



FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

**Comparação do transporte e centralização do canal radicular instrumentado com dois
sistemas de limas mecanizadas em Ni-Ti**

Pedro Patrão Henriques Zagalo

Orientadores:

Doutora Siri Folques Vicente de Paulo

Professor Doutor Manuel Marques Ferreira

Coimbra, junho de 2023

Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Comparação do transporte e centralização do canal radicular instrumentado com dois sistemas de limas mecanizadas em Ni-Ti

Zagalo P¹, Ferreira M², Paulo S³

¹Aluno, Mestrado Integrado em Medicina Dentária; Instituto de Endodontia, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

²Professor Associado com Agregação. Instituto de Endodontia, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra; Centro de Investigação em Meio Ambiente, Genética e Oncobiologia (CIMAGO), Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra; Coimbra Institute for Clinical and Biomedical Research (iCBR), Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra; Clinical Academic Center of Coimbra (CACCC), Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra.

³Professora Auxiliar Convidada. Instituto de Endodontia, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra; Centro de Investigação em Meio Ambiente, Genética e Oncobiologia (CIMAGO), Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra; Coimbra Institute for Clinical and Biomedical Research (iCBR), Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra; Clinical Academic Center of Coimbra (CACCC), Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra.

Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

Av. Bissaya Barreto, Blocos de Celas

3000-075 Coimbra, Portugal

Tel.: +351 239 484 183

Fax.: +351 239 402 910

E-mail: pedrozagalo50@gmail.com

Índice

Resumo.....	1
Palavras-chave	2
Abstract.....	3
Keywords	4
Introdução	5
Materiais e Métodos	7
Seleção de dentes	7
Preparação químico-mecânica dos canais.....	8
Análise da instrumentação.....	9
Análise estatística.....	11
Resultados	12
Desgaste do canal	12
Transporte do canal.....	14
Centralização do Canal.....	16
Discussão.....	18
Conclusão	22
Agradecimentos	23
Referências.....	24
Anexos	29

Resumo

Introdução: A instrumentação do canal radicular desempenha um papel crucial no tratamento endodôntico. O objetivo deste trabalho foi comparar a *performance* de dois tipos de sistemas de limas mecanizadas, ProTaper Ultimate (Dentsply Sirona Maillefer, Ballaigues, Suíça) e RACE EVO (FKG Dentaire SA, La Chaux de Fonds, Switzerland), no desgaste, transporte e centralização do canal radicular.

Materiais e Métodos: Foram escolhidos 54 dentes humanos, que foram divididos de acordo com o grau de curvatura e, aleatoriamente, distribuídos em dois grupos experimentais, dependendo do sistema utilizado: ProTaper Ultimate (PTU) e RACE EVO (RE). No grupo PTU, os canais foram preparados com uma lima K10, juntamente com as limas *Slider* e *Shaper*. No grupo RE, os canais foram preparados com uma lima K10, juntamente com as limas RE1 e RE2. Em ambos os grupos, os canais foram irrigados com Hipoclorito de Sódio a 2,5% entre os instrumentos. Realizaram-se imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (CBCT) antes e após a instrumentação dos canais com o objetivo de analisar o desgaste, transporte e centralização do canal nos terços apical (3mm do ápice) e médio (5mm do ápice). As medições foram obtidas através do programa Image J e os resultados foram analisados, estatisticamente, com $p < 0,05$.

Resultados: As limas RE apresentam uma tendência de maior desgaste no terço apical de canais retos, no terço médio de canais com curvatura moderada e no terço apical de canais com curvatura severa ($p > 0,05$). No terço médio dos canais retos, as limas RE produziram mais transporte do canal ($p < 0,05$). As limas RE apresentam, também, tendência para um maior transporte no terço apical de canais retos, com curvaturas moderadas e severas ($p > 0,05$), enquanto as limas PTU apresentaram uma maior tendência de transporte a nível do terço médio de canais com curvaturas moderadas e severas ($p > 0,05$). As limas PTU apresentam uma tendência de maior centralização no terço médio de canais retos e com curvaturas severas e no terço apical de canais retos e com curvaturas moderadas ($p > 0,05$). As limas RE superam no terço médio de canais com curvatura moderada e no terço apical de canais com curvaturas severas ($p > 0,05$).

Discussão: As limas RE apresentam uma tendência de maior desgaste e transporte apical do canal quando comparadas com as PTU, que produzem valores tendencialmente mais elevados de centralização, exceto no terço apical de canais com curvaturas severas.

Conclusão: Não ocorreu diferença significativa entre o desgaste, transporte e centralização do canal ao utilizar os dois sistemas em canais curvos.

Palavras-chave

RACE EVO, ProTaper Ultimate, canais curvos, transporte, centralização

Abstract

Introduction: Root canal instrumentation plays a crucial role in endodontic treatment. The aim of this study was to analyze the performance of two types of rotatory file systems, ProTaper Ultimate (Dentsply Sirona Maillefer, Ballaigues, Switzerland) and RACE EVO (FKG Dentaire SA, La Chaux de Fonds, Switzerland), in terms of wear, transportation, and canal centering.

Materials and Methods: 54 human teeth were selected, divided according to the degree of curvature, and randomly allocated into two experimental groups based on the systems used: ProTaper Ultimate (PTU) and RACE EVO (RE). In the PTU group, the canals were prepared using a K10 file, along with *Slider* and *Shaper* files. In the RE group, the canals were prepared using a K10 file, along with RE1 and RE2 files. Both groups received irrigation with 2.5% Sodium Hypochlorite between the instruments. Cone Beam Computed Tomography (CBCT) images were taken before and after canal instrumentation to analyze wear, transportation, and canal centering in the apical third (3mm from the apex) and middle third (5mm from the apex). Measurements were obtained using the Image J software, and the results were statistically analyzed with a significance level of $p < 0.05$.

Results: The RE files showed a tendency for greater wear in the apical third of straight canals, the apical third of severely curved canals, and the middle third of moderately curved canals ($p > 0.05$). In the middle third of straight canals, the RE files produced more canal transportation ($p < 0.05$). The RE files also showed a tendency for more transportation in straight canals with moderate and severe curvatures in the apical third ($p > 0.05$), while the PTU files exhibited a greater tendency for transportation in the middle third of canals with moderate and severe curvatures ($p > 0.05$). The PTU files showed a tendency for greater canal centering in the middle third of straight and severely curved canals and in the apical third of straight and moderately curved canals ($p > 0.05$). The RE files outperformed in the middle third of moderately curved canals and the apical third of severely curved canals ($p > 0.05$).

Discussion: The RE files exhibited a tendency for greater wear and apical transportation compared to the PTU files, which produced higher values of canal centering, except in the apical third of severely curved canals.

Conclusion: There was no significant difference in canal wear, transportation and centering when using the two systems in curved root canals.

Keywords

RACE EVO, ProTaper Ultimate, curved root canals, transportation, centering

Introdução

O tratamento endodôntico tem como principal objetivo a prevenção e o tratamento da contaminação dos tecidos pulpare e radiculares, com o intuito de eliminar os sintomas e preservar a função do dente (1).

A instrumentação do canal radicular é uma das etapas mais importantes do tratamento endodôntico e consiste na remoção do tecido pulpar infetado e na conformação do canal, de forma a tornar favorável a irrigação química e a obturação (2). O canal radicular deve ser instrumentado de maneira a adquirir uma forma cônica progressiva desde a constrição apical até o terço coronário, preservando sua anatomia, posição e centralização originais (3–8).

Na presença de canais curvos a instrumentação canalar torna-se mais difícil, devido ao facto de as limas tenderem a manter a sua forma original reta, desviando-se assim do eixo central do canal radicular (9). Este fator pode conduzir, eventualmente, a iatrogenias indesejáveis, como degraus, transportes do canal radicular, perfurações radiculares, *zips* apicais e fratura de instrumentos (4,9–12) . Assim, as limas endodônticas devem ser flexíveis, de modo a resistir às forças que podem levar a estes acidentes.

As limas manuais de aço inoxidável são os instrumentos tradicionalmente mais utilizados em endodontia, no entanto apresentam desvantagens como a sua baixa flexibilidade, maior taxa de transporte e menor taxa de centralização do canal radicular, estando assim associados a uma maior probabilidade de ocorrência de acidentes intra-operatórios indesejáveis (13,14).

De modo a contornar as desvantagens das limas manuais de aço inoxidável, foram introduzidos no mercado instrumentos rotatórios mecanizados compostos por ligas de Níquel-Titânio (Ni-Ti). As limas em ligas Ni-Ti, comparativamente às limas de aço inoxidável, apresentam maior flexibilidade e maior resistência à fadiga torsional e cíclica, o que permite uma maior segurança na instrumentação de canais radiculares curvos (1,9).

Os sistemas de rotação contínua com limas em ligas de Ni-Ti apresentam uma maior capacidade de preservação da anatomia canalar original, principalmente em canais curvos, apresentando melhor performance relativamente à centralização e transporte do canal (4–9,11–15). Conseqüentemente, diminuem também a possibilidade de ocorrência de iatrogenias durante a instrumentação de canais curvos, permitindo uma instrumentação mais segura, centrada e com melhor prognóstico do que com a utilização de instrumentos manuais de aço inoxidável (4–9,11–15).

Atualmente, existem vários sistemas de limas no mercado, sendo um dos mais recentes o sistema ProTaper Ultimate (PTU; Dentsply Sirona Maillefer, Ballaigues, Suíça). Este sistema é composto por oito instrumentos diferentes, as limas *Slider* (16/0,02), *SX* (20/0,03), *Shaper* (20/0,04), *F1* (20/0,07), *F2* (25/0,08), *F3* (30/0,09), *FX* (35/0,12) e *FXL* (50/0,10) (16,17). Segundo o fabricante, estes instrumentos são fabricados através de três tratamentos térmicos diferentes, *M-wire* (*Slider*), *Gold-wire* (*SX*, *Shaper*, *F1*, *F2*, *F3*) e *Blue heat-treated wire* (*FX* e *FXL*), com o objetivo de aumentar a flexibilidade e a resistência à fadiga cíclica de acordo com o instrumento a utilizar (16,17). A secção transversal das limas do sistema PTU consiste numa forma retangular (paralelograma) excêntrica, de modo a minimizar os pontos de contacto em rotação entre o instrumento e a dentina, melhorando assim a resistência à fadiga (16,17).

Outro sistema de limas mecanizadas recentemente introduzido no mercado é o sistema RACE EVO (RE; FKG Dentaire SA, La Chaux de Fonds, Switzerland). Este sistema apresenta duas sequências de limas distintas, uma com conicidade de 4% e outra de 6%, ambas com uma sequência de cinco limas (18). O sistema de limas com 4% de conicidade inclui as limas RE1 (15/0,04), RE2 (25/0,04), RE3 (30/0,04), 40/0,04 e 50/0,04 e o sistema de limas com 6% de conicidade inclui limas RE1 (15/0,04), RE2 (25/0,04), RE3 (25/0,06), 30/0,06 e 35/0,06 (18). Estas limas são fabricadas em ligas de Ni-Ti com tratamento térmico e eletro-polimento da superfície e apresentam uma secção transversal triangular com arestas de corte alternadas, o que lhes fornece maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica e diminui o efeito de aparafusamento das limas (18–20).

Como estes sistemas de limas mecanizadas foram introduzidos recentemente no mercado e a literatura é escassa, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da instrumentação com os sistemas ProTaper Ultimate e RACE EVO nos canais radiculares, comparando, entre si, o desgaste, o transporte e a centralização do canal radicular em canais curvos.

A hipótese nula deste estudo assume que não existe diferença estatisticamente significativa entre o desgaste, transporte e centralização dos canais radiculares retos, com curvatura moderada e severa, a nível do terço apical e médio, quando instrumentados com os sistemas mecanizados PTU e RE.

Materiais e Métodos

Seleção de dentes

Foram selecionados 54 dentes, mono e multirradiculares, extraídos por motivos não relacionados com este estudo. Foi realizada a exclusão de dentes com fissuras ou fraturas radiculares, calcificações pulpares, reabsorções internas radiculares, tratamento endodôntico prévio e ápices abertos. Os restos de tecido periodontal e detritos aderidos à superfície radicular dos dentes foram removidos e, em seguida, os dentes foram colocados em Hipoclorito de Sódio a 5% durante uma hora e foram conservados em soro fisiológico. Posteriormente, os dentes foram numerados e inseridos em plataformas de silicone *putty* (Affinis Putty Soft, Coltene).

Todos os dentes foram sujeitos a uma radiografia inicial no sentido vestibulo-lingual. A divisão dos dentes foi realizada segundo o método de *Schneider* (21), em que o grau de curvatura é determinado pelo ângulo formado entre duas linhas, sendo que a primeira é desenhada paralelamente ao longo eixo do canal e a segunda é desenhada desde o foramen apical até à primeira linha no ponto em que esta deixa de seguir o longo eixo do dente. O ângulo formado foi calculado usando o programa ImageJ, conforme o demonstrado na Figura 1, e os dentes foram divididos em retos (curvaturas inferiores a 10°), com curvatura moderada (curvaturas de 10° a 25°) e com curvatura severa (curvaturas superiores a 25°). Foram atribuídos os dentes aos grupos de forma aleatória, com uma média de curvatura semelhante.

Foram efetuadas marcações nas raízes dos dentes a 3 e 5 mm do ápice com guta-percha aquecida, de modo a obter referências dos locais onde as medições, antes e após a instrumentação, seriam realizadas. Os dentes foram separados em dois grupos experimentais e inseridos em 6 plataformas de silicone *putty* (Aquasil Soft Putty, Denstply). Foram realizadas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) das plataformas com o scanner i-CAT Vision™ (Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA). Os parâmetros selecionados incluem um campo de visão de 8 x 8 cm, uma resolução de 0,125 Voxel, com tempo de aquisição de 26,9 segundos, e um corte axial com uma espessura de 0,13 mm. Foram utilizados os mesmos parâmetros e a mesma posição, para as imagens obtidas antes e após a instrumentação.

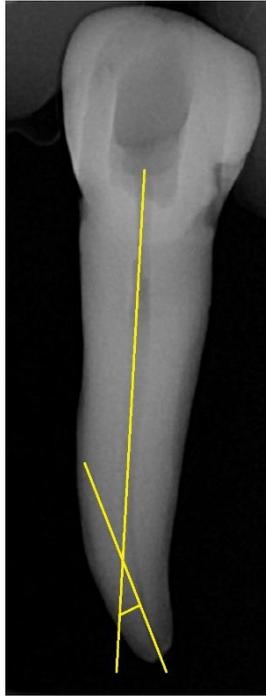


Figura 1: Medição da curvatura da raiz segundo o método de Schneider (21).

Preparação químico-mecânica dos canais

Foi realizada a cavidade de acesso com uma broca esférica diamantada numa turbina, a fim de confirmar a permeabilidade do canal e realizar o desgaste compensatório. Para determinar o comprimento de trabalho (CT), foi realizada a medição do comprimento do canal radicular, com uma lima K10 (Dentsply Maillefer, Suíça), posteriormente mediu-se o comprimento desta lima com o auxílio de uma régua endodôntica e, subtraiu-se 0,5 mm a esse valor.

Antes de iniciar a instrumentação, os canais radiculares foram permeabilizados novamente com uma lima K10, tal como entre todos os instrumentos. Durante a instrumentação, o canal foi irrigado com Hipoclorito de Sódio a 2,5% entre cada instrumento, sendo que as limas foram limpas com uma compressa humedecida em Álcool. Realizou-se a instrumentação mecanizada com um motor elétrico (WaveOne™; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) a 400 rpm, em rotação contínua e com um torque de 4 Ncm no grupo 1 (PTU) e a 800 rpm, em rotação contínua e com um torque de 1,5 Ncm no grupo 2 (RE). No grupo 1, que corresponde à instrumentação com o sistema ProTaper Ultimate (PTU; Denstply Maillefer, Ballaigues, Suíça), os canais foram instrumentados com uma lima K10 e mecanicamente com a lima

Slider (016/0,02) e *Shaper* (020/0,04) ao CT. No grupo 2, que corresponde à instrumentação com o sistema RACE EVO (RE; FKG Dentaire SA, La Chaux de Fonds, Suíça), realizou-se também a instrumentação manual com uma lima K10 e foram utilizadas as limas RE1 (15/0,04), para permeabilizar o canal radicular, e RE2 (25/0,04) ao CT. Realizou-se, também, irrigação com Hipoclorito de Sódio a 2,5 % após a instrumentação. As seqüências de limas utilizadas apresentam-se esquematicamente na Figura 2.

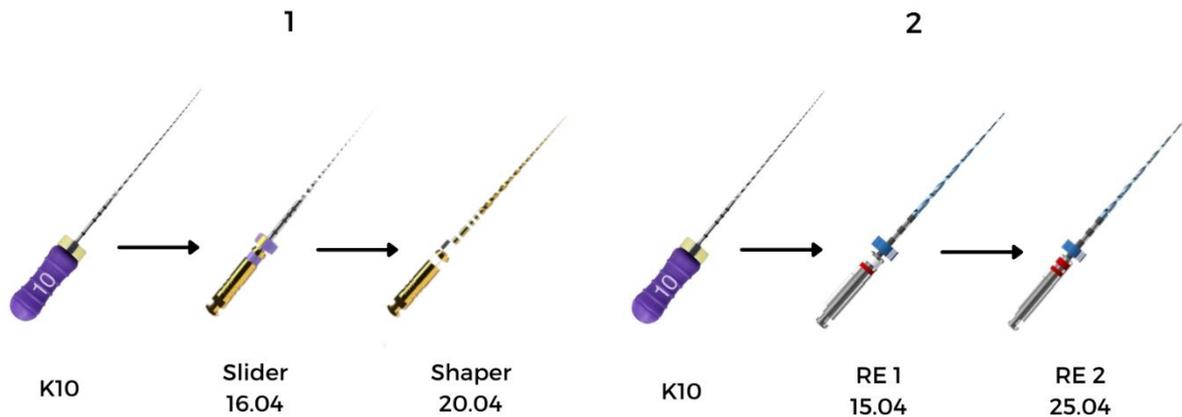


Figura 2: Seqüência de limas utilizadas na instrumentação dos diferentes grupos: 1 – ProTaper Ultimate, 2 – RACE EVO (17,18).

Análise da instrumentação

Foi usado o método descrito por Gambill *et al.* (22) para ser possível estudar as alterações nas dimensões dos canais radiculares, após a instrumentação com os sistemas de limas. As distâncias mais curtas entre a parede não instrumentada do canal e a parede externa da raiz foram medidas nas direções mesial (M1) e distal (D1) e comparadas com as mesmas medidas nas imagens com os canais instrumentados, onde M2 corresponde à medida mesial e D2 à distal. Os valores foram medidos no terço médio do canal (a 5mm do ápice) e no terço apical (a 3mm do ápice), com o programa Image J, conforme mostrado na Figura 3. O desgaste, transporte e centralização do canal foram calculados, após as medições, segundo as seguintes fórmulas:

Desgaste total mesio-distal do canal = $(M1-M2) + (D1-D2)$ (quanto maior o valor, maior o desgaste total mesio-distal do canal radicular);

Transporte do canal = $(M1-M2) - (D1-D2)$ (um valor de 0 indica ausência de transporte, um valor positivo indica transporte do canal em direção à curvatura externa da raiz, e um valor negativo indica transporte do canal em direção à curvatura interna da raiz);

Centralização do canal = $(M1-M2) / (D1-D2)$, se $(D1-D2) > (M1-M2)$ ou $= (D1-D2) / (M1-M2)$, se $(M1-M2) > (D1-D2)$ (uma centralização perfeita ocorre quando o resultado é 1, e a capacidade de centralização do instrumento diminui à medida que a razão se aproxima de 0).

As medições obtidas e os cálculos das fórmulas representativas destes parâmetros foram registados em tabelas do Microsoft Excel (Microsoft Corp, Redmond, WA) e verificados.

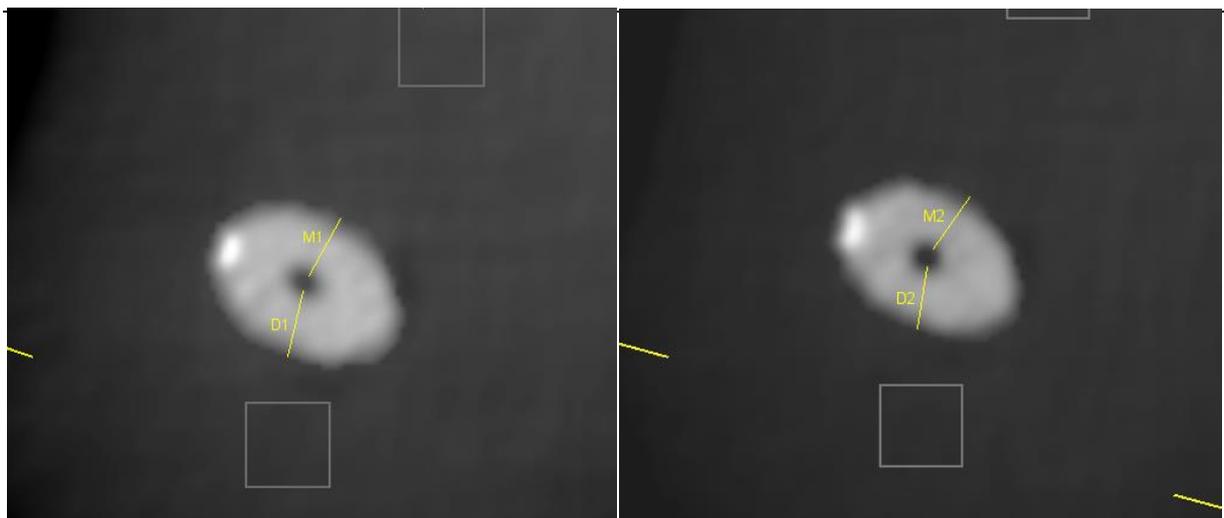


Figura 3: Medições das distâncias conforme o método de Gambill *et al.* (22)

Análise estatística

A análise estatística foi feita utilizando o *software* IBM® SPSS® 28.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, EUA) e a representação gráfica foi realizada com o *software* GraphPad Prism 9.0 (Dotmatics, Boston, MA, EUA). Os resultados do desgaste do canal são apresentados como média \pm erro padrão e para o transporte e centralização são apresentados como mediana (mínimo; máximo). A normalidade dos dados foi analisada através do teste *Shapiro-Wilk*, enquanto que a homogeneidade de variâncias foi avaliada pelo teste de *Levene*. Foram utilizados testes paramétricos (teste *t-Student*) quando se observou uma distribuição normal das variáveis quantitativas e testes não-paramétricos (*Mann-Whitney*) quando a normalidade não se verificou. Foi considerado um nível de significância de 0,05.

Resultados

Desgaste do canal

Aos 3mm (terço apical):

- nos canais retos, a RE apresentou uma maior tendência de desgaste comparativamente com a PTU ($0,384\pm 0,038$ vs $0,338\pm 0,106$), mas sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,316$);
- nas curvaturas moderadas a PTU apresentou valores de desgaste do canal de $0,280\pm 0,094$, e a RE de $0,271\pm 0,093$, não existindo diferença estatisticamente significativa ($p=0,862$);
- nas curvaturas severas, o desgaste também não apresenta resultados com significado estatístico entre as limas PTU ($0,275\pm 0,094$) e RE ($0,352\pm 0,074$), que apresenta valores superiores ($p=0,064$).

Aos 5mm (terço médio):

- nos canais retos, os sistemas apresentaram valores semelhantes de desgaste do canal, a RE apresentou valores de $0,311\pm 0,115$ e a PTU valores de $0,319\pm 0,074$, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,876$);
- nas curvaturas moderadas, a RE apresentou tendência para um maior desgaste do canal ($0,364\pm 0,106$) comparativamente à PTU ($0,337\pm 0,109$), no entanto não existe diferença estatisticamente significativa ($p=0,624$);
- nas curvaturas severas, a PTU apresentou tendência para um maior desgaste do canal ($0,338\pm 0,117$) comparativamente com a RE ($0,329\pm 0,106$), sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,855$).

A tabela 1 apresenta os valores de desgaste total mesio-distal do canal aos 3 e 5mm após instrumentação com PTU e RE e a figura 4 demonstra a variação dos resultados.

Tabela 1: Média e desvio padrão dos valores de desgaste total mesio-distal do canal (em milímetros) aos 3 e 5 mm após instrumentação de canais retos, com curvaturas moderadas e severas com os sistemas PTU (ProTaper Ultimate) e RE (RACE EVO).

Nível da Raíz	Curvatura Sistema	Retas		Moderadas		Severas	
		Média	p	Média	p	Média	p
3mm	PTU	0,338±0,106	p=0,316	0,280±0,094	p=0,862	0,275±0,094	p=0,064
	RE	0,384±0,038		0,271±0,093		0,352±0,074	
5mm	PTU	0,319±0,074	p=0,876	0,337±0,109	p=0,624	0,338±0,117	p=0,855
	RE	0,311±0,115		0,364±0,106		0,329±0,106	

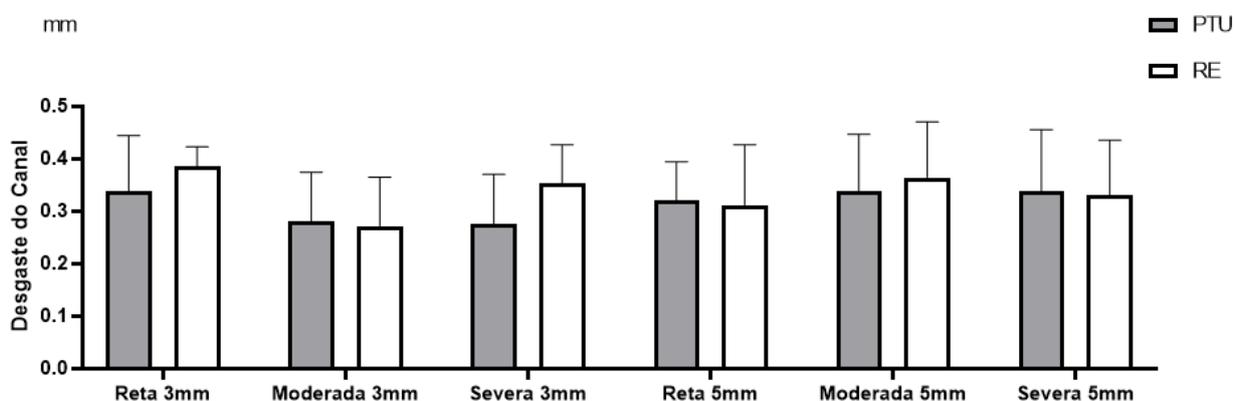


Figura 4: Média e desvio padrão dos valores de desgaste total mesio-distal do canal (em milímetros) aos 3 e 5 mm após instrumentação de canais retos, com curvaturas moderadas e severas, com os sistemas PTU (ProTaper Ultimate) e RE (RACE EVO).

Transporte do canal

Aos 3mm (terço apical):

- nos canais retos, a PTU apresentou uma maior tendência para o transporte do canal para o lado interno da curvatura de $[(-0,004) (-0,197; 0,103)]$ comparativamente com a RE de $[(0,092) (-0,051; 0,172)]$, que apresenta uma maior tendência de transporte para o lado externo da curvatura, sem diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ($p=0,114$);

- nas curvaturas moderadas, a PTU apresentou um transporte do canal para o lado interno da curvatura de $[-0,001 (-0,101,143)]$ tendencialmente menor do que o apresentado pela RE, de $[-0,041 (-0,168; 0,128)]$, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,380$);

- nas curvaturas severas, a PTU demonstrou um transporte do canal para o lado interno da curvatura de $[-0,024 (-0,133; 0,174)]$, enquanto que a RE demonstrou um transporte para o lado externo de $[0,077 (-0,156; 0,120)]$, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,766$).

Aos 5mm (terço médio):

- nos canais retos, o transporte do canal com a PTU foi de $[-0,008 (-0,109; 0,112)]$ para o lado interno da curvatura, tal como a RE que foi de $[(-0,114) (-0,206; 0,015)]$, com diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,028$);

- nas curvaturas moderadas, ambas apresentaram um transporte do canal para o lado externo da curvatura, as limas PTU de $[(0,068) (-0,094; 0,177)]$ e as RE de $[(0,059) (-0,166; 0,182)]$, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,932$);

- nas curvaturas severas, o transporte do canal com as limas PTU foi de $[(0,018) (-0,110; 0,112)]$ para o lado externo da curvatura e das limas RE foi de $[0,014 (-0,034; 0,119)]$ para o lado externo da curvatura, não existindo diferença estatisticamente significativa ($p=0,410$).

Na tabela 2, estão representados os valores de transporte do canal aos 3 e 5mm entre as limas PTU e RE, nos canais retos e com curvaturas moderadas e severas e a figura 5 demonstra a distribuição dos valores.

Tabela 2: Valores de mediana (mínimo; máximo) do transporte do canal no sentido externo (valores positivos) e interno (valores negativos) da curvatura da raiz aos 3 e 5mm após instrumentação de canais retos, com curvaturas moderadas e severas com os sistemas PTU (ProTaper Ultimate) e RE (RACE EVO). * $p < 0,05$ entre os grupos PTU e RE.

Nível da Raíz	Curvatura Sistema	Retas		Moderadas		Severas	
		Mediana (mínimo; máximo)	p	Mediana (mínimo; máximo)	p	Mediana (mínimo; máximo)	p
3 mm	PTU	- 0,004 (- 0,197; 0,103)	p=0,114	-0,001 (-0,101; 0,143)	p=0,380	-0,024 (-0,133; 0,174)	p=0,766
	RE	0,092 (-0,051; 0,172)		-0,041 (-0,168; 0,128)		0,077 (- 0,156; 0,120)	
5 mm	PTU	-0,008 (- 0,109; 0,112)	p=0,028*	0,068 (-0,094; 0,177)	p=0,932	0,018 (- 0,110; 0,112)	p=0,410
	RE	- 0,114 (- 0,206; 0,015)		0,059 (-0,166; 0,182)		0,014 (- 0,034; 0,119)	

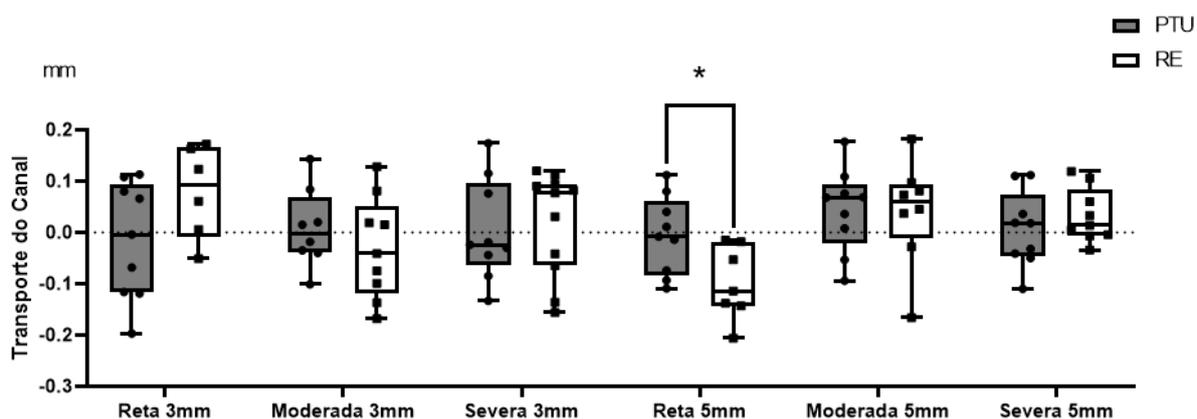


Figura 5: Valores de transporte do canal (em milímetros) no sentido externo (valores positivos) e interno (valores negativos) da curvatura da raiz aos 3 e 5mm após instrumentação de canais retos, com curvaturas moderadas e severas com os sistemas PTU (ProTaper Ultimate) e RE (RACE EVO); as caixas especificam a mediana e o intervalo interquartis. * $p < 0,05$ entre os grupos PTU e RE.

Centralização do Canal

Aos 3mm (terço apical):

- nos canais retos, a RE apresentou uma menor tendência de centralização [0,504 (0,143; 0,777)] relativamente à PTU [0,540 (0,195; 0,569)], sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,710$);
- nas curvaturas moderadas, a PTU apresentou uma maior tendência de centralização [0,805 (0,247; 0,914)] relativamente à RE [0,541 (0,117; 0,900)], sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,546$);
- nas curvaturas severas, a PTU apresentou uma menor tendência de centralização [0,558 (0,103; 0,907)] relativamente à RE [0,563 (0,371; 0,881)], sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,866$).

Aos 5mm (terço médio):

- nos canais retos a PTU [0,590 (0,561; 0,937)] apresentou maior tendência centralização do canal relativamente à RE [0,468 (0,329; 0,731)], sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,071$);
- nas curvaturas moderadas a PTU apresentou menor tendência de centralização do canal relativamente à limas RE ([0,594 (0,327; 0,936)] vs [0,634 (0,196; 0,818)]), sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,668$);
- nas curvaturas severas a limas PTU [0,789 (0,551; 0,930)] apresentaram maior tendência de centralização do canal comparativamente à RE [0,774 (0,295; 0,986)], sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,735$).

Na tabela 3, está representada a capacidade de centralização do canal (valores entre 0 e 1) aos 3 e 5mm entre as limas PTU e RE, em canais retos e com curvaturas moderadas e severas e a figura 6 demonstra a distribuição dos resultados.

Tabela 3: Valores de mediana (mínimo; máximo) da centralização do canal (valores de 0 a 1) aos 3 e 5 mm após instrumentação de canais retos, com curvaturas moderadas e severas com os sistemas PTU (ProTaper Ultimate) e RE (RACE EVO).

Nível da Raíz	Curvatura		Retas	Moderadas	Severas		
	Sistema						
3 mm	PTU	0,540 (0,195; 0,569)	p=0,710	0,805 (0,247; 0,914)	p=0,546	0,558 (0,103; 0,907)	p=0,866
	RE	0,504 (0,143; 0,777)		0,541 (0,117; 0,900)		0,563 (0,371; 0,881)	
5 mm	PTU	0,590 (0,561; 0,937)	p=0,071	0,594 (0,327; 0,936)	p=0,668	0,789 (0,551; 0,930)	p=0,735
	RE	0,468 (0,329; 0,731)		0,634 (0,196; 0,818)		0,774 (0,295; 0,986)	

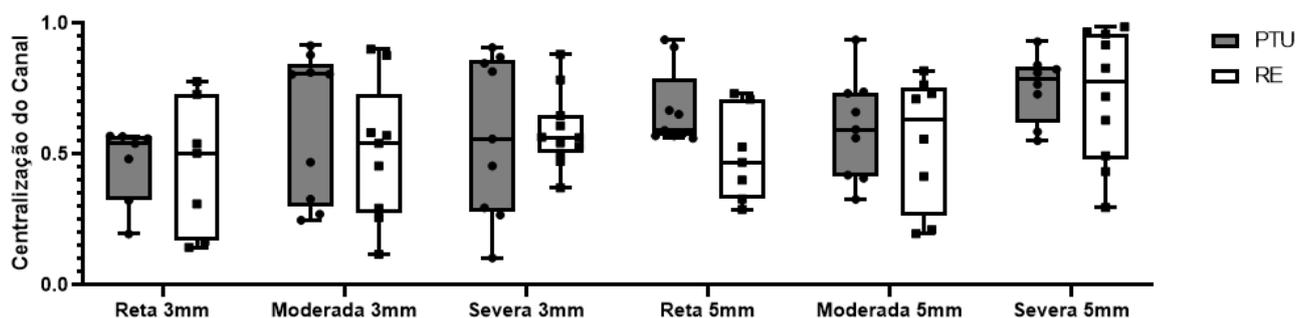


Figura 6: Valores de centralização do canal aos 3 e 5 mm após instrumentação de canais retos, com curvaturas moderadas e severas com os sistemas PTU (ProTaper Ultimate) e RE (RACE EVO) ($p>0,05$); os valores variam de 0 a 1, onde 1 a lima está perfeitamente centrada no canal; as caixas especificam a mediana e o intervalo interquartis.

Discussão

As novas gerações de limas mecanizadas fabricadas em ligas Ni-Ti têm vindo a combater as desvantagens das limas convencionais de aço inoxidável, de modo a ser possível a realização de uma instrumentação canalar com preservação da anatomia original do canal. As limas fabricadas em ligas NiTi apresentam, assim, uma maior flexibilidade e maior resistência à fadiga torsional e cíclica, o que permite uma abordagem mais segura e conservadora na instrumentação canalar de canais curvos (1,9).

As limas de ligas Ni-Ti abordadas neste estudo surgiram recentemente, de modo a aumentar a eficácia da instrumentação de canais curvos e a diminuir os riscos associados à sua instrumentação com limas mecanizadas (17,18). As limas ProTaper Ultimate (PTU; Dentsply Sirona Maillefer, Ballaigues, Suíça) utilizadas foram a *Slider* (16/0,02) e *Shaper* (20/0,04). A lima *Slider* é fabricada através de um tratamento pré-térmico e tecnologia *M-wire*, o que confere rigidez à lima de modo a preservar a anatomia do canal e a remover dentina intracanal (17). A lima *Shaper* é fabricada através de tecnologia *Gold-wire*, de modo a possuir maior resistência à fratura e flexibilidade (17,23). Por outro lado, as limas RACE EVO (RE; FKG Dentaire SA, La Chaux de Fonds, Switzerland) utilizadas foram as limas RE1(15/0,04) e RE2 (25/0,04). Ambas são fabricadas através de um tratamento térmico patenteado pelo fabricante de modo a obterem uma maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica (18–20). Assim, como estes sistemas de limas mecanizadas foram criados com o mesmo propósito, este estudo pretendeu confirmar se existem diferenças significativas na sua performance.

As limas PTU possuem uma secção transversal em forma de paralelogramo excêntrico, conicidade variável e devem ser usadas a uma velocidade menor e torque maior do que as limas RE, que possuem uma secção transversal triangular e apresentam conicidade de 0,04 ou 0,06 (17,18). Estes sistemas apresentam diferenças de conicidade nas suas limas, visto que as limas RE possuem conicidades de 0,04 ou 0,06 e as limas PTU apresentam conicidades que variam de 0,02 a 0,12. Assim foram escolhidas limas que apresentassem diâmetros semelhantes em D_0 , D_3 e D_5 , pelo que se optou pelas limas *Shaper* e RE2 como últimas limas na sequência de instrumentação. Estas limas apresentam diâmetros de 0,20; 0,32 e 0,40 e 0,25; 0,37 e 0,45 milímetros, respetivamente, sendo que é a combinação mais compatível entre ambos os sistemas.

No nosso estudo foram usados todos os tipos de dentes naturais, desde monorradiculares a multirradiculares, porque permitem estudar a *performance* dos instrumentos endodônticos em

grupos de dentes diferentes e em dentina natural, o que simula condições mais aproximadas da realidade clínica. Para uma melhor simulação da prática clínica, as coroas dentárias foram mantidas, de modo a simular a interferência que a dentina cervical origina nas limas durante a instrumentação (24)

Em relação ao método radiográfico escolhido, optou-se pela obtenção de imagens com recurso a CBCT, visto que este permite avaliar tridimensionalmente as alterações canalares, após a instrumentação, especificamente a diminuição de espessura de dentina intracanal, de uma forma precisa e reprodutível (4,7,22,24,25). Para além disso, a obtenção de imagens com CBCT consegue colmatar as desvantagens da radiografia retro-alveolar, possibilitando a análise de imagens 3D, que permitem uma análise mais exata da anatomia canalar sem sobreposições e distorção de imagem (24,26).

Relativamente aos cálculos descritos por Gambill *et al.* escolhidos para calcular o desgaste, transporte e centralização do canal, estes são os mais referidos na literatura e permitem avaliar estes parâmetros eficazmente através de imagens obtidas por CBCT (4,5,7,8,10,11,13,14,22,27,29–33). As medições para a realização destes cálculos foram realizadas nos terços apicais e médios dos canais radiculares, a 3 e 5mm, respetivamente, visto que estas regiões são conhecidas por apresentarem curvaturas acentuadas, o que aumenta a probabilidade de ocorrência de iatrogenias (1,27,28).

Neste trabalho foi avaliado, para além do transporte e centralização, o desgaste total mesio-distal, dado que representa um valor importante da quantidade total de dentina intracanal removida, que pode conduzir a acidentes como fraturas radiculares, quando em excesso.

Relativamente a este parâmetro, as limas RE produziram maior desgaste mesio-distal no terço apical de canais retos e com curvatura severa e no terço médio de canais com curvatura moderada, quando comparadas com as limas PTU ($p > 0,05$). A diferença de conicidade entre as limas RE2 (25/0.04) e *Shaper* (20/0.04) pode explicar o desgaste mais conservador da PTU, visto que apresenta diâmetros menores aos 3 e 5 milímetros (17,18). No entanto, as limas PTU, por sua vez, produziram mais desgaste no terço apical de canais com curvatura moderada e no terço médio de canais retos e com curvaturas severas, ainda que com diferenças menores do que 0,01mm ($p > 0,05$). Este facto, mostra que o desgaste poderá não estar apenas dependente do diâmetro das diferentes limas, mas também de outras variáveis como o diâmetro pré-instrumentação do canal radicular, *design* das limas, experiência do operador ou morfologia do canal (11,13,32).

Relativamente ao transporte do canal, as limas RE apresentam valores de mediana tendencialmente mais elevados de transporte relativamente às limas PTU. Nos canais retos isto verifica-se, sendo que no terço apical o transporte é no sentido externo da curvatura da

raiz, e no terço médio no sentido interno, com diferença estatisticamente significativa apenas aos 5mm ($p < 0,05$). Esta diferença pode-se justificar devido ao facto de estas limas apresentarem um maior diâmetro neste nível e também pode ter ocorrido por influência do operador. Nos canais com curvatura moderada as limas RE apresentaram uma mediana mais elevada de transporte a nível apical no sentido interno da curvatura da raiz, enquanto as limas PTU apresentaram uma maior tendência de transporte a nível do terço médio no sentido externo da curvatura da raiz ($p > 0,05$). Por último nas curvaturas severas as limas RE apresentaram uma mediana tendencialmente mais elevada de transporte do canal a nível apical no sentido externo da curvatura, enquanto as limas PTU apresentaram uma mediana mais elevada de transporte no terço médio, também no sentido externo da curvatura ($p > 0,05$). O facto de as limas RE terem apresentado valores tendencialmente mais elevados de transporte do canal, maioritariamente no terço apical do canal radicular, pode ser explicado devido ao seu maior diâmetro neste nível, a diferenças no tipo de tratamento térmico e na secção transversal destas limas, que se podem manifestar em diferenças na sua flexibilidade, ao grau de curvatura dos canais e à influência do operador (11,13).

De acordo com Wu *et al.*(34), se, em canais curvos, ocorrer transporte do canal no terço apical maior ou igual a 0,3mm pode haver um comprometimento da selagem apical. Assim, em nenhum dos grupos (PTU ou RE) deste trabalho ocorreu um transporte maior ou igual a 0,3mm, pelo que ambos os sistemas de limas se podem considerar seguros de utilizar na prática clínica.

A PTU e a RE apresentaram razões de centralização do canal inferiores a 1, o que indica ocorreram desvios do eixo central do canal após instrumentação em ambos os grupos. Relativamente a este parâmetro, nos canais retos as limas PTU apresentam medianas mais elevadas de centralização no terço apical e médio ($p > 0,05$). Nos canais moderados estas limas apresentam uma mediana mais elevada no terço apical enquanto as limas RE apresentam uma mediana mais elevada no terço médio ($p > 0,05$). Por último, nas curvaturas severas as limas RE apresentam uma mediana mais elevada no terço apical enquanto que as PTU superam no terço médio ($p > 0,05$). Estas diferenças de valores, tal como no transporte do canal, podem ser explicados pelas diferenças de diâmetro, secção transversal, tratamento térmico, morfologia do canal e influência do operador (6,11,13,32). Os valores mais baixos de centralização do canal registados, podem ter ocorrido, devido a um menor desgaste de um dos lados do canal, o que pela fórmula utilizada origina um valor de centralização mais reduzido.

Devido à recente introdução no mercado destes sistemas de limas existe uma escassez de literatura, principalmente das limas PTU, acerca da *performance* de ambos os sistemas, relativamente aos parâmetros de desgaste, transporte e centralização.

Existem, no entanto, alguns estudos que comparam a performance das limas RE com outros sistemas de limas mecanizadas. O estudo de Islam *et al.* demonstrou que as limas RE produziram menos transporte do canal e menos desgaste em comparação com as limas *ProTaper Gold* ($p < 0.001$) e manuais ($p < 0.1$), em dentes naturais (29). Por sua vez, o estudo de Mustafa *et al.* demonstrou que as limas RE apresentaram valores menores de transporte ($p < 0,05$) e valores maiores de centralização ($p < 0,05$) quando comparadas com as limas *ProTaper Gold*, a 2, 5 e 8 milímetros do apex, em dentes naturais (30). Por último, no estudo de Alqahtani *et al.* demonstrou-se que, sem a realização de *glide-path* e alargamento do terço coronário do canal, as limas RE apresentaram uma tendência menor de centralização do canal aos 3 milímetros, mas maior aos 5 milímetros, e valores semelhantes de transporte comparativamente com as limas *EdgeSequel*, em dentes naturais (31).

Relativamente às limas PTU, ainda não existe nenhum estudo que permita a comparação de performance destas limas com outros sistemas mecanizados.

Os resultados deste estudo levam a aceitar a hipótese nula, que afirmava que não existia diferença estatisticamente significativa entre o desgaste, transporte e centralização dos canais radiculares retos, com curvatura moderada e severa, a nível do terço apical e médio, quando instrumentados com os sistemas PTU e RE, exceto no transporte do canal no terço médio dos canais retos, que apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), quando abordado pelos dois sistemas de limas mecanizadas.

Conclusão

As limas RE apresentam uma tendência de maior desgaste e transporte apical quando comparadas com as PTU, que produziram valores tendencialmente mais elevados de centralização, exceto no terço apical de canais com curvaturas severas.

Pode-se concluir que, não ocorreu diferença significativa no desgaste, transporte e centralização do canal ao utilizar os dois sistemas de limas em canais curvos.

São necessários estudos futuros com amostras mais robustas para aprofundar a compreensão das propriedades mecânicas destes novos sistemas de limas e o seu impacto na instrumentação de canais radiculares com diferentes curvaturas.

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Doutora Siri Folques Vicente de Paulo e Professor Doutor Manuel Marques Ferreira, e ao Ricardo Teixeira pela disponibilidade, ajuda, simpatia e empenho fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos e família por todo o apoio.

Referências

1. Hargreaves KM, Berman LH. Cohen's Pathways of the Pulp. 11ed. St Louis, Missouri: Elsevier; 2016.
2. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*. 2005;10: 30-76.
3. Tomson P, Simon S. Contemporary Cleaning and Shaping of the Root Canal System. *Prim Dent J*. 2016 May 1;5:46–53.
4. Naseri M, Paymanpour P, Kangarloo A, Haddadpur S, Dianat O, Ketabi MA. Influence of motion pattern on apical transportation and centering ability of WaveOne single-file technique in curved root canals [Internet]. 2015. Available from: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/1480
5. Orel L, Velea-Barta OA, Sinescu C, Duma VF, Nica LM, Horhat RM, et al. Comparative Assessment of the Shaping Ability of Reciproc Blue, WaveOne Gold, and ProTaper Gold in Simulated Root Canals. *Materials*. 2022 May 1;15(9).
6. Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Ilango P, Pradeep G. Canal-centering ability: An endodontic challenge. *J Conserv Dent*. 2009 Mar 2;12:3–9.
7. Tambe V, Nagmode P, Abraham S, Patait M, Lahoti P, Jaju N. Comparison of canal transportation and centering ability of rotary protaper, one shape system and wave one system using cone beam computed tomography: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2014 Nov 1;17:561–5.
8. Kishore A, Gurtu A, Bansal R, Singhal A, Mohan S, Mehrotra A. Comparison of canal transportation and centering ability of Twisted Files, HyFlex controlled memory, and Wave One using computed tomography scan: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2017 May 1;20:161–5.

9. Huang Z, Quan J, Liu J, Zhang W, Zhang X, Hu X. A microcomputed tomography evaluation of the shaping ability of three thermally-treated nickel-titanium rotary file systems in curved canals. *Journal of International Medical Research*. 2018 Oct 3;47:030006051880145.
10. Shojaeian S, Mortezapour N, Soltaninejad F, Zargar N, Zandi B, Shantiaee Y, et al. Comparison of Canal Transportation and Centering Ability of One-G, EdgeGlidePath, and Neolix: A MicroComputed Tomography Study of Curved Root Canals. *Int J Dent*. 2021.
11. Wei Z, Cui Z, Yan P, Jiang H. A comparison of the shaping ability of three nickel-titanium rotary instruments: A micro-computed tomography study via a contrast radiopaque technique in vitro. *BMC Oral Health*. 2017 Jan 9;17(1).
12. Silva RV, Alcalde MP, Horta M, Rodrigues CT, Silveira FF, Duarte MA, et al. Root canal shaping of curved canals by Reciproc Blue system and Pro Taper Gold: A micro-computed tomographic study. *J Clin Exp Dent*. 2021 Feb 1;13.
13. Liu JY, Zhou ZX, Tseng WJ, Karabucak B. Comparison of canal transportation and centering ability of manual K-files and reciprocating files in glide path preparation: a micro-computed tomography study of constricted canals. *BMC Oral Health*. 2021 Dec 1;21(1).
14. Shiva Kumar B, Pattanshetty S, Prasad M, Soni S, Pattanshetty KS, Prasad S. Evaluation of canal transportation and centering ability ...Kumar BS et al An in-vitro Evaluation of canal transportation and centering ability of two rotary Nickel Titanium systems (Twisted Files and Hyflex files) with conventional stainless Steel hand K-flexofiles by using Spiral Computed Tomography. Vol. 5, *Journal of International Oral Health*. Sept-Oct. 2013.
15. Orel L, Velea-Barta OA, Nica LM, Boscornea-Puşcu AS, Horhat RM, Talpos-Niculescu RM, et al. Evaluation of the shaping ability of three thermally treated nickel–titanium

- endodontic instruments on standardized 3d-printed dental replicas using cone-beam computed tomography. *Medicina (Lithuania)*. 2021 Sep 1;57(9).
16. Martins JNR, Silva EJNL, Marques D, Ajuz N, Pereira MR, Pereira da Costa R, et al. Characterization of the <sc>File-Specific Heat-Treated ProTaper</sc> Ultimate Rotary System. *Int Endod J* [Internet]. 2022 Dec 12; Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.13880>
 17. ProTaper Ultimate [Internet] [cited 2023 Jun 15] Available from: <https://www.dentsplysirona.com/pt-br/explore/endodontia/protaper-ultimate-endodontic-files.html>.
 18. RACE EVO [Internet] [cited 2023 Jun 15] Available from: <https://www.fkg.ch/pt/produtos/endodontia/moldagem-e-limpeza-de-canal/race-evo>.
 19. Basturk FB, Özyürek T, Uslu G, Gündoğar M. Mechanical Properties of the New Generation RACE EVO and R-Motion Nickel–Titanium Instruments. *Materials*. 2022 May 1;15(9).
 20. Barakat RM, Almohareb RA. Conservative preparation of curved root canals using novel nickel-titanium instruments: influence of operator experience. *Heliyon*. 2022 Dec 1;8(12).
 21. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* [Internet]. 1971;32(2):271–5. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0030422071902301>
 22. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of Nickel-Titanium and Stainless Steel Hand-File Instrumentation Using Computed Tomography. Vol. 22. 1996.
 23. Rubio J, Zarzosa JI, Aranda S, Casino A, Pallarés A. A comparative study of cyclic fatigue of 6 endodontic systems. An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2022 Jul 1;14(7):560–5.

24. Hartmann MSM, Barletta FB, Camargo Fontanella VR, Vanni JR. Canal Transportation after Root Canal Instrumentation: A Comparative Study with Computed Tomography. *J Endod*. 2007 Aug;33(8):962–5.
25. Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GAF. Geometric Analysis of Root Canals Prepared by Four Rotary NiTi Shaping Systems. *J Endod* [Internet]. 2012;38(7):996–1000. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239912003329>
26. Balani P, Niazi F, Rashid H. A brief review of the methods used to determine the curvature of root canals. *Journal of Restorative Dentistry*. 2015;3(3):57.
27. Silva RV, Alcalde MP, Horta MCR, Rodrigues CT, da Silveira FF, Hungaro MA, et al. Root canal shaping of curved canals by Reciproc Blue system and Pro Taper Gold: A micro-computed tomographic study. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(2):112–8.
28. Elnaghy AM, Elsaka SE. Evaluation of Root Canal Transportation, Centering Ratio, and Remaining Dentin Thickness Associated with ProTaper Next Instruments with and without Glide Path. *J Endod* [Internet]. 2014;40(12):2053–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239914008231>
29. İslam A, Ünsal G, Almashharawi A. Canal transportation and volumetric dentin removal abilities of ni-ti rotary file systems in curved primary root canals: Cbct study. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2021 Oct 1;11(19).
30. Mustafa M. Comparative Evaluation of Canal-shaping Abilities of RaceEvo, R-Motion, Reciproc Blue, and ProTaper Gold NiTi Rotary File Systems: A CBCT Study. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2021 Dec 1;22(12):1406–12.
31. Alqahtani O, AbuMostafa A. Effect of Glide Path and Coronal Flaring on the Centering Ability and Transportation of Root Canals: Micro-CT In Vitro Study. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2021 Dec 1;22(12):1471–6.

32. Miró GB, Tomazinho FSF, Pelisser E, Borges MMIB, Duarte MAH, Vivan RR, et al. Comparison of canal transportation and centering ability of ProGlider and WaveOne gold glider in curved canals. *Eur J Dent.* 2020 Oct 1;14(4):639–43.
33. Nagaraja S, Murthy S. CT evaluation of canal preparation using rotary and hand Ni-Ti instruments: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2010 Mar 4;13:16–22.
34. Wu M, Fan B, Wesselink paul. Leakage Along Apical Root Fillings in Curved Root Canals. Part I: Effects of Apical Transportation on Seal of Root Fillings. *J Endod.* 2000 May 1;26:210–6.

Anexos

Anexo I – Tabela com valores do desgaste total méso-distal da ProTaper Ultimate (PTU) e RACE EVO (RE) aos 5 mm em canais retos, com curvaturas moderadas e severas.

Anexo II – Tabela com valores do desgaste total méso-distal da ProTaper Ultimate (PTU) e RACE EVO (RE) aos 3 mm em canais retos, com curvaturas moderadas e severas.

Anexo III – Tabela com valores do transporte do canal da ProTaper Ultimate (PTU) e RACE EVO (RE) aos 5 mm em canais retos, com curvaturas moderadas e severas.

Anexo IV – Tabela com valores do transporte do canal da ProTaper Ultimate (PTU) e RACE EVO (RE) aos 3 mm em canais retos, com curvaturas moderadas e severas.

Anexo V – Tabela com valores da capacidade de centralização do canal da ProTaper Ultimate (PTU) e RACE EVO (RE) aos 5 mm em canais retos, com curvaturas moderadas e severas.

Anexo VI – Tabela com valores da capacidade de centralização do canal da ProTaper Ultimate (PTU) e RACE EVO (RE) aos 3 mm em canais retos, com curvaturas moderadas e severas.

Anexo VII – Tabela com média e desvio padrão das curvaturas retas, moderadas e severas da ProTaper Ultimate (PTU) e RACE EVO (RE).

Anexo I

Desgaste total mesio-distal (mm)

$$(M1-M2) + (D1-D2)$$

5 mm

Curvatura Reta		Curvatura Moderada		Curvatura Severa	
PTU	RE	PTU	RE	PTU	RE
0,294	0,341	0,46	0,43	0,17	0,564
0,339	0,368	0,492	0,479	0,521	0,364
0,398	0,395	0,351	0,28	0,378	0,386
0,292	0,106	0,242	0,469	0,261	0,351
0,19	0,25	0,215	0,277	0,416	0,368
0,349	0,408	0,421	0,44	0,186	0,335
0,27		0,242	0,341	0,428	0,219
0,423		0,271	0,194	0,306	0,145
				0,38	0,268
					0,297
					0,324

Anexo II

Desgaste total mesio-distal (mm)

(M1-M2) + (D1-D2)

3 mm

Curvatura Reta		Curvatura Moderada		Curvatura Severa	
PTU	RE	PTU	RE	PTU	RE
0,362	0,407	0,31	0,291	0,268	0,277
0,422	0,326	0,402	0,307	0,211	0,34
0,156	0,426	0,166	0,285	0,432	0,346
0,24	0,373	0,37	0,363	0,147	0,397
0,429	0,389	0,237	0,365	0,214	0,44
0,323		0,279	0,127	0,355	0,491
0,431		0,139	0,162	0,346	0,406
		0,337		0,229	0,336
					0,262
					0,272
					0,303

Anexo III

Transporte do Canal (mm)

(M1-M2) - (D1-D2)

5 mm

Curvatura Reta		Curvatura Moderada		Curvatura Severa	
PTU	RE	PTU	RE	PTU	RE
-0,014	-0,053	-0,094	0,081	0,11	-0,004
0,011	-0,114	0,076	-0,028	0,019	-0,034
0,112	-0,143	-0,053	0,073	-0,05	0,119
0,08	-0,015	0,068	0,037	-0,041	0,06
-0,008	-0,018	0,036	0,182	0,036	-0,007
0,04	-0,138	0,109	0,097	0,018	0,033
-0,093	-0,206	0,177	0,045	0,112	0,106
-0,074		0,008	-0,166	-0,032	0,005
-0,109		0,069		-0,11	0,014

Anexo IV

Transporte do Canal (mm)

(M1-M2) - (D1-D2)

3 mm

Curvatura Reta		Curvatura Moderada		Curvatura Severa	
PTU	RE	PTU	RE	PTU	RE
0,108	-0,051	0,02	0,019	0,076	0,077
-0,116	0,163	-0,018	0,081	0,115	-0,156
0,08	0,172	0,084	-0,041	-0,044	-0,042
-0,068	0,006	-0,04	0,015	-0,03	0,111
0,066	0,123	0,143	-0,099	-0,085	-0,136
-0,004	0,061	-0,101	-0,137	0,174	0,031
-0,197		0,015	-0,168	-0,133	0,12
0,113		-0,035	-0,075	-0,024	0,082
-0,119			0,128	-0,019	0,094
					0,09
					-0,065

Anexo V

Centralização do Canal

$(M1-M2) / (D1-D2)$, se $(D1-D2) > (M1-M2)$ ou $(D1-D2) / (M1-M2)$, se $(M1-M2) > (D1-D2)$

5 mm

Curvatura Reta		Curvatura Moderada		Curvatura Severa	
PTU	RE	PTU	RE	PTU	RE
0,909091	0,730964	0,66065	0,211268	0,92963	0,985915
0,937143	0,526971	0,732394	0,710714	0,766355	0,829146
0,560784	0,468401	0,737624	0,818182	0,728477	0,295302
0,569892	0,4	0,56129	0,730627	0,840708	0,493617
0,666667	0,709677	0,419355	0,764331	0,823529	0,719626
0,652174	0,28866	0,32716	0,414791	0,585185	0,959064
0,579186	0,32899	0,408027	0,557078	0,810651	0,629213
0,569767		0,936	0,196429	0,55102	0,433155
0,590226		0,594118			0,966887
					0,91716

Anexo VI

Centralização do Canal

$(M1-M2) / (D1-D2)$, se $(D1-D2) > (M1-M2)$ ou $(D1-D2) / (M1-M2)$, se $(M1-M2) > (D1-D2)$

3 mm

Curvatura Reta		Curvatura Moderada		Curvatura Severa	
PTU	RE	PTU	RE	PTU	RE
0,540426	0,777293	0,878788	0,877419	0,55814	0,564972
0,568773	0,539548	0,914286	0,582474	0,294479	0,370968
0,322034	0,309237	0,328	0,293103	0,815126	0,783505
0,558442	0,167123	0,804878	0,9	0,907407	0,562992
0,194737	0,142857	0,247368	0,571429	0,267241	0,527778
0,481651	0,504032	0,468421	0,454183	0,103093	0,881226
0,567273	0,728889	0,270588	0,540984	0,454918	0,543726
		0,805195	0,257426	0,87027	0,607656
		0,811828	0,117241	0,846774	0,47191
					0,502762
					0,646739

Anexo VII

Curvaturas (graus)

Sistema	Curvatura Reta	Curvatura Moderada	Curvatura Severa
PTU	5,36 ± 1,37	21,18 ± 3,19	34,55 ± 4,16
RE	5,27 ± 2,26	21,09 ± 3,15	35,27 ± 3,77