

Leilane Laure Bouças Laranjeira de Almeida

**Análise Comparativa de Dois Sistemas de Instrumentação Mecanizada de Canais  
Radiculares: *Reciproc Blue*<sup>®</sup> e *ProTaper Next*<sup>®</sup>**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2019



Leilane Laure Bouças Laranjeira de Almeida

**Análise Comparativa de Dois Sistemas de Instrumentação Mecanizada de Canais  
Radiculares: *Reciproc Blue*<sup>®</sup> e *ProTaper Next*<sup>®</sup>**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2019

Leilane Laure Bouças Laranjeira de Almeida

**Análise Comparativa de Dois Sistemas de Instrumentação Mecanizada de Canais  
Radiculares: *Reciproc Blue*<sup>®</sup> e *ProTaper Next*<sup>®</sup>**

Orientador: Prof. Dr. Luís França Martins

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

---

Leilane Laure Bouças Laranjeira de Almeida

## RESUMO

A instrumentação dos canais radiculares associada à utilização de soluções irrigadoras, são consideradas partes indispensáveis e críticas do tratamento endodôntico. Nesta fase a geometria cônica dos canais é almejada, a fim de proporcionar a penetração dos irrigantes e o preenchimento tridimensional com os materiais obturadores. Na busca da configuração ideal, falhas podem ser cometidas e prejudicar o sucesso do tratamento. Desta forma, nos últimos anos, tem havido consideráveis melhorias na microestrutura dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio, a fim de alcançar êxito no tratamento. Dentre as características, destaca-se o módulo de elasticidade, que proporciona flexibilidade frente às curvaturas e resistência à fratura por torção e desgaste, diminuindo os erros iatrogênicos. Nesta revisão foi avaliada a eficácia dos instrumentos dos sistemas *Reciproc Blue*® e *ProTaper Next*®. Os instrumentos *Reciproc Blue*® mostraram melhor desempenho que os instrumentos *ProTaper Next*® no que concerne a menor extrusão de detritos, centralização apical da preparação e resistência à fadiga cíclica.

**Palavras-Chave:** Endodontia; Tratamento do canal radicular; Preparo do canal radicular; *Reciproc Blue*®; *ProTaper Next*®; Centralização apical; Extrusão de detritos; Fadiga cíclica.

## **ABSTRACT**

The instrumentation of the root canals associated with the use of irrigating solutions are considered essential and critical parts of the endodontic treatment. In this phase the conical geometry of the channels is desired, in order to provide the penetration of the irrigators and the three-dimensional filling with the sealing materials. In pursuit of ideal setup, flaws can be committed and impair the success of the treatment. Thus, in recent years, there have been considerable improvements in the microstructure of nickel-titanium rotary instruments in order to achieve successful treatment. Among the characteristics, the elastic modulus, which provides flexibility against curvatures and resistance to fractures by torsion and wear, is observed, reducing iatrogenic errors. In this review we compared the systems Reciproc Blue® and ProTaper Next®, in order to evaluate the effectiveness of these instruments. Reciproc Blue® instruments showed better performance than ProTaper Next® instruments in extrusion apical centralization and cyclic fatigue.

**Keywords:** Endodontic; Root canal treatment; Root canal preparation; Reciproc Blue®; ProTaper Next®; Apical centering; Debris extrusion; Cyclic fatigue.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus Pais,  
À minha filha,  
À toda minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à Deus, por me guiar, por ter me dado forças para continuar e me confortar.

Agradeço ao meu Pai, por ter me ensinado a nunca desistir, por me dar estrutura emocional que me fez tomar uma decisão de recomeçar e por que sei que ele sempre estará ao meu lado, mesmo que não mais fisicamente.

Agradeço à minha Mãe, pela sólida formação moral, por estar ao meu lado, apoiar e mudar sua vida toda simplesmente por amor.

Agradeço à minha pequena Luana, tão pequena mas com uma força tão grande; agradeço por ela ser a melhor filha que eu poderia receber de Deus, por saber entender tantas noites em que eu não pude a colocar para dormir, tantos finais de semana que não pude brincar, todo meu esforço será sempre por você.

Agradeço ao Ricardo por ter me ajudado a concluir essa fase, me dando apoio e amor.

Ao meu orientador Dr. Luís França Martins, por toda a ajuda e conhecimento.

## ÍNDICE

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
DEDICATÓRIA.....	vii
AGRADECIMENTOS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	x
I. INTRODUÇÃO .....	1
1. Materiais e Métodos .....	3
II. DESENVOLVIMENTO.....	3
1. Sistemas Mecanizados.....	4
i. Movimento Rotatório.....	4
ii. Sistema <i>ProTaper Next</i> ®.....	5
2. Sistemas Reciprocantes .....	5
i. Movimento Reciprocante.....	5
ii. <i>Reciproc Blue</i> ® .....	6
III. DISCUSSÃO.....	7
1. Transporte Apical .....	7
2. Extrusão Apical de Detritos.....	10
3. Fractura de Instrumentos .....	11
i. Fadiga Cíclica E Torsional .....	11
IV. CONCLUSÃO .....	15
BIBLIOGRAFIA.....	16

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**CAC**- Capacidade de Centralização

**CFR** - Resistência à Fadiga Cíclica

**CR** - Razão de Centralização

**DSR** – *Digital Subtraction Radiography* (Radiografia Digital de Subtração)

**EAD** – Extrusão Apical de Detritos

**HEDM** - *HyFlex EDM*

**Micro-CT** - Micro-Computador Tomográfico

**Mm** – Milímetros

**M-Wire**<sup>®</sup> – Control-Memory Wire (Liga de Controle de Memória)

**NiTi** - Níquel-Titânio

**PTG** – *ProTaper Gold*<sup>®</sup>

**PTN** - *ProTaper Next*<sup>®</sup>

**PTU** – *ProTaper Universal*<sup>®</sup>

**RCB** - *Reciproc Blue*<sup>®</sup>

**REC** - *Reciproc*<sup>®</sup>

**SAF** - *Self-Adjusting File* (Lima Auto-Ajustante)

**TA** - Transporte Apical

**TF** - Tempo de Fractura

**VI** - Aumento de Volume

**WOG - WaveOne Gold**

**XSP - XP Endo Shaper**

## I. INTRODUÇÃO

Dentre as diversas fases do tratamento endodôntico, o preparo ou instrumentação mecânica do canal é conhecido como uma das etapas mais importantes (Setzer *et al.*, 2010). A preparação do sistema de canais radiculares inclui o alargamento e a modelagem dos canais e suas ramificações. No entanto, devido a alta complexidade tridimensional diversas características podem variar de dente para dente, acarretando a não instrumentação de superfícies onde não foi possível o alcance dos instrumentos endodônticos (Stavileci *et al.*, 2015).

Além disso, a assimetria geométrica entre o canal radicular e o instrumento de preparação pode impedir que o instrumento atue de forma eficaz em todas as paredes. Em canais simples, estreitos e retos, a maioria dos instrumentos rotatórios utilizados atualmente, limpa e molda adequadamente o canal. No entanto, em canais ovais, planos ou curvos, as limas rotatórias muitas vezes não conseguem limpar e modelar o canal, deixando algumas paredes intocadas (Belladonna *et al.*, 2018; Gündoğar e Özyürek, 2017).

Os erros provenientes da fase de preparo mecânico radicular, podem dificultar a remoção do tecido infectado e a obturação do canal. Quanto mais pronunciada é a curvatura do canal, mais facilmente serão as chances de desviá-lo do seu longo eixo, causando transporte do foramen. Tais fatos estão intimamente relacionados ao uso de limas com liga de aço inoxidável, daí a sugestão de usar limas compostas pela liga de Níquel-Titânio (NiTi) (Kandaswamy *et al.*, 2009; Wu *et al.*, 2000).

Os instrumentos mecânicos tornaram-se um complemento para a conformação do canal devido a superelasticidade da liga de NiTi, que proporciona maior flexibilidade e permite que os instrumentos acompanhem efetivamente o caminho original do canal radicular (Marceliano-Alves *et al.*, 2015). Processos termomecânicos e novas tecnologias têm sido desenvolvidas para o aprimoramento das ligas em NiTi usadas na fabricação dos instrumentos mecanizados, reduzindo o tempo de preparo, mantendo os princípios básicos da terapia endodôntica e conseqüentemente, diminuindo os erros associados à instrumentação (Frota *et al.*, 2013; Paleker e Vyver, 2016; Pasqualini *et al.*, 2012; Shen *et al.*, 2013).

Segundo Pereira *et al.* (2013), o sistema de instrumentos *ProTaper Next*® (PTN) apresenta-se com propriedades mecânicas e físicas superiores ao sistema convencional de instrumentos em

aço inoxidável ou suas versões anteriores, pois sua secção transversal retangular proporciona aumento da resistência à torção (Pereira *et al.* 2013). Além disso, suas propriedades mecânicas, promovem uma instrumentação eficiente proporcionado pelo movimento assimétrico e por sua constituição em liga de NiTi *M-Wire*®, que apresenta como característica, flexibilidade aumentada, ótima resistência à fadiga cíclica (CFR) e menor extrusão de detritos quando comparados com instrumentos de NiTi convencionais e as limas de aço inoxidável (Koçak *et al.*, 2015).

O sistema PTN realiza um movimento assimétrico semelhante ao movimento de uma “serpente”, o que permite alcançar canais completamente cônicos e com menos limas (Elnaghy e Elsaka, 2014). O sistema *Reciproc Blue*® (RCB), possui liga de NiTi *M-Wire* que passa por um tratamento térmico, modificando a sua estrutura molecular para dar-lhe uma maior CFR e flexibilidade adicional, bem como a sua cor azul característica. O sistema RCB possui uma secção transversal em forma de S, duas bordas de corte e uma ponta inativa. As limas RCB têm aproximadamente 162 vezes mais CFR que as limas *Reciproc*® (REC) (De-Deus *et al.*, 2017).

Mesmo não havendo muitos estudos comparando CFR em instrumentos reciprocantes nos canais em forma de “S”, foi possível observar que os RCB apresentaram, em canais curvos, menor risco a iatrogenias tanto na fractura quanto ao transporte apical (Topçuoğlu e Topçuoğlu, 2017).

Existem diferenças fundamentais entre os sistemas RCB e PTN. O sistema RCB promove um movimento reciprocante, que também pode ser chamado de movimento de reciprocidade, ou seja, realiza movimentos com giro parcial alternado, sendo 150° anti-horário e 30° horário, totalizando 3 ciclos (360°), de forma que ocorra uma suave progressão do instrumento; além disso a liga de NiTi é tratada termicamente, o que lhe confere uma maior proteção contra fracturas e maior CFR (Bürklein *et al.*, 2013; Cakici *et al.*, 2016).

Diante do grande interesse clínico e científico, além da escassa literatura que confronta diretamente esses dois tipos de sistemas de instrumentação de canais radiculares, o objetivo desse trabalho de revisão bibliográfica, foi avaliar o desempenho e a capacidade de centralização (CAC) e transporte dos canais radiculares instrumentados com os sistemas rotatórios PTN e RCB.

## 1. Materiais e Métodos

Trata-se de uma revisão bibliográfica em busca de informações relevantes e atuais sobre características dos sistemas mecanizados *Reciproc Blue®* e *ProTaper Next®*. Foram utilizadas como plataforma de busca as bases de dados eletrônicas *PubMed (US National Library of Medicine National Institutes of Health)*, *SciELO (Scientific Electronic Library Online)* e *bvs* (portal da Biblioteca Virtual em Saúde), sem limite de tempo de publicação, durante os meses de maio a julho de 2019.

Foram encontrados diversos artigos relacionados aos sistemas em questão, sendo que o critério de seleção para esta revisão bibliográfica foi a relação dos mesmos com os itens escolhidos para o estudo, que são: Extrusão apical de detritos, Transporte apical e Fractura de instrumentos pela fadiga cíclica e torsional. Como referência bibliográfica final, foram utilizados 42 artigos publicados em periódicos internacionais entre os anos de 1997 a 2019. Por se tratar de uma Revisão Narrativa, a seleção dos estudos e a interpretação das informações estão sujeitas à subjetividade do autor.

## II. DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, a instrumentação dos canais radiculares era realizada apenas com limas de uso manual confeccionadas de aço inoxidável. Porém, devido ao baixo grau de flexibilidade, tendência em retificar canais curvos, criar deformações como transporte apical, *zips*, perfurações e desvios, iniciou-se uma busca por novos materiais (Bergmans *et al.*, 2003; Kurnet *et al.*, 2010).

Tais materiais tinham por objetivo, apresentar maior flexibilidade, associada a maior resistência, proporcionando dessa forma segurança para a realização do tratamento endodôntico. Em 2008 uma nova técnica utilizando apenas uma lima em NiTi, foi introduzida visando a redução da fadiga cíclica dos instrumentos, que proporcionava uma instrumentação mais rápida e efetiva, além de reduzir a possibilidade de contaminação desses instrumentos (Yared, 2008).

Em 2011, devido ao grande uso e desenvolvimento das técnicas recentes, dois novos sistemas foram introduzidos no mercado visando a realização da instrumentação por meio de lima única em um movimento recíproco: o REC (VDW, Munique, Alemanha) e o WaveOne (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça). Para aumentar a resistência dessas limas à fratura, os fabricantes introduziram uma nova liga chamada *M-Wire* que aumenta a flexibilidade (Kim *et al.*, 2012).

A técnica de instrumentação rotatória recíprocante ou de reciprocidade, se dá por movimentos com giro parcial alternado, sendo 150° no sentido anti-horário e 30° no sentido horário (120°), totalizando 3 ciclos (360°). A técnica de instrumentação rotatória convencional consiste de movimentos com giros contínuos à direita em 360° (giro completo) (Bürklein *et al.*, 2013; Cakici *et al.*, 2016).

## **1. Sistemas Mecanizados**

### **i. Movimento Rotatório**

Os sistemas rotatórios produzidos com a liga de níquel-titânio (NiTi) e girados em rotação contínua a 360° foram implantados na endodontia com a finalidade de diminuir as falhas das técnicas e aumentar o nível de segurança do preparo dos sistemas de canais radiculares (Tavares *et al.*, 2015). O movimento rotatório em 360° no sentido horário permite o corte da dentina simultaneamente ao avanço do instrumento para o interior do canal radicular e a extrusão para região cervical de detritos dentinários produzidos no preparo mecânico. A realização de movimentos pelo operador, como movimento de entrar e sair (“*in-and-out motion*”), picada (“*pecking motion*”), e pincelamento (“*brush motion*”) proporcionam maior contato da lima rotatória de encontro com as paredes do canal radicular, aumentando sua efetividade de desinfecção, além de evitar o efeito de parafusamento que pode ocorrer devido a rotação em 360° do instrumento (Pedullà *et al.*, 2013).

Apesar de não serem mais tão usados, os instrumentos manuais de aço inoxidável ainda são aconselhados a serem utilizados na fase exploratória do canal radicular e de determinação do *glide path* (Tavares *et al.*, 2015). O *glide path* pode ser definido como um guia ou pré-alargamento sutil do canal, desde sua embocadura até o foramen apical, ou seja, antes de começar o tratamento mecanizado de escolha (Paleker e Vyver, 2016).

Inúmeras são as opções de limas rotatórias no mercado. As limas rotatórias também começaram a ser fabricadas para utilização em retratamentos endodônticos, resultante de sua agilidade

durante o tratamento endodôntico (Keskin *et al.*, 2017). Devido às propriedades físicas oferecidas pela liga de NiTi foi possível realizar alterações mais significativas, como a conicidade dos instrumentos, que representam o aumento na média do diâmetro do D0 (ponta da lima) até o D16 (término da porção ativa), sendo possível encontrar no mercado limas com conicidade 0,01 mm, utilizadas para patência e *glide path*; limas com conicidade 0,06/0,08 para preparo e acabamento mecânico do canal radicular e limas de maiores conicidades 0,12 mm utilizadas para preparo dos terços cervical e médio (Ozsu *et al.*, 2014).

## **ii. Sistema *ProTaper Next®***

O sistema PTN caracteriza-se por sua secção transversal peculiar retangular, ângulos helicoidais e variáveis, proporcionando às limas, um movimento semelhante ao das serpentes (“*snake-like swaggering*”). Por suas particularidades de secção transversal, há maior espaço para os detritos produzidos no preparo biomecânico a serem extruídos pela câmara pulpar. Ainda como característica, apresenta o cabo menor com objetivo de facilitar o acesso à região dos molares, além de propiciar o desenho que gera um movimento rotatório assimétrico (Silva *et al.*, 2018b; Stern *et al.*, 2012).

Este sistema é constituído por cinco limas: X1 17/.04, X2 25/.06, X3 30/.07, X4 40/.06 e X5 50/.06 com comprimentos de 21, 25 ou 31 mm (Cassimiro *et al.*, 2018; Mamede-Neto *et al.*, 2018).

## **2. Sistemas Reciprocantes**

### **i. Movimento Reciprocante**

O movimento reciprocante é baseado na força balanceada de Roane, no qual o instrumento rotaciona no sentido horário e anti-horário, desta maneira ocorre o corte da dentina (sentido horário) pelas hélices da parte ativa com consequente alívio da ponta (sentido anti-horário), evitando assim a fratura do instrumento. Esta cinemática vem sendo empregada desde o preparo convencional com limas manuais em aço inoxidável, no qual auxilia na exploração dos canais radiculares, principalmente nos canais atrésicos e calcificados, evitando assim, a fratura por torção (Roane *et al.*, 1985).

A técnica de "movimentos oscilatórios" com manobras intercaladas, à direita e a esquerda, tem por objetivo, proporcionar melhor ação do instrumento em todas as paredes dos canais radiculares. Esse movimento aumenta a resistência à fadiga do instrumento em comparação

com o movimento de rotação contínua, além de diminuir o risco de fractura por torção dada a forma como são confeccionadas as limas manuais (Keskin *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2018a).

O sistema reciprocante consiste em um preparo motorizado dos canais, utilizando um único instrumento de liga *M-Wire* e de uso único com movimento alternado que alivia a tensão no instrumento por movimentos especiais com ângulos maiores no sentido anti-horário (ação de corte) e ângulos menores no sentido horário (liberação do instrumento), com 120° de diferença entre ambos (Hussien e Al-Gharrawi, 2019).

## **ii. *Reciproc Blue*®**

O instrumento RCB foi lançado em 2016, como um novo sistema reciprocante (De-Deus *et al.*, 2017). A grande diferença deste sistema para os outros, é o tipo de tratamento térmico dado a parte activa do instrumento, cuja modificação da liga NiTi promove alterações na sua microestrutura. Devido ao novo tratamento térmico que esta lima é submetida, ela ganha a cor azul. Além disso, também possui uma secção transversal em formato de "S", com duas arestas de corte e uma parte inactiva. O sistema com as limas RCB são 40% mais flexíveis que as limas originais, aumentando sua vida útil e evitando fracturas (De-Deus *et al.*, 2017; Gündoğar e Özyürek, 2017).

Os instrumentos RCB foram concebidos para serem utilizados como um instrumento único. Desta forma, apenas um instrumento é necessário para instrumentar um canal radicular do início ao fim do tratamento. Um instrumento RCB faz o trabalho de vários instrumentos que precisam ser usados para preparação com instrumentos rotativos manuais ou contínuos, além de possibilitar uma irrigação e obturação eficazes (Hussien e Al-Gharrawi, 2019).

Existem três tipos de instrumentos RCB que se diferenciam de acordo com o tipo de canal radicular a ser instrumentado. São classificados com as seguintes siglas: os R25, R40 e R50. Os instrumentos denominados R25, são indicados para a preparação de canais considerados estreitos, ou seja, para um diâmetro apical de 0,25 mm com uma conicidade de 0,08 nos primeiros milímetros apicais. Os instrumentos denominados R40, são indicados para a preparação de canais considerados médios, ou seja, para um diâmetro apical de 0,40 mm com uma conicidade de 0,06 nos primeiros milímetros apicais. Os instrumentos denominados R50, são indicados para a preparação de canais considerados largos, ou seja, para um diâmetro apical de 0,50 mm com uma conicidade de 0,05 nos primeiros milímetros apicais (Yared, 2017).

Procuramos com este trabalho de revisão bibliográfica, expor os resultados comparativos quanto aos seguintes pontos:

- **Transporte Apical;**
- **Extrusão Apical de Detritos;**
- **Fractura de instrumentos (fadiga cíclica e torsional).**

### **III. DISCUSSÃO**

#### **1. Transporte Apical**

O transporte apical é uma complicação que acontece quando o profissional com seu instrumento endodôntico, não segue o longo eixo do canal em direção a região foraminal levando a saída foraminal para uma região para-foraminal (Peters *et al.*, 2003; Siqueira *et al.*, 1997; Wu *et al.*, 2000).

Silva *et al.* (2018b) avaliaram o transporte apical e a CAC utilizando as limas RCB, *WaveOne Gold* (WOG) e PTN. Foram utilizados 43 blocos de resina simulando canais dentinários, com curvatura de 40 graus, e inicialmente instrumentados com lima flexofile #15. A avaliação foi feita aleatoriamente pré e pós instrumentação à partir de imagens obtidas. Concluíram que não há diferenças no que diz respeito ao transporte apical. Entretanto foi o RCB que obteve maiores valores de centralização, tocou em mais pontos do canal e que tal diferença nesse quesito foi significativa quando comparado ao PTN (Silva *et al.*, 2018b).

Gündoğar e Özyürek (2017) compararam a capacidade de modelagem da lima REC, *HyFlex EDM* (HEDM) e WOG instrumentos de NiTi feitos de diferentes ligas. Foram usados 60 canais em forma de S em blocos de resina que foram modelados com um calibre apical de 0,25 mm usando os sistemas RCB R25, WOG Primary e HEDM *One File* (n=20 canais/por grupo). As imagens compostas foram feitas a partir da sobreposição de imagens pré e pós-instrumentação. A quantidade de resina removida por cada sistema foi medida por análise de imagem em 22 pontos diferentes. Observou-se que a fractura dos instrumentos NiTi não ocorreu durante a modelagem dos canais simulados, embora uma formação de zona de perigo em uma amostra e

um degrau em outra foram observados no grupo RPC. Não houve diferença estatística significativa entre as regiões apical, medial e coronal dos grupos WOG e HEDM. No entanto, determinou-se que o grupo RCB removeu uma quantidade estatisticamente significativa de resina de todas as regiões dos canais quando comparado com WOG e HEDM. Concluiu-se que, todos os instrumentos NiTi testados causaram vários níveis de remoção de resina. No entanto, WOG e HEDM causaram um menor nível de remoção de resina em comparação com as limas RCB (Gündoğar e Özyürek, 2017).

Belladonna *et al.* (2018) avaliaram os resultados de preparo de canais radiculares obtidos pelo instrumento RCB usando CBCT. Quatorze canais mesiais de molares inferiores com características semelhantes foram selecionados após o escaneamento e atribuídos a um dos dois grupos de acordo com o instrumento utilizado, REC e RCB. Após a instrumentação do canal, os espécimes foram digitalizados e os conjuntos de dados pré e pós-operatórios foram examinados para avaliar as porcentagens de dentina removida, paredes do canal intocadas e grau de transporte do canal. Os canais radiculares preparados com REC ou RCB apresentaram propriedades de conformação similares, sem diferenças significativas. Concluiu-se que tanto a lima REC, como a RCB apresentaram resultados de preparo semelhantes (Belladonna *et al.*, 2018).

Mamede-Neto *et al.* (2017) avaliaram transporte e centralização dos canais radiculares, de diferentes instrumentos de níquel-titânio usando CBCT. Foram selecionados 128 pré-molares inferiores usando os instrumentos em NiTi: *WaveOne*, WOG, REC, PTN, *ProTaper Gold*® (PTG), *Mtwo*, *BioRaCe* e *RaCe*. A imagem CBCT foi realizada antes e após o preparo do canal radicular para obter medidas das paredes de dentina mesial e distal e cálculos de transporte e centralização do canal radicular. A lima PTG produziu valores de transporte de canal mais baixos e a *RaCe* o mais alto. As limas PTG também mostraram os valores mais altos para a CAC, enquanto o *BioRaCe* mostrou o menor. Não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes instrumentos em termos de transporte do canal e CAC. Os autores concluíram que todos os instrumentos utilizados para a modelagem do canal radicular de pré-molares inferiores foram realizados de forma semelhante em relação ao transporte do canal e a CAC (Mamede-Neto *et al.*, 2017).

Mamede-Neto *et al.* (2018) avaliaram o transporte e a CAC de preparos de canais radiculares utilizando limas endodônticas de NiTi em rotação contínua e recíproca. 96 canais mesio-vestibulares de primeiros e segundos molares inferiores divididos em 6 grupos (n=16) de acordo

com a lima utilizada: PTN, PTG, *Mtwo*, *BioRaCe*, WOG e REC. Tomografia computadorizada por feixe cônico foi obtida antes e após o preparo dos canais. As medições foram feitas em seis pontos de referência: 2, 3 e 4 mm do ápice e 2, 3 e 4 mm abaixo da furca em diferentes direções. O maior transporte méso-distal encontrado foi para o grupo REC e o maior valor vestibulo-lingual foi para os grupos REC, PTG e PTN. A maior CAC méso-distal foi encontrada para *BioRaCe* e a maior CAC vestibulo-lingual para *BioRaCe* e *Mtwo*. Conclui-se que todos os sistemas produziram transporte de canal radicular e nenhum sistema atingiu a CAC perfeita. As limas REC tiveram os maiores transportes méso-distal e vestibulo-lingual e as limas *BioRaCe* tiveram a maior CAC méso-distal, enquanto a CAC vestibulo-lingual foi similar para as limas *BioRaCe* e *Mtwo* (Mamede-Neto *et al.*, 2018).

Zanesco *et al.* (2017) avaliaram o transporte apical (TA), razão de centralização (CR) e aumento de volume (VI) produzidos após a instrumentação dos canais méso-vestibulares de molares superiores com instrumentos rotatórios e reciprocantes, utilizando micro-computador tomográfico (micro-CT) e para demonstrar a capacidade da radiografia digital de subtração (DSR) para avaliar TA. 45 canais foram aleatoriamente designados para modelagem como grupo K: limas manuais tipo K, grupo PTN: limas PTN e grupo REC: limas REC (n=15 para cada grupo). Limas mestres apicais eram K #25, X2 (25/06) e R25 (25/08), respectivamente. Imagem do micro-CT foi usado para medir TA (mm) e CR (mm) em 3 locais diferentes (1, 4 e 7 mm do ápice radicular). VI (mm<sup>3</sup>) foi medido para cada terço da raiz e para todo o canal. O DSR (projeções méso-distal e vestibulo-lingual) foi usado para medir o TA a 1 mm do ápice. Como resultado os valores de TA e CR foram estatisticamente semelhantes entre os grupos em 1, 4 e 7 mm do ápice e os valores de VI foi estatisticamente semelhante em todos os grupos. Ambas as imagens de DSR e micro-CT mostraram que a TA sempre ocorria do lado de fora da curvatura do canal. Concluiu-se que TA, CR e VI foram semelhantes para os grupos K, PTN e REC. Os resultados do TA foram clinicamente irrelevantes. O DSR foi tão eficaz quanto a imagem de micro-CT na análise do TA e pode ser considerado um método alternativo para avaliar esse desfecho (Zanesco *et al.*, 2017).

Cassimiro *et al.* (2018) analisaram a possível ocorrência de defeitos dentinários após o preparo do canal radicular utilizando três instrumentos acionados por motor. 80 incisivos mandibulares foram selecionados. 20 dentes não foram submetidos à preparação e os dentes restantes foram divididos em três grupos (n = 20): REC, PTN e WOG. O grupo controle não apresentou defeitos, e as diferenças entre os grupos controle e experimental foram estatisticamente

significantes ( $P < 0,05$ ). WOG, PTN e REC causaram micro trincas em 60%, 33,33% e 18,33% das amostras, respectivamente. Não houve diferenças significativas entre os grupos nas seções de 3 mm ( $P = 0,126$ ). Houve diferenças significativas nas seções de 6 mm ( $P = 0,042$ ) e 9 mm ( $P < 0,001$ ). Quando WOG e PTN foram usados, uma diferença significativa foi encontrada no tempo médio ( $P = 0,047$ ). Concluiu-se que todos os instrumentos causaram defeitos dentinários na dentina radicular (Cassimiro *et al.*, 2018).

## 2. Extrusão Apical de Detritos

Ozsu *et al.* (2014) compararam a quantidade de material extruído apicalmente durante o preparo com limas PTU, PTN, *WaveOne e self-adjusting file* (SAF; ReDent Nova, Ra'anna, Israel). Foram selecionados 56 pré-molares inferiores dentro dos critérios de inclusão e exclusão. Os dentes foram selecionados em 4 grupos de acordo com a lima utilizada para a instrumentação. Para coleta do material extruído, os dentes foram fixados em tubos de *Eppendorfs* e selados na junção dente-tubo, para que não houvesse interferência de irrigante. Os tubos foram pesados antes e após a instrumentação em estufa. Pode-se concluir que as limas SAF obtiveram melhores resultados em relação a extrusão de detritos (Ozsu *et al.*, 2014).

Cakici *et al.* (2016) avaliaram a extrusão de detritos durante a instrumentação utilizando as limas PTG, PTU, REC e PTN. Para este estudo foram selecionados 80 molares inferiores que foram divididos em 4 grupos, de acordo com a lima utilizada para a pesquisa. Para a coleta do detritos, foi utilizado um tubo de *Eppendorf* acoplado em um recipiente maior em que o operador não tinha contato nem visual e nem tátil com o tubo. Os testes estatísticos utilizados para avaliação dos resultados foram ANOVA e Tukey. Em relação aos resultados, as limas PTU foram estatisticamente o grupo em que se obteve maior quantidade de detritos extruídos. Além disso, PTG extruiu mais detritos que PTN e REC. Não foi encontrada diferença significativa entre PTN e REC. Pode-se concluir que todas as técnicas extruem detritos, sendo as limas PTU o grupo em que houve maior porcentagem de extrusão (Cakici *et al.*, 2016).

Üstün *et al.* (2015) avaliaram a extrusão apical de detritos (EAD) do preparo dos canais radiculares com diferentes sistemas rotatórios. Foram selecionados 45 pré-molares inferiores com curvatura menor que 10 graus. Os canais foram divididos aleatoriamente em 3 grupos de acordo com a lima estudada: PTN; *Twisted File®* e *Wave One*. Em todos os grupos foram seguidas as recomendações do fabricante. Para avaliação da pesagem, os dentes foram fixados em um tubo de *Eppendorf* e pesados antes e após a instrumentação. A análise estatística foi

realizada através dos testes Kruskal-Wallis, Ranks e Tukey. Em relação aos resultados, os dentes instrumentados com limas *Wave One* extruíram menos material estatisticamente, sem diferença estatística entre *Wave One* e *Twisted File*. Além disso, a lima PTN foi o grupo que mais extruiu detritos apicalmente. Pode-se concluir que *Wave One* extruiu menos detritos que os outros sistemas avaliados (Üstün *et al.*, 2015).

Keskin e Sariyilmaz (2018) avaliaram a quantidade de EAD produzido por vários instrumentos de NiTi. Selecionaram 100 pré-molares inferiores unirradiculares, sem curvatura, reabsorção, calcificação ou tratamento de canal anterior. Os dentes foram divididos em 5 grupos de forma aleatória e então os grupos foram identificados e tratados com as limas RCB; WOG; *R-Endo* e PTN. Os resultados mostraram que o RCB ocasionou uma maior extrusão de detritos quando comparado ao *R-Endo*, WOG e PTN e que se deve pois instrumentos com movimento reciprocante empurram os detritos para o ápice enquanto que os que têm movimento rotatório favorecem ao transporte coronal dos detritos (Keskin e Sariyilmaz, 2018).

Uslo *et al.* (2018) compararam a quantidade de extrusão apical de detritos entre RCB; HEDM; *XP Endo Shaper* (XSP) ao utilizar 60 dentes extraídos e divididos em 3 grupos (n=20); os canais foram instrumentados com RCB, HEDM, ou XPS. Os detritos extruídos foram coletados e colocados em tubos de *Eppendorf* e os resultados obtidos foram de que o RCB extruiu mais detritos que o XPS (Uslo *et al.*, 2018).

### **3. Fractura de Instrumentos**

#### **i. Fadiga Cíclica E Torsional**

A fadiga ocorre com a lima livre na curvatura de um canal, sujeita a ciclos de tensão/compressão no ponto máximo de curvatura. A fractura deve-se maioritariamente a fractura por fadiga. Esta ocorre sem sinais visíveis de deformação e de uma forma inesperada (Pedullà *et al.*, 2013).

De-Deus *et al.* (2017) compararam a CFR e a flexibilidade em instrumentos termicamente tratados e fez análise comparativa entre o REC e RCB a partir de 45 testes de flexão e avaliação e também da resistência a fadiga, nesse caso foi medido o tempo em que a lima fracturava dentro do canal radicular quando submetida a um ângulo de 60° com raio de curvatura de 5mm. Todas as superfícies fracturadas foram analisadas com microscópio eletrônico de varredura. Baseando-se nos resultados concluíram que houve diferença significativa, no que diz respeito a maior longevidade da lima, nos RCB além de maior resistência a flexão do que o instrumento

REC. Entretanto o RCB apresentou uma microdureza significativamente menor que no REC (De-Deus *et al.*, 2017).

Topçuoğlu e Topçuoğlu (2017) avaliaram a CFR dos instrumentos REC (R25 e R40) e RCB (R25 e R40) utilizados em canal artificial em forma de S. Um total de 80 limas foram testadas (n = 20 para cada grupo REC R25 e R40 e RCB R25 e R40). Este estudo comparou o REC R25 com limas RCB R25 e o REC R40 com limas REC R40. O CFR foi determinado registrando o tempo para fractura no canal. O comprimento de cada fragmento fracturado foi medido em milímetros. Entre as limas R25, os instrumentos RCB apresentaram CFR significativamente maior que as limas REC nas curvas apical e coronal (P <0,05). Entre as limas R40, os instrumentos RCB exibiram maior CFR nas curvas apical e coronal (P <0,05). Não houve diferença nos comprimentos de fragmentos fracturados das limas RCB em comparação com as limas REC (P > 0,05). As limas RCB R25 e R40 apresentaram maior CFR do que as limas REC R25 e R40 em canal em forma de S (Topçuoğlu e Topçuoğlu, 2017).

Keskin *et al.* (2017) compararam a resistência à fadiga entre as limas RCB (R25), REC (R25) e compararam o sistema WOG *Primary*. Foram usados 15 instrumentos RCB R25, 15 REC R25 e 15 WOG *Primary* e testados em um dispositivo dinâmico de teste de fadiga cíclica, que possuía um canal artificial com 60 graus de ângulo de curvatura e um raio de curvatura de 5 mm. Todos os instrumentos foram operados até a ocorrência de fractura, o tempo de fractura (TF) e os comprimentos dos fragmentos fracturados foram registrados. Os desvios médios e padrão do TF e do comprimento do fragmento foram calculados para cada sistema recíprocante. A RCB R25 exibiu maior CFR e os valores de CFR do WOG *Primary* foram significativamente maiores que os de REC R25. Não houve diferença significativa no comprimento médio dos fragmentos fracturados entre os instrumentos. Concluíram que os instrumentos RCB R25 apresentaram CFR significativamente maior do que os instrumentos WOG e REC (Keskin *et al.*, 2017).

Keskin *et al.* (2018) comparam a CFR durante o uso de PTN e PTU, para tal dividiu os instrumentos em quatro grupos; Grupo A: 10 conjuntos novos de PTN, Grupo B: 10 instrumentos de PTN já utilizados em clínica, Grupo C: 10 novos conjuntos de PTU e Grupo D: 10 instrumentos de PTU já utilizados em clínica. Os grupos A e C foram submetidos ao teste de fadiga cíclica e os grupos B e D foram usados para preparar um primeiro molar inferior com canais radiculares retos. Após os preparos pertinentes para obter a medida da CFR, um canal artificial de aço inoxidável com diâmetro interno de 1,5 mm, um ângulo de curvatura de 60° e

uma curvatura de 2 mm de raio foi utilizado. Os resultados mostraram que para ambos os sistemas rotatórios, os instrumentos novos mostraram uma maior CFR que os já usados e que a CFR nos instrumentos PTN foi maior que nos PTU (Keskin *et al.*, 2018).

Independente da técnica a ser empregada, é importante que o profissional, siga rigorosamente as instruções do fabricante, a fim de não aumentar as chances de falha, pois o tratamento de canais, é minucioso e o objetivo é manter o elemento dentário em boca e saudável o mais tempo possível. (Pedullà *et al.*, 2013).

Diversas melhorias foram propostas pelos fabricantes durante a última década, para fornecer aos médicos-dentistas, instrumentos mais seguros, dinâmicos e eficientes. A literatura mostra que, o avanço tecnológico desses instrumentos melhora com frequência o desempenho do Médico Dentista, que por sua vez proporciona tratamentos seguros e eficazes aos seus pacientes. (Shen *et al.*, 2013).

Por meio desta revisão bibliográfica foi possível verificar que há anos são realizados estudos científicos no que diz respeito ao preparo mecânico dos canais radiculares, utilizando instrumentos reciprocantes e instrumentos rotatórios, com objetivo de minimizar as possibilidades de erro, como por exemplo, o desvio de trajetória dos canais radiculares, modelagem insatisfatória e até fracturas de instrumentos, resultante da fadiga pelo uso ou uso incorreto (De-Deus *et al.*, 2017; Keskin *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2018b).

Devido às suas características físicas superiores e causar menos acidentes que a liga de aço inoxidável, os instrumentos em NiTi possibilitaram o acionamento por meio de motores elétricos, proporcionando maior agilidade aos tratamentos endodônticos e conforto para o profissional e pacientes, além do ótimo desempenho devido às suas propriedades mecânicas (Cassimiro *et al.*, 2018; Zanesco *et al.*, 2017).

O uso da liga de NiTi para a fabricação das limas, permitiu contornar dificuldades anatômicas dos sistemas de canais radiculares que com o uso de limas de aço inoxidável inviabilizavam o tratamento de canais radiculares, como as “extremas” curvaturas por exemplo (Hussien e Al-Gharrawi, 2019). Diversas são as vantagens proporcionadas com a liga de NiTi como: baixo módulo de elasticidade, que proporciona maior flexibilidade aos instrumentos, corte no sentido horário e anti-horário, menor desvio do trajeto original dos canais radiculares, memória elástica, a qual proporciona ao instrumento retornar a sua forma original após a utilização sem deformação (Pedullà *et al.*, 2013).

No que diz respeito aos estudos que avaliaram o TA, os estudos mostram que não houve diferença estatística significativa quando comparam os instrumentos RCB e PTN (Silva *et al.*, 2018b).

Tendo em consideração a EAD, os estudos mostram que os instrumentos PTN não se destacam quando comparados com os sistemas de reciprocidade (Cakici *et al.*, 2016; Ozsu *et al.*, 2014; Üstün *et al.*, 2015).

No que concerne à fractura dos instrumentos, os estudos mostram o melhor desempenho do RCB, ou seja, mostrou maior resistência à fadiga durante teste de flexão (De-Deus *et al.*, 2017; Keskin *et al.*, 2017; Topçuoğlu e Topçuoğlu, 2017).

#### **IV. CONCLUSÃO**

Conclui-se que:

Há muitos artigos que estudam os sistemas *ProTaper Next*® e *Reciproc Blue*®, entretanto não podemos dizer que a comparação entre eles têm evidência científica suficiente para se afirmar qual é o melhor no que concerne aos tópicos apresentados. Assim sendo, encoraja-se após esta revisão bibliográfica, que estudos futuros, destes instrumentos mecanizados para o tratamento de canais radiculares, sejam realizados.

## BIBLIOGRAFIA

1. Belladonna, F. G., *et al.* (2018). Micro-computed tomography shaping ability assessment of the new blue thermal treated reciproc instrument. *J Endod*, 44(7), pp. 1146-1150.
2. Bergmans, L., *et al.* (2003). Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J*, 36(4), pp. 288-295.
3. Bürklein, S., *et al.* (2013). Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotatory instrumentation. *J Endod*, 39(4), pp. 501-504.
4. Cakici, F., *et al.* (2016). Apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper Gold, ProTaper Universal, ProTaper Next and Reciproc instruments. *Int J Artif Organs*, 39(3), pp. 128-131.
5. Cassimiro, M., *et al.* (2018). Effects of Reciproc, ProTaper Next and WaveOne Gold on root canal walls: A Stereomicroscope Analysis. *IEJ Iran Endod J*, 13(2), pp. 228-233.
6. De-Deus, G., *et al.* (2017). Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the reciproc files. *J Endod*, 43(3), pp. 462-466.
7. Elnaghy, A. M. e Elsaka, S. E. (2014). Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *J Endod*, 40(12), pp. 2053-2056.
8. Frota, M. F., *et al.* (2013). Cleaning capacity promoted by motor-driven or manual instrumentation using ProTaper Universal system: Histological analysis. *J Conserv Dent*, 16(1), pp. 79- 82.
9. Gündoğar, M. e Özyürek, T. (2017). Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. *J Endod*, 43(7), pp. 1192-1196.

10. Hussien, S. W. e Al-Gharrawi, H. A. (2019). Incidence of dentinal root defects caused by Reciproc Blue, ProTaper Gold, Protaper Next and Reciproc nickel titanium rotary instruments. *J Contemp Dent Pract*, 20(3), pp. 291-297.
11. Kandaswamy, D., et al. (2009). Canal-centering ability: An endodontic challenge. *J Conserv Dent*, 12(1), pp. 3-9.
12. Keskin, C., et al. (2017). Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold reciprocating instruments. *J Endod*, 43(8), pp. 1360-1363.
13. Keskin, C. e Sariyilmaz, E (2018). Apical extruded and irrigants during root canal filling material removal using Reciproc Blue, WaveOne Gold, R-Endo and ProTaper Next. *J Dent Res Dnet Clin Dent Prospects*, 12(4), pp. 272-276.
14. Keskin, N. B, et al. (2018). Cyclic fatigue resistance of new and used Protaper Universal and ProTaper next nickel-titanium rotary instruments. *J Sau Endod*, 8(2), pp.82-86
15. Kim, H. C., et al. (2012). Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod*, 38(4), pp. 541-544.
16. Koçak, M. M., et al. (2015). Apical extrusion of debris using ProTaper Universal and ProTaper Next rotary systems. *Int Endod J*, 48(3), pp. 283-286.
17. Kurnet, G. G., et al. (2010). Analysis of apical root transportation associated with Protaper Universal F3 and F4 instruments by using digital subtraction radiography. *J Endod*, 36(6), pp. 1052-1055
18. Mamede-Neto, I., et al. (2017). Root canal transportation and centering ability of nickel-titanium rotary instruments in mandibular premolars assessed using cone-beam computed tomography. *Open Dent J*, 11, pp. 71-78.
19. Mamede-Neto, I., et al. (2018). Multidimensional analysis of curved canal preparation using continuous or reciprocating nickel-titanium instruments. *Open Dent J*, 12, pp. 32-45.

20. Marceliano-Alves, M. F. V., *et al.* (2015). Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. *Int Endod J*, 48(12), pp. 1129-36.
21. Ozsu, D., *et al.* (2014). Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems. *Eur J Dent*, 8(4), pp. 504-508.
22. Paleker, F. e Vyver, P. J. (2016). Comparison of canal transportation and centering ability of K-files, ProGlider file, and G-files: A micro-computed tomography study of curved root canals. *J Endod*, 42(7), pp. 1105-1109.
23. Pasqualini, D., *et al.* (2012). Computed micro-tomographic evaluation of glide path with nickel-titanium rotary path file in maxillary first molars curved canals. *J Endod*, 38(3), pp. 389-393.
24. Pedullà, E., *et al.* (2013). Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of four different nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*, 39(2), pp. 258–261.
25. Pereira, E. S. J., *et al.* (2013). In vitro assessment of torque and force generated by novel ProTaper Next Instruments during simulated canal preparation. *J Endod*, 39(12), pp. 1615-1619.
26. Peters, O. A., *et al.* (2003). ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J*, 36(2), pp. 86-92.
27. Roane, J. B., *et al.* (1985). The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J. Endod*, 11(5), pp. 203-211.
28. Setzer, F. C., *et al.* (2010). Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. *J Endod*, 36(7), pp. 1226-1229.
29. Shen, Y., *et al.* (2013). Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endo*, 39(2), pp. 163-172.

30. Silva, E. J. N. L., *et al.* (2018a). Torsional Fatigue Resistance of Blue-treated Reciprocating Instruments. *J Endod*, 44(6), pp. 1038-1041.
31. Silva, P. F., *et al.* (2018b). Canal transportation and centering ability of Reciproc Blue, WaveOne gold and ProTaper Next in simulated curved canals. *Iran Endod J*, 13(4), pp. 498-502.
32. Siqueira, J. F., *et al.* (1997). Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod*, 3(8), pp. 499-502.
33. Stavileci, M., *et al.* (2015). Evaluation of root canal preparation using rotary system and hand instruments assessed by micro-computed tomography. *Med Sci Monit Basic Res*, 21, pp. 123-130
34. Stern, S., *et al.* (2012). Changes in centring and shaping ability using three nickel–titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography ( $\mu$ CT). *Int Endod J*, 45(6), pp. 514-523.
35. Tavares, W. L. F., *et al.* (2015). Índice de fratura de instrumentos manuais de aço inoxidável e rotatórios de NiTi em clínica de pós-graduação em endodontia. *Arq Odontol*, 51(3), pp. 152-157
36. Topçuoğlu, H. S. e Topçuoğlu, G. (2017). Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue and Reciproc files in an s-shaped canal. *J Endod*, 43(10), pp. 1679-1682.
37. Uslo, G., *et al.* (2018). Apically extruded debris during root canal instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM and XP- endo shaper nickel-titanium files. *J Endod*, 44(5), pp. 856-859.
38. Üstün, Y., *et al.* (2015). Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni-Ti systems. *Int Endod J*, 48(7), pp. 701-704.
39. Wu, M., *et al.* (2000). Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part i: effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endod*, 26(4), pp. 210-216.
40. Yared, G. (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*, 41(4), pp. 339-344.

41. Yared,G. (2017). Reciproc Blue: The new generation of reciprocation. *G Itali Endod*, 31(2), pp.96-101.
42. Zanesco, C., *et al.* (2017). Apical transportation, centering ratio, and volume increase after manual, rotary, and reciprocating instrumentation in curved root canals: analysis by micro-computed tomographic and digital subtraction radiography. *J Endod*, 43(3), pp. 486-490.