), pp. 55-7.

Lopes, H. P., *et al.* (2015). Preparo qu mico-mec nico dos canais radiculares. In: Lopes, H. P. & Siqueira, J. F. (eds.) *Endodontia: Biologia e Técnica*. 4<sup>a</sup> Ed. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp. 355-406.

Lu, Y., *et al.* (2015). Comparison of apical and coronal extrusions using reciprocating and rotary instrumentation systems. *BMC Oral Health*, 1592.

Luebke, N. H. e Brantley, W. A. (1990). Physical dimensions and torsional properties of rotary endodontic instruments. 1. Gates Glidden drills. *Journal of Endodontics*, 16(9), pp. 438-41.

Luebke, N. H. e Brantley, W. A. (1991). Torsional and metallurgical properties of rotary endodontic instruments. 2. Stainless steel Gates Glidden drills. *Journal of Endodontics*, 17(7), pp. 319-23.

Luebke, N. H., *et al.* (1992). Physical dimensions, torsional performance, and metallurgical properties of rotary endodontic instruments. 3. Peeso drills. *Journal of Endodontics*, 18(1), pp. 13-8.

Machado, M. E., *et al.* (2010). Comparison of two rotary systems in root canal preparation regarding disinfection. *Journal of Endodontics*, 36(7), pp. 1238-40.

Madani, Z. S., *et al.* (2014). Cone-beam computed tomography for evaluation of apical transportation in root canals prepared by two rotary systems. *Iranian Endodontic Journal*, 9(2), pp. 109-12.

Marques da Silva, B., *et al.* (2012). Effectiveness of ProTaper, D-RaCe, and Mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *International Endodontic Journal*, 45(10), pp. 927-932.

McGuigan, M. B., Louca, C. e Duncan, H. F. (2013a). Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *British Dental Journal*, 214(8), pp. 395-400.

McGuigan, M. B., Louca, C. e Duncan, H. F. (2013b). Endodontic instrument fracture: causes and prevention. *British Dental Journal*, 214(7), pp. 341-8.

McKendry, D. J. (1990). Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *Journal of Endodontics*, 16(1), pp. 24-7.

Meireles, D. A., *et al.* (2013). Endodontic treatment of mandibular molar with root dilaceration using Reciproc single-file system. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(3), pp. 167-71.

Mesgouez, C., *et al.* (2003). Influence of operator experience on canal preparation time when using the rotary Ni-Ti ProFile system in simulated curved canals. *International Endodontic Journal*, 36(3), pp. 161-5.

Metzger, Z., Basrani, B. e Goodis, H. E. (2011). Instrumentos, Materiais e Aparelhos. In: Cohen, S. & Hargreaves, K. M. (eds.) *Cohen Caminhos da Polpa*. 10ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., pp. 212-264.

Mittal, N. e Jain, J. (2014). Spiral computed tomography assessment of the efficacy of different rotary versus hand retreatment system. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(1), pp. 8-12.

Moazami, F., *et al.* (2011). Success rate of nonsurgical endodontic treatment of nonvital teeth with variable periradicular lesions. *Iranian Endodontic Journal*, 6(3), pp. 119-24.

Moghaddam, K. N., Mehran, M. e Farajian Zadeh, H. (2009). Root canal cleaning efficacy of rotary and hand files instrumentation in primary molars. *Iranian Endodontic Journal*, 4(2), pp. 53-7.

Monga, P., *et al.* (2015). Comparison of incidence of dentinal defects after root canal preparation with continuous rotation and reciprocating instrumentation. *Singapore Dental Journal*, 3629-33.

Munoz, E., Forner, L. e Llana, C. (2014). Influence of operator's experience on root canal shaping ability with a rotary nickel-titanium single-file reciprocating motion system. *Journal of Endodontics*, 40(4), pp. 547-50.

Naito, T. (2010). Surgical or nonsurgical treatment for teeth with existing root fillings? *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 11(2), pp. 54-5.

Ng, Y. L., Mann, V. e Gulabivala, K. (2010). Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *International Endodontic Journal*, 43(3), pp. 171-89.

Ng, Y. L., Mann, V. e Gulabivala, K. (2011). A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *International Endodontic Journal*, 44(7), pp. 610-25.

Ounsi, H. F., *et al.* (2007). Effect of clinical use on the cyclic fatigue resistance of ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 33(6), pp. 737-41.

Parashos, P. e Messer, H. H. (2004). Questionnaire survey on the use of rotary nickel-titanium endodontic instruments by Australian dentists. *International Endodontic Journal*, 37(4), pp. 249-59.

Patel, S. e Barnes, J. J. (2011). Contemporary endodontics - part 2. *British Dental Journal*, 211(11), pp. 517-24.

Patterson Dental. (2016). *Peeso Reamers – RA, 32 mm, 6/Pkg - Miltex by Integra*. [Online]. Disponível em:

[https://www.pattersondental.com/Supplies/ProductFamilyDetails/PIF\\_54945](https://www.pattersondental.com/Supplies/ProductFamilyDetails/PIF_54945).

[Consultado em 07/10/2016].

Pedulla, E., *et al.* (2013). Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 39(2), pp. 258-61.

Pedullà, E., *et al.* (2015). Effect of cyclic torsional preloading on cyclic fatigue resistance of ProTaper Next and Mtwo nickel–titanium instruments. *Giornale Italiano di Endodonzia*, 29(1), pp. 3-8.

Perez-Higueras, J. J., *et al.* (2014). Differences in cyclic fatigue resistance between ProTaper Next and ProTaper Universal instruments at different levels. *Journal of Endodontics*, 40(9), pp. 1477-81.

Peters, O. A. e Peters, C. I. (2011). Limpeza e Modelagem do Sistema de Canais Radiculares. In: Cohen, S. & Hargreaves, K. M. (eds.) *Cohen Caminhos da Polpa*. 10<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., pp. 265-322.

Peters, O. A., Schonenberger, K. e Laib, A. (2001). Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International Endodontic Journal*, 34(3), pp. 221-30.

Pirani, C., *et al.* (2015). Long-term outcome of non-surgical root canal treatment: a retrospective analysis. *Odontology*, 103(2), pp. 185-93.

Plotino, G., *et al.* (2012a). Cyclic fatigue resistance of Mtwo NiTi rotary instruments used by experienced and novice operators--an in vivo and in vitro study. *Medical Science Monitor*, 18(6), pp. MT41-5.

Plotino, G., *et al.* (2012b). Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *International Endodontic Journal*, 45(7), pp. 614-8.

Priya, N. T., *et al.* (2014). "Dentinal microcracks after root canal preparation" a comparative evaluation with hand, rotary and reciprocating instrumentation. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(12), pp. ZC70-2.

Pruett, J. P., Clement, D. J. e Carnes, D. L., Jr. (1997). Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 23(2), pp. 77-85.

Ramazani, N., *et al.* (2016). In vitro investigation of the cleaning efficacy, shaping ability, preparation time and file deformation of continuous rotary, reciprocating rotary and manual instrumentations in primary molars. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 10(1), pp. 49-56.

Reddy, N., *et al.* (2013). Comparative analysis of efficacy and cleaning ability of hand and rotary devices for gutta-percha removal in root canal retreatment: an in vitro study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(4), pp. 635-43.

Ricucci, D., *et al.* (2011). A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 112(6), pp. 825-42.

Rios Mde, A., *et al.* (2014). Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *Journal of Endodontics*, 40(4), pp. 543-6.

Robinson, J. P., *et al.* (2013). Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*, 39(8), pp. 1067-70.

Roda, R. S. e Gettleman, B. H. (2011). Retratamento n o Cirúrgico. In: Cohen, S. & Hargreaves, K. M. (eds.) *Cohen Caminhos da Polpa*. 10<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., pp. 807-866.

Rodig, T., *et al.* (2012). Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. *International Endodontic Journal*, 45(6), pp. 580-9.

Rodig, T., *et al.* (2014). Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. *International Endodontic Journal*, 47(10), pp. 942-8.

Sathorn, C., Palamara, J. E. e Messer, H. H. (2005). A comparison of the effects of two canal preparation techniques on root fracture susceptibility and fracture pattern. *Journal of Endodontics*, 31(4), pp. 283-7.

Saunders, E. M. e Saunders, W. P. (1989). The heat generated on the external root surface during post space preparation. *International Endodontic Journal*, 22(4), pp. 169-73.

Schafer, E. (1997). Root canal instruments for manual use: a review. *Endodontics & Dental Traumatology*, 13(2), pp. 51-64.

Schafer, E. e Burklein, S. (2012). Impact of nickel-titanium instrumentation of the root canal on clinical outcomes: a focused review. *Odontology*, 100(2), pp. 130-6.

Schafer, E., Erler, M. e Dammaschke, T. (2006a). Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *International Endodontic Journal*, 39(3), pp. 196-202.

Schafer, E., Erler, M. e Dammaschke, T. (2006b). Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *International Endodontic Journal*, 39(3), pp. 203-12.

Schilder, H. (1974). Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America*, 18(2), pp. 269-96.

Schirrmeister, J. F., *et al.* (2006). Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 101(4), pp. 542-7.

Seltzer, S. e Naidorf, I. J. (1985). Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *Journal of Endodontics*, 11(11), pp. 472-8.

Shahi, S., *et al.* (2012). Electrochemical corrosion assessment of RaCe and Mtwo rotary nickle-titanium instruments after clinical use and sterilization. *Medicina Oral, Patolog a Oral y Cirugía Bucal*, 17(2), pp. e331-6.

Shemesh, H., *et al.* (2009). The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *International Endodontic Journal*, 42(3), pp. 208-13.

Shen, Y., *et al.* (2015). Effect of a combination of torsional and cyclic fatigue preloading on the fracture behavior of K3 and K3XF instruments. *Journal of Endodontics*, 41(4), pp. 526-30.

Shen, Y., *et al.* (2013). Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *Journal of Endodontics*, 39(2), pp. 163-72.

Shivanand, S., *et al.* (2013). To evaluate and compare the efficacy, cleaning ability of hand and two rotary systems in root canal retreatment. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(3), pp. 440-4.

Silva, E. J., *et al.* (2016a). Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *International Endodontic Journal*, 49(7), pp. 700-5.

Silva, E. J., *et al.* (2016b). Influence of Apical Preparation Size and Working Length on Debris Extrusion. *Brazilian Dental Journal*, 27(1), pp. 28-31.

Siqueira, J. F., Jr., *et al.* (2002). Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *Journal of Endodontics*, 28(6), pp. 457-60.

Soi, S., *et al.* (2015). In Vitro Comparison of Apically Extruded Debris during Root Canal Preparation of Mandibular Premolars with Manual and Rotary Instruments. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 9(3), pp. 131-7.

Song, M., *et al.* (2011). Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics*, 37(11), pp. 1516-9.

Sonntag, D., *et al.* (2007). Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Australian Endodontic Journal*, 33(2), pp. 73-81.

Sonntag, D., *et al.* (2006). Determination of root canal curvatures before and after canal preparation (part II): A method based on numeric calculus. *Australian Endodontic Journal*, 32(1), pp. 16-25.

Sotokawa, T. (1988). An analysis of clinical breakage of root canal instruments. *Journal of Endodontics*, 14(2), pp. 75-82.

Sundaram, K. M., *et al.* (2013). Comparative evaluation of the effects of multiple autoclaving on cyclic fatigue resistance of three different rotary Ni-Ti instruments: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 16(4), pp. 323-6.

Surakanti, J. R., *et al.* (2014). Comparative evaluation of apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper, Hyflex and Waveone rotary systems. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(2), pp. 129-32.

Tabassum, S. e Khan, F. R. (2016). Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *European Journal of Dentistry*, 10(1), pp. 144-7.

Talati, A., *et al.* (2013). Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in curved root canals. *Iranian Endodontic Journal*, 8(2), pp. 55-8.

Tang, L., *et al.* (2011). Tooth anatomy risk factors influencing root canal working length accessibility. *International Journal of Oral Science*, 3(3), pp. 135-40.

Thompson, S. A. (2000). An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*, 33(4), pp. 297-310.

Tinaz, A. C., *et al.* (2005). The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *Journal of Endodontics*, 31(7), pp. 533-5.

Tjan, A. H. e Abbate, M. F. (1993). Temperature rise at root surface during post-space preparation. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 69(1), pp. 41-5.

Unal, G. C., *et al.* (2009). A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *International Endodontic Journal*, 42(4), pp. 344-50.

Uroz-Torres, D., Gonzalez-Rodriguez, M. P. e Ferrer-Luque, C. M. (2009). Effectiveness of a manual glide path on the preparation of curved root canals by using Mtwo rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 35(5), pp. 699-702.

Uzun, I., *et al.* (2016). Apical extrusion of debris using reciprocating files and rotary instrumentation systems. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 19(1), pp. 71-5.

Uzun, O., *et al.* (2013). The evaluation of two rotary instrumentation techniques under "operator-related variables" standardized conditions. *European Journal of Dentistry*, 7(4), pp. 395-8.

Uzunoglu, E. e Turker, S. A. (2016). Impact of different file systems on the amount of apically extruded debris during endodontic retreatment. *European Journal of Dentistry*, 10(2), pp. 210-4.

Vale, M. S., *et al.* (2013). Endodontic filling removal procedure: an ex vivo comparative study between two rotary techniques. *Brazilian Oral Research*, 27(6), pp. 478-83.

Vallaey, K., Chevalier, V. e Arbab-Chirani, R. (2016). Comparative analysis of canal transportation and centring ability of three Ni-Ti rotary endodontic systems: Protaper(R), MTwo(R) and Revo-S, assessed by micro-computed tomography. *Odontology*, 104(1), pp. 83-8.

van der Vyver, P. J. e Jonker, C. (2014). Reciprocating instruments in endodontics: a review of the literature. *SADJ*, 69(9), pp. 404-9.

Varela-Patino, P., *et al.* (2010). Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *Journal of Endodontics*, 36(1), pp. 157-9.

Varghese, N. O., *et al.* (2016). Resistance to torsional failure and cyclic fatigue resistance of ProTaper Next, WaveOne, and Mtwo files in continuous and reciprocating motion: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 19(3), pp. 225-30.

VDW. (2016). *MTWO® The efficient NiTi system*. [Online]. Disponível em: <http://www.vdw-dental.com/en/products/rotary-preparation/mtwo.html>. [Consultado em 07/10/2016].

Walia, H. M., Brantley, W. A. e Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of Endodontics*, 14(7), pp. 346-51.

Wycoff, R. C. e Berzins, D. W. (2012). An in vitro comparison of torsional stress properties of three different rotary nickel-titanium files with a similar cross-sectional design. *Journal of Endodontics*, 38(8), pp. 1118-20.

Xavier, F., *et al.* (2015). Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems. *International Endodontic Journal*, 48(7), pp. 661-5.

Xu, L. L., *et al.* (2012). Residual filling material in dentinal tubules after gutta-percha removal observed with scanning electron microscopy. *Journal of Endodontics*, 38(3), pp. 293-6.

Yadav, P., *et al.* (2013). An in vitro CT Comparison of Gutta-Percha Removal with Two Rotary Systems and Hedstrom Files. *Iranian Endodontic Journal*, 8(2), pp. 59-64.

Yared, G. (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal*, 41(4), pp. 339-44.

Yared, G. M., Bou Dagher, F. E. e Machtou, P. (2001). Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on ProFile failures. *International Endodontic Journal*, 34(1), pp. 47-53.

Yilmaz, Z., Karapinar, S. P. e Ozcelik, B. (2011). Efficacy of rotary Ni-Ti retreatment systems in root canals filled with a new warm vertical compaction technique. *Dental Materials Journal*, 30(6), pp. 948-53.

Yoo, Y. S. e Cho, Y. B. (2012). A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 37(4), pp. 220-7.

Young, G. R., Parashos, P. e Messer, H. H. (2007). The principles of techniques for cleaning root canals. *Australian Dental Journal*, 52(1 Suppl), pp. S52-63.

Yuruker, S., *et al.* (2016). Efficacy of Combined Use of Different Nickel-Titanium Files on Removing Root Canal Filling Materials. *Journal of Endodontics*, 42(3), pp. 487-92.

Zuolo, A. S., *et al.* (2013). Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *International Endodontic Journal*, 46(10), pp. 947-53.