

Victoria Christina Scarano Figueira Paes Rosa

**EFICÁCIA DOS SISTEMAS ROTATÓRIOS E RECÍPROCANTES NA REDUÇÃO  
MICROBIANA – REVISÃO NARRATIVA**

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Porto, 2020



Victoria Christina Scarano Figueira Paes Rosa

**EFICÁCIA DOS SISTEMAS ROTATÓRIOS E RECÍPROCANTES NA REDUÇÃO  
MICROBIANA – REVISÃO NARRATIVA**

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Porto, 2020

Victoria Christina Scarano Figueira Paes Rosa

**EFICÁCIA DOS SISTEMAS ROTATÓRIOS E RECIPROCANTES NA REDUÇÃO  
MICROBIANA – REVISÃO NARRATIVA**

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

## RESUMO

Sendo os micro-organismos o principal fator de insucesso do tratamento endodôntico, um aspeto preponderante para um tratamento eficiente é providenciar uma redução microbiana máxima do canal radicular.

Os diferentes sistemas de instrumentação em Endodontia foram sempre evoluindo com o propósito de fornecer ao paciente e ao profissional um tratamento mais rápido, seguro e eficaz.

Este trabalho tem como objetivo analisar e comparar alguns dos sistemas rotatórios e reciprocantes disponíveis no mercado, com o intuito de definir qual deles permite uma maior redução do número de micro-organismos no canal radicular e conseqüentemente, permite obter um melhor tratamento endodôntico.

Embora todos os sistemas estudados terem apresentado eficácias similares na redução microbiana, alguns trabalhos mostraram diferenças relevantes no que concerne ao preparo do canal radicular.

Este fato torna necessário a realização de novos estudos para avaliar os diferentes sistemas disponíveis no mercado e suas respectivas eficácias na redução microbiana.

**Palavras-chaves:** “*root canal instrumentation*”, “*root canal treatment*”, “*root canal preparation*”, “*bacterial reduction*”, “*microbial reduction*”, “*root canal microbiota*”, “*rotatory systems*” e “*reciprocating systems*”.

## ABSTRACT

As microorganisms are the main factor of failure during the endodontic treatment, a preponderant aspect for an efficient treatment is to provide a maximum microbial reduction of the root canal.

The different systems of instrumentation in Endodontics have always been evolving with the purpose of providing to the patient as to the professional a faster, safer and more effective treatment.

This work aims to analyze and compare some of the rotational and reciprocating systems available in the market, with the intention of defining which of them allows a greater reduction in the number of microorganisms in the root canal and consequently, allows to obtain a better endodontic treatment.

Although all the systems studied presented similar efficiency in microbial reduction, some studies showed relevant differences in the preparation of the root canal.

This makes it necessary to carry out new studies to evaluate the different systems available in the market and their respective efficiency in microbial reduction.

**Keywords:** “*root canal instrumentation*”, “*root canal treatment*”, “*root canal preparation*”, “*bacterial reduction*”, “*microbial reduction*”, “*root canal microbiota*”, “*rotatory systems*” and “*reciprocating systems*”.

## DEDICATORIAS

Dedico esse trabalho ao meus pais, Leo e Anne, meus heróis.  
Que puseram de lado alguns dos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus.  
Que sempre acreditaram em mim, muitas vezes, mais que eu mesma acreditei.  
Que me mostraram que é preciso coragem em tudo que fazemos nessa vida.  
Que sempre fizeram o possível e impossível para me ver feliz.  
Que sempre me ensinaram o quanto é importante lutar.  
Sem vocês nada disso teria sido possível.  
Esta conquista é nossa.

*“O valor das coisas não está no tempo em que elas  
duram, mas na intensidade com que acontecem.  
Por isso, existem momentos inesquecíveis,  
coisas inexplicáveis e pessoas  
incomparáveis.”*

Fernando Pessoa

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, que sorte eu tenho em ser a vossa filha. Obrigada por tudo, por tanto, sempre.

A minha irmã, Marie, porque mesmo sendo chata eu te amo muito e não conseguiria viver sem você.

A minha orientadora e professora, Dra. Alexandra Martins, agradeço por toda a sua dedicação, pela sua disponibilidade para me ajudar, pela sua confiança, atenção, preocupação, amizade e por tudo que me ensinou.

Ao Wellington, que, entre altos e baixos, se tornou uma pessoa tão importante na minha vida, obrigada por ter acreditado em mim mais que eu mesma, e pelo seu apoio quotidiano.

Ao André, um irmão que a vida me deu, e ao Leonardo, por todos nossos momentos felizes, juntos. Meu melhor presente do Porto.

Ao meu binômio, Robin, pelos bons momentos em clínica, pelo apoio, pela segurança que me transmitiu e por fazer parte da minha primeira etapa como médico dentista.

Aos amigos, franceses, que a faculdade me deu.

Particularmente ao Xavier, Blanche, Victoria, Alba e Agnès, que foram sem dúvidas um pilar nesta conquista, não teria sido a mesma coisa sem vocês.

Levo amigos para a vida.

Aos meus amigos portugueses.

Aos professores, que eu aprecio muito, e que contribuíram para a minha aprendizagem, tanto pessoal quanto profissional, Alexandra Martins, Duarte Guimarães que ainda hoje disse em aula que “a fortaleza do nosso lar ajuda-nos muito na nossa vida”, Claudia

Eficácia dos sistemas rotatórios e reciprocantes na redução microbiana.

Barbosa, Natália Vasconcelos, Alexandra Arcaño, Lúcio Santos, Tiago Reis, Pedro Trancoso, Ana Teles, José Frias Bulhosa... Tenho um enorme respeito. Obrigada.

Obrigada a Universidade Fernando Pessoa, por ter tornado este sonho uma realidade.

*“Tenho em mim todos os sonhos do mundo”*

Fernando Pessoa

## ÍNDICE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	XI
I. INTRODUÇÃO.....	1
1. Materiais e Métodos .....	2
II. DESENVOLVIMENTO.....	3
1. Bactérias mais frequentes no sistema de canais radiculares.....	3
2. Instrumentos Rotatórios.....	5
i. ProTaper Universal.....	6
ii. Mtwo.....	7
iii. ProTaper Next.....	7
3. Instrumentos Reciprocantes.....	8
i. Sistema Reciproc .....	9
ii. Sistema WaveOne.....	10
4. Relação entre instrumentos e redução microbiana .....	10
III. DISCUSSÃO .....	13
IV. CONCLUSÃO.....	15
V. BIBLIOGRAFIA .....	16
VI. ANEXOS .....	19

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

MO: Micro-organismos

SCR: Sistema de canais radiculares

PQM: Preparação químico-mecânica

NiTi: Níquel-titânio

PTU: ProTaper® Universal

PTN: ProTaper® Next

CT: Comprimento de trabalho

NaOCl: Hipoclorito de Sódio

TENC: Tratamento endodôntico não cirúrgico

RTENC: Retratamento endodôntico não cirúrgico

%: Percentagem

## I. INTRODUÇÃO

Segundo Nair et al. (2005), o objetivo principal de um tratamento endodôntico é a redução da quantidade de micro-organismos (MO) nos canais radiculares e a prevenção a fim de evitar uma nova contaminação do sistema de canais radiculares (SCR), promovendo assim as condições ideais para a cura. Desta forma, a preparação biomecânica é um passo imprescindível no tratamento endodôntico, efetuado com instrumentos e soluções irrigantes para limpar e conformar os canais radiculares (*cit in.* Cavalli et al., 2017).

No entanto, conforme a análise de Siqueira e Rôcas (2008), a eliminação completa dos MO no SCR continua a ser um desafio para os profissionais. Patógenos como *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans* são frequentemente observados quando há insucesso do tratamento endodôntico (*cit in.* De Oliveira et al., 2015).

Diversos métodos foram descritos com a intenção de melhorar a eficácia da desinfecção intracanal, incluindo uma variedade de técnicas de instrumentação (Pinheiro et al., 2012), etapas de irrigação com soluções antimicrobianas (Gulsahi et al., 2014) e medicação intracanal (Farac et al., 2013).

Estudos demonstraram que a preparação químico-mecânica (PQM), associada ao uso de soluções irrigantes, reduz significativamente a quantidade de bactérias nos canais radiculares (Alves et al., 2012 e Siqueira et al., 2013). No entanto, a ação mecânica dos instrumentos é responsável por mais de 95% da redução bacteriana (Machado et al., 2013 e Tewari et al., 2016).

A procura constante de novos avanços na endodontia sempre foi um objetivo primordial, especialmente em relação à procura de procedimentos de fácil e rápida execução, sem perda de qualidade, proporcionando tanto ao paciente como ao profissional um menor cansaço físico e emocional. As limas rotatórias desenvolveram-se e reduziram significativamente o tempo de trabalho necessário para a instrumentação do SCR. Além disso, presentemente, também existem os sistemas com movimento reciprocante de lima única (Machado et al., 2012).

Os instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NiTi) foram projetados com a finalidade de reduzir os erros de procedimentos e garantir um adequado preparo do SCR. Estes

instrumentos, com movimento de rotação contínua, permitem um preparo mais rápido, com conicidade, centralizados e com um índice menor de falhas (Vilas-Boas et al., 2013). Entre eles, certamente um dos mais populares, é o sistema ProTaper® Universal (PTU), que se baseia no uso sequencial de limas para limpar e conformar o SCR adequadamente (Aguiar e Câmara, 2008 e Aguiar et al., 2009).

Mais recentemente, foi apresentado um novo sistema de instrumentação de lima única, com movimento reciprocante, o sistema Reciproc®. Esse novo método de instrumentação, recorre a um instrumento único para preparar o canal radicular, reduzindo assim, mais uma vez, o tempo de trabalho, tornando-o quatro vezes mais rápido relativamente à instrumentação com o sistema tradicional NiTi, obtendo assim um melhor conforto para o paciente assim como para o profissional (Rubini et al., 2014).

No entanto, devido ao tempo de preparação canal encurtado, juntamente com a menor quantidade de agente antimicrobiano e menor tempo de contato, uma preocupação foi apresentada, em relação à capacidade de um sistema de instrumentação de lima única desinfetar adequadamente o canal radicular (Alves et al., 2012 e Basmaci et al., 2013).

Neste contexto, em que há incerteza sobre qual o sistema mais indicado para o sucesso do tratamento endodôntico na prática clínica, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar e comparar a redução microbiana dos sistemas rotatórios e reciprocantes.

## 1. Materiais e Métodos

Tendo por objetivo conseguir uma resposta à dúvida anteriormente formulada, efetuamos uma pesquisa bibliográfica da literatura existente, num intervalo de tempo compreendido entre 2008 e 2020, ou seja, num intervalo de onze anos, nas bases de dados Pubmed (Medline), Biblioteca Virtual em Saúde, RevOdonto e Google Scholar. Incluindo-se referências nos idiomas inglês e português.

Foram usadas as seguintes palavras-chave: “*root canal instrumentation*”, “*root canal treatment*”, “*root canal preparation*”, “*bacterial reduction*”, “*microbial reduction*”, “*root canal microbiota*”, “*rotatory systems*” e “*reciprocating systems*”. Assim como em português: “*preparo canal radicular*”, “*endodontia*”, “*instrumentação*” e “*movimento reciprocante*”.

Dos resultados obtidos, selecionamos 59 artigos pelo título. Destes, selecionamos 41 artigos após leitura do texto integral. Excluíram-se os artigos que não estavam diretamente relacionados com o propósito dessa revisão. Os artigos incluídos foram as

comparações entre os sistemas de instrumentação endodônticos que vamos abordar nesse trabalho.

A fim de complementar as informações recolhidas pelos artigos, foram também consultados 2 livros de endodontia, devido a sua importância.

## **II. DESENVOLVIMENTO**

### **1. Bactérias mais frequentes no sistema de canais radiculares**

Ter uma ideia mais precisa sobre as bactérias presentes com mais frequência no SCR é de extrema importância nesta área da Medicina Dentária. Em concordância com Wu et al. (2006) e Siqueira e Rôças (2008), obter informações sobre a diversidade bacteriana em dentes com infecção do canal radicular, podem ajudar a determinar uma melhor estratégia de tratamento para erradicar os MO associados às lesões perirradiculares (*cit in. Murad et al., 2014*).

De acordo com Siqueira et al. (2004) e Sakamoto et al. (2006), a população microbiana relativa às infecções dos canais radiculares, é altamente diversificada, incluindo-se MO gram-positivos, gram-negativos aeróbicos e principalmente anaeróbicos. (*cit in. Cavalli et al., 2017*).

Como vimos no estudo de Keskin et al. (2017), podemos dividir as infecções endodônticas intraradiculares em duas categorias, as infecções endodônticas primárias e as infecções endodônticas secundárias. Sendo incluído nas infecções endodônticas secundárias, as infecções endodônticas persistentes (Keskin et al., 2017).

As infecções endodônticas primárias devem-se aos MO que inicialmente invadem e colonizam o tecido pulpar necrótico. As infecções endodônticas secundárias, são causadas por MO que invadem o SCR após a intervenção de um profissional (Siqueira e Roças, 2009).

Vamos deste modo analisar alguns artigos e as suas comparações relativamente às bactérias predominantes em cada categoria, nomeadamente infecções endodônticas primárias e infecções endodônticas secundárias.

Alguns estudos mostraram diferentes MO presentes nas infecções endodônticas primárias e secundárias (Vengerfeldt et al., 2014, Tzanetakis et al., 2015 e Bouillaguet et al., 2018). Por exemplo, Tzanetakis et al. (2015) constatou que as infecções endodônticas secundárias apresentavam uma alta prevalência de *Proteobacteria* e *Tenericutes*. Existem bactérias igualmente presentes, em infecções primárias e secundárias, como é o caso dos gêneros *Prevotella*, *Parvimonas* e *Porphyromonas*. No entanto verifica-se que a nível das infecções secundárias, existe um predomínio dos gêneros, *Loctabacillus*, *Streptococcus* e das *Sphingomonos*. Como conclusão podemos afirmar que nas infecções secundárias existe uma comunidade bacteriana mais diversificada (Tzanetakis et al., 2015).

Num estudo mais recente, Machado et al. (2020), chegou a essa mesma conclusão. Apesar das infecções primárias apresentarem níveis mais elevados de carga microbiana, os resultados demonstraram uma maior diversidade bacteriana em infecções secundárias (Machado et al., 2020).

Contrariamente, Bouillaguet et al. (2018), sugeriu uma maior diversificação nas infecções endodônticas primárias do que nas infecções endodônticas secundárias, tendo obtido nos seus estudos um predomínio de *Bacteroidetes*, *Fusobacteria* e *Spirochaetes* em infecções primárias e um predomínio de *Actinobacteria* nas infecções secundárias. Nesse mesmo estudo, a nível de espécies observou-se maior números de *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella oris*, *Porphyromonas endodontalis* e *Parvimonas micra* nas infecções primárias, de maneira oposta, *Enterococcus faecalis* foram significativamente mais presentes em infecções secundárias. O resultado desse estudo concorda com a etiologia polimicrobiana das infecções endodônticas já afirmada por Pourhajibagher no seu estudo em 2017 (Pourhajibagher et al., 2017), e confirmou a distinção de comunidade bacteriana entre as infecções primárias e secundárias (Bouillaguet et al., 2018).

No entanto, outros autores, revelaram que as infecções endodônticas primárias dispõem de uma população microbiana tão diversificada quanto a das infecções endodônticas secundárias, sem haver diferenças significativas (Hong et al., 2013 e Keskin et al., 2017). Podemos então comparar os estudos que analisamos com a conclusão de Sequeira e Rôças (2009), que indicou que os diferentes tipos de infecções endodônticas são geralmente representados por associações mistas, cuja diversidade varia em função do tipo de infecção. Além de que, o perfil da comunidade bacteriana aponta para uma alta variabilidade interindividual, e as diferenças, serem ainda mais acentuadas em diferentes locais geográficos (Siqueira e Roças, 2009).

De fato, Yun et al. (2017) analisou os perfis das comunidades bacterianas presentes em infecções endodônticas primárias e no fim do estudo apontou a possibilidade dos fatores ambientais, como a raça, hábitos alimentares e história dentária passada, poderem influenciar a composição da população microbiana endodôntica (Yun et al., 2017).

O que foi realizado por Pourhajibagher et al. (2017), que explorou a prevalência dos patógenos relacionados com infecções endodônticas no SCR, na população Iraniana. O autor acrescentou que como a população microbiana que coloniza os canais radiculares varia em função da localização geográfica dos pacientes estudados, até o momento, não temos dados comparativos relativamente aos MO associados às infecções endodônticas primárias e secundárias em todo o mundo (Pourhajibagher et al., 2017). Embora existam semelhanças encontradas entre alguns estudos, este tema é ainda alvo de grande controvérsia. Constatamos após a análise dos artigos a alta diversidade relativa à população microbiana endodôntica. Podemos dizer que hoje em dia estamos perante uma grande complexidade das bactérias constituintes dos SCR em ambos tipos de infecções, assim como da quantidade destas, o que pode complicar a obtenção de um tratamento endodôntico com sucesso.

## **2. Instrumentos Rotatórios**

Ao longo das últimas décadas, a área da endodontia conheceu inúmeros avanços com o objetivo de melhorar os prognósticos dos tratamentos, aumentando assim a contribuição para a preservação do dente, objetivo primordial em medicina dentária. Um dos novos recursos que mais se destacou foi a instrumentação rotatória, feita com componentes de NiTi. Esta técnica apresentou a capacidade de fornecer uma preparação uniforme com um tempo mais curto, reduzindo consequentemente o cansaço relacionado ao tempo de trabalho e o stress operatório imposto ao paciente e ao profissional (Machado et al., 2010). Estes instrumentos foram amplamente utilizados no preparo de canais radiculares, já que além do ganho de tempo, de maneira geral, fornecem preparos com conicidade, centralizados e com menores índices de erros (Vilas-Boas et al., 2013).

O ProTaper® é um sistema NiTi, rotatório, baseado num design de conicidade múltipla, em que cada lima é planeada para uma região específica do SCR (Pinheiro et al., 2016). Vamos aqui abordar dois sistemas rotatórios de primeira geração, o PTU (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), que é ainda atualmente utilizado por médicos dentistas, e o sistema rotatório Mtwo® (VDW, Munique, Alemanha). Seguidamente, vamos abordar

um sistema rotatório de terceira geração, o ProTaper® Next (PTN) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), que realça os avanços constantes na área da endodontia uma vez que apresenta vantagens relativamente aos sistemas PTU e Mtwo®.

#### **i. ProTaper® Universal**

Conforme Guelzow et al. (2005), os sistemas NiTi foram usados principalmente pela melhor flexibilidade e capacidade de manter a configuração original do canal sem criar erros iatrogênicos, como por exemplo perfurações (*cit in.* Aguiar et al., 2009).

De acordo com Paqué et al. (2005), os instrumentos ProTaper® dispõem de um aumento gradual a nível das limas, um design triangular convexo, transversal, um ângulo helicoidal variável e uma ponta guia modificada, sem corte. Esta técnica envolve o uso de vários instrumentos para ampliar o canal radicular até obter um tamanho adequado e atingir uma conicidade apropriada (*cit in.* Basmaci et al., 2013).

Desde a sua introdução no mercado, diversos sistemas rotatórios NiTi foram adicionados ao conjunto dos instrumentos endodônticos. O mesmo fabricante pode conceber vários designs, com o objetivo de melhorar a performance de cada sistema. O sistema PTU é um exemplo disso (Aguiar et al., 2009).

Como o podemos ver na figura 1, em anexo, a série de base de limas ProTaper® é constituída por seis instrumentos: três limas “shaping” de moldagem (S1, S2 e a lima acessória SX) e três limas “finishing” de acabamento (F1, F2 e F3). Segundo o fabricante apenas devemos recorrer a lima de conformação SX para obter uma melhor forma na porção coronal dos canais radiculares. As limas de conformação S1 e S2 devem ser utilizadas em todo o comprimento de trabalho (CT) para ampliar progressivamente o terço apical. Logo após, podemos usar as limas de acabamento (F1, F2 e F3) tendo como finalidade, completar a instrumentação do terço apical da raiz (Aguiar et al., 2009).

Posteriormente, foram adicionadas duas limas “finishing”, de acabamento (F4 e F5), podendo serem usadas nos canais mais amplos (Leonardo e Leonardo, 2017).

O sistema PTU é desta forma uma nova versão de sistema rotatório endodôntico, disponível em três apresentações: ProTaper® Tratamento, ProTaper® Obturação e ProTaper® Retratamento. O ProTaper® Tratamento compõe-se por oito instrumentos de NiTi com conicidade variável, apresentado nas versões rotatória e manual. (Leonardo e Leonardo, 2017).

Nesse estudo vamos analisar a eficácia do sistema ProTaper Tratamento na versão rotatória.

**ii. Mtwo®**

O sistema rotatório, Mtwo® de liga NiTi, foi introduzido no mercado europeu em 2005. Estes instrumentos são utilizados com contato mínimo radial e sua parte ativa apresenta uma ampla área de escape para poder fornecer uma remoção contínua de raspas de dentina (Leonardo e Leonardo, 2017).

A sua secção transversal apresenta a forma de “S itálico”, com duas lâminas de corte. Os instrumentos com maior diâmetro ISO e conicidade apresentam secção transversal reduzida a fim de proporcionar maior flexibilidade (Leonardo e Leonardo, 2017).

De fato, segundo Schäfer et al. (2006), quando usados em todo o CT, esses instrumentos demonstraram uma melhor eficácia na limpeza e na conformação de canais radiculares curvos (*cit in*. Ferrer-Luque et al., 2014).

O ângulo de corte é formado pela aresta de corte e pela secção transversal perpendicular ao longo do eixo do instrumento. Além de proporcionar uma boa eficiência de corte, a sua ponta não é cortante (Leonardo e Leonardo et al., 2017).

Para além disso, o ângulo helicoidal dos instrumentos Mtwo® é variável e específico para cada instrumento, sendo mais aberto para instrumentos maiores (menor superfície de corte), e diminui para os instrumentos menores (maior superfície de corte). Como podemos ver na figura 2, em anexo, este sistema inclui um conjunto de quatro instrumentos, com tamanho de ponta variável de 10 a 25 e conicidade variando de 0,04 a 0,06 (10/.04, 15/.05, 20/.06, 25/.06). Após a sequência de base, que proporciona ao canal radicular a conformação 25/.06, o sistema possibilita três formas de abordagem, com um segundo conjunto de instrumentos, para o preparo final do SCR (Leonardo e Leonardo, 2017).

**iii. ProTaper Next®**

Apesar das vantagens dos instrumentos NiTi, por vezes surgem fraturas inesperadas que podem ser atribuídas à fadiga cíclica ou sobrecarga de torção. Para diminuir este risco, os fabricantes investiram em projetos inovadores de instrumentos com tratamento térmico (De Cristofaro Almeida et al., 2019).

Dessa maneira, o sistema PTN foi desenvolvido como sucessor ao sistema PTU. O PTN é elaborado tal como os sistemas Reciproc® e WaveOne® (Patel, 2015), com uma liga NiTi, M-Wire, criada por meio de um processo de tratamento térmico (De Brito et al., 2016).

Esta geração de limas rotatórias destaca-se pelo tratamento termomecânico do fio NiTi convencional e resulta numa melhoria considerável na sua resistência à fadiga e flexibilidade (Pereira et al., 2012).

O sistema PTN dispõe de uma seção transversal em forma de paralelograma, permitindo movimentos rotatórios assimétricos no canal radicular (Machado et al., 2017).

Com este design do sistema PTN, o fabricante pretende uma mobilidade destinada a diminuir o efeito de aparafusamento, minimizando assim os pontos de contatos do instrumento com as paredes do canal radicular, e conseqüentemente o engate entre o instrumento e a parede dentinária (De Brito et al., 2016).

Como no sistema PTU, as limas do sistema PTN têm uma conicidade variável ao longo do seu comprimento, e apresentam um cabo menor, de 11 mm para melhorar o acesso aos molares. Como podemos ver em anexo, na figura 3, existem cinco instrumentos no sistema PTN : X1, X2, X3, X4 e X5 respectivamente com tamanhos 17/.04, 25/.06, 30/.07, 40/.06 e 50/.06. A lima X1 é sempre seguida pela lima X2, que pode ser considerada como a primeira lima de acabamento pois deixa o canal radicular preparado com formato e conicidade adequados para uma correta irrigação e obturação do canal radicular. Os instrumentos X3, X4 e X5, podem ser usados para criar mais conicidade nos canais radiculares ou preparar canais radiculares maiores (Patel, 2015).

### **3. Instrumentos Reciprocantes**

Apesar dos sistemas rotatórios terem proporcionado uma redução significativa de bactérias no SCR, nenhum deles permite obtermos canais radiculares totalmente livres de MO (Machado et al., 2010).

Assim, mais recentemente, Yared (2008) introduziu uma nova técnica, na qual as limas de NiTi utilizadas em rotação contínua foram submetidas ao movimento mecanizado recíproco, que se assemelha à movimentação feita pela instrumentação manual preconizada por Roane et al., 1985 (*cit in*. Machado et al., 2012).

Um novo conceito foi assim proposto, o uso de um sistema de lima única para moldar completamente o canal radicular do início ao fim (Alves et al., 2012 e Machado et al., 2013).

Yared (2008), menciona que o sistema reciprocante, pela sua proposta de utilizar um só instrumento de uso único para o preparo do canal radicular, torna o PQM mais rápido, diminuindo a fadiga cíclica e eliminando a contaminação cruzada (*cit in.* Vilas-Boas et al., 2013).

Nesta revisão vamos analisar dois sistemas principais, o sistema Reciproc® (VDW, Munique, Alemanha) e o sistema WaveOne® (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça), sendo ambos sistemas reciprocantes com liga NiTi, M-Wire. (Bürklein et al., 2012).

#### **i. Sistema Reciproc®**

O instrumento Reciproc® é utilizado em movimento reciprocante, primeiro no sentido anti-horário, correspondente à direção de corte, revertendo-se em seguida, no sentido horário, para libertar o instrumento. O ângulo na direção de corte é maior (150°) que o ângulo no sentido inverso (30°), de modo a que o instrumento progrida continuamente em direção ao ápice, sendo ao mesmo tempo aliviado em termos de tensão e pressão, reduzindo desta forma o seu risco de fadiga cíclica (Bürklein et al., 2012).

Na figura 4, em anexo, vemos que esse instrumento possui uma secção fixa em forma de S em todo seu eixo, com conicidade fixa somente nos 3 mm iniciais, e diminuindo em direção ao cabo do instrumento (Machado et al., 2012).

O sistema Reciproc® apresenta três tipos de lima à escolha do operador: R25 (com diâmetro de ponta 25 e conicidade .08), R40 (com diâmetro de ponta 40 e conicidade .06) e R50 (com diâmetro de ponta 50 e conicidade .05) (Bürklein et al., 2012). Podemos ver estes três instrumentos na figura 5, em anexo.

A seleção da lima para cada caso baseia-se no aspeto radiográfico. Nos canais que não são facilmente visualizáveis radiograficamente, é aconselhado o uso da lima R25, canais visíveis permitem o uso da R40, e canais mais amplos requerem a utilização da R50. (Machado et al., 2012)

## ii. Sistema WaveOne®

O sistema WaveOne® é utilizado num movimento recíproco, com um maior ângulo no sentido anti-horário sendo este a direção de corte da dentina ( $170^\circ$ ), e um menor ângulo no sentido horário ( $50^\circ$ ). Esse movimento permite ao instrumento progredir adequadamente ao longo do canal radicular, respeitando dessa maneira a sua anatomia (Kim et al., 2012 e Webber et al., 2011).

Como o podemos ver na figura 6, em anexo, o instrumento possui uma secção que varia ao longo do seu eixo, onde na parte média e mais próxima ao cabo dispõe de um formato triangular com lados convexos e na região mais próxima à ponta do instrumento esse triângulo sofre uma modificação devido a uma adição de concavidade (Machado et al., 2012).

Na figura 7, em anexo, vemos que, tal como o sistema Reciproc®, a lima do sistema WaveOne® está disponível em três diâmetros, que também variam na sua conicidade, os chamados Small que possui ponta 21 e conicidade inicial .06, Primary com ponta 25 e conicidade inicial .08 e Large com ponta 40 e conicidade inicial .08. De acordo com o fabricante, a seleção da lima automatizada é feita de acordo com a lima manual exploratória utilizada para cada caso. Quando uma lima manual K10 oferece resistência de penetração deverá usar-se a lima Small, a Primary é usada na maior parte dos casos, e a Large é utilizada quando a lima exploratória manual K20 penetra facilmente até o CT (Machado et al., 2012).

A cada três ciclos de movimentos reciprocantes, alcança-se uma rotação reversa completa e, gradualmente, o instrumento avança no canal necessitando mínima pressão apical. Os ângulos de rotação, a velocidade e o torque variam entre os instrumentos e estão programados automaticamente nos motores de cada sistema (Webber et al., 2011).

## 4. Relação entre instrumentos e redução microbiana

Quando comparado ao uso do sistema rotatório e seus múltiplos instrumentos, a preparação do SCR com um único instrumento proporciona, como vimos anteriormente, uma redução de custo e de tempo (Üreyen et al., 2019).

Embora a flexibilidade, a resistência à fadiga cíclica e a eficiência de corte das limas serem frequentemente investigadas, a sua capacidade em remover os MO do SCR geralmente não é considerada. Uma vez que sabemos a importância da remoção do maior

número possível de MO do SCR, a capacidade mecânica destes instrumentos em remover bactérias deve ser avaliada (Üreyen et al., 2019).

Como podemos ver na tabela 1 em anexo, efetuarmos uma análise de dez estudos, onde cada um deles faz uma comparação entre os sistemas rotatórios e os sistemas reciprocantes.

No seu artigo publicado em 2013, Machado et al. (2013), comparou o uso de instrumentos rotatórios, ProTaper® e Mtwo®, em relação à utilização de instrumentos reciprocantes, Reciproc® e WaveOne®, no que diz respeito à redução bacteriana em canais radiculares infectados por *Enterococcus faecalis*. Foram efetuadas duas contagens bacterianas, uma imediatamente após instrumentação, e uma após sete dias. Apesar de se ter verificado um crescimento bacteriano nos canais entre as duas contagens, os resultados demonstraram que todos os sistemas foram eficazes em reduzir o número de bactérias em quantidade semelhantes (Machado et al., 2013).

Martinho et al. (2014), estudaram a eficácia dos sistemas rotatórios (ProTaper® e Mtwo®) e dos sistemas reciprocantes (WaveOne® e Reciproc®) na redução de endotoxinas e bactérias, em canais com infecções endodônticas primárias. Esse estudo apresentou o mesmo resultado que o obtido anteriormente por Machado et al. (2013), não havendo diferenças significativas no que diz respeito à redução microbiana, entre todos os instrumentos, sejam eles sistemas rotatórios ou reciprocantes (Martinho et al., 2014).

O mesmo autor realizou um segundo estudo em 2015, avaliando do mesmo modo a redução microbiana (endotoxinas e bactérias) nos canais radiculares, mas dessa vez, em dentes com infecções endodônticas secundárias. O resultado foi semelhante quanto à redução de endotoxinas e bactérias no decorrer do retratamento endodôntico, visto que os sistemas reciprocantes Reciproc® e WaveOne® apresentaram eficácias semelhantes ao sistema rotatório PTU (Martinho et al., 2015).

Da mesma maneira, Marinho et al. (2015), ao avaliarem a eficácia de diferentes instrumentos no que se refere à redução microbiana em dentes contaminados com *Escherichia coli*, não obteve diferenças entre o sistema Reciproc® e o sistema PTU (Marinho et al., 2015).

Karatas et al. (2015), comparou diversos instrumentos, na redução de *Enterococcus faecalis*. Entre eles, o sistema rotatório PTN, e os sistemas reciprocantes, Reciproc® e WaveOne®. Quando avaliaram os resultados, após instrumentação dos canais radiculares, todos os sistemas de instrumentação forneceram uma redução bacteriana

significativa, contudo, notou-se que o instrumento menos eficiente foi o Self Adjusting File® (Karatas et al., 2015).

No mesmo ano, De Oliveira et al. (2015), publicaram um artigo no qual apresenta um estudo feito em dentes infetados por quatro MO, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*, onde da mesma forma, foi efetuada uma comparação entre a eficácia do sistema rotatório PTU e do sistema reciprocante Reciproc®. Ao contrário dos estudos anteriormente realizados, aqui, o sistema PTU eliminou todos os MO dos canais radiculares. No entanto, o sistema Reciproc® utilizado com a mesma concentração de irrigante não foi eficaz em promover a ausência de crescimento dos MO estudados (De Oliveira et al., 2015).

De Brito et al. (2016), fizeram a mesma comparação com os sistemas rotatórios PTU, PTN e o sistema reciprocante WaveOne®, relativamente a canais radiculares infetados com *Enterococcus faecalis*. Nesse estudo, foi utilizado num primeiro momento os instrumentos com uma solução salina, onde o resultado foi uma redução bacteriana inferior à que se obteve quando se usou hipoclorito de sódio (NaOCl) como irrigante nos canais radiculares. Ao utilizar NaOCl, não obtiveram diferenças significativas relativamente à redução de bactérias nos canais radiculares entre todos os instrumentos utilizados (De Brito et al., 2016).

A seguir, Cavalli et al. (2017), compararam o uso do sistema rotatório (Mtwo®), reciprocante (Reciproc®) e híbrido (Genius® híbrido), concluindo novamente que não houve diferença significativa na redução microbiana entre os instrumentos (Cavalli et al., 2017).

Finalmente, Sroa et al. (2019), ao fazerem a comparação entre o sistema rotatório PTU, o sistema reciprocante WaveOne®, e o instrumento NeoNiTi®, colocaram em evidência que todas as técnicas de instrumentação reduziram significativamente a quantidade de bactérias nos canais radiculares infetados essencialmente com *Enterococcus faecalis*. Além disso, ao comparar todos os instrumentos revelou-se que o sistema rotatório PTU apresentou a maior percentagem de redução bacteriana nos canais radiculares em comparação com os sistemas NeoNiTi® e WaveOne® (Sroa et al., 2019). Esse estudo de Sroa et al. (2019), obteve um resultado semelhante ao artigo publicado por Ferrer-Luque et al. (2014), no qual se concluiu, igualmente, que o sistema rotatório Mtwo® foi mais eficaz na desinfecção dos canais radiculares em comparação com os outros sistemas ainda que não apresentem diferenças significativas na redução bacteriana (Ferrer-Luque et al., 2014).

### III. DISCUSSÃO

Como o podemos ver na tabela 1, ao analisar cada artigo relativo ao nosso tema, uma evidência clara nos é sugerida, os sistemas de instrumentação, sejam eles rotatórios ou reciprocantes possuem uma eficácia semelhante no que concerne à redução microbiana do SCR. No entanto, alguns aspetos da metodologia desses trabalhos devem ser analisados para se poder avaliar essa conclusão.

De fato, como vimos no último estudo que selecionamos, de Sroa. et al. (2019), todos sistemas de instrumentação reduziram significativamente o número de bactérias no SCR, obtivemos 96,82% de redução para o PTU, 94,84% para o WaveOne® e 95,96% para o NeoNiTi®. Essa pesquisa corroborou os resultados de estudos passados, como os de Machado et al. (2013), Martinho et al. (2014), Marinho et al. (2015) e Cavalli et al. (2017) onde todos fizeram uma comparação dos sistemas rotatórios e reciprocantes e obtiveram a mesma conclusão (Sroa et al., 2019).

Por outro lado, certos estudos que analisamos revelaram que os instrumentos rotatórios foram significativamente mais eficazes que os instrumentos reciprocantes na redução microbiana. Entre eles, o artigo de Ferrer-Luque et al. (2014) onde vimos que o sistema Mtwo® permitiu um menor crescimento bacteriano em 60 dias relativamente ao Twisted file® e ao sistema WaveOne® (Ferrer-Luque et al., 2014). Ou ainda no estudo de De Oliveira et al. (2015) que mostrou a maior eficácia do PTU relativamente ao sistema Reciproc®, ambos associados à mesma irrigação (De Oliveira et al., 2015). Esses resultados podem ser devidos à utilização de um maior número de instrumentos, associado também a uma maior frequência de irrigação no decorrer do PQM, levando assim, possivelmente, a uma melhor eficácia na redução dos MO.

Contudo, devemos ter em consideração que, embora os artigos tenham utilizado os mesmos métodos de análises de resultados, sendo esses a cultura microbiológica pela formação de unidades de colônias bacterianas, e o limulus ameobocytes lysate assay, existem também diferenças significativas entre todos eles.

Efetivamente, como vimos anteriormente no nosso trabalho, ao apresentar o sistema rotatório e o sistema reciprocante, existe para cada um deles, diversos instrumentos. Assim, ainda que tenha sido realizada a mesma pesquisa relativamente a eficácia de cada sistema na redução microbiana, ao utilizar instrumentos diferentes, os diferentes estudos

não são comparáveis e associáveis uns aos outros para ir na direção de uma mesma conclusão.

Também se verificou na análise e comparação dos artigos que diferentes estudos, utilizaram diferentes irrigantes. Em alguns casos utilizou-se NaOCl 5,25% (Ferrer-Luque et al., 2014), ou, NaOCl 2,5% (Martinho et al., 2014, Martinho et al., 2015, De Brito et al., 2016, Cavalli et al., 2017 e Sroa et al., 2019) ou ainda, água destilada (Machado et al., 2013, Ferrer-Luque et al., 2014 e Karatas et al., 2015), entre outros. Essas diferenças no que concerne aos irrigantes, e respectivos resultados, relativamente à redução microbiana após a PQM, evidenciam o fato da instrumentação não ser suficiente por si só para uma melhor desinfecção do SCR. Como podemos ver no estudo de, De Brito et al. (2016), a instrumentação associada à NaOCl 2,5% forneceu porcentagens de redução bacteriana mais elevadas, perto de 100% para todos os instrumentos testados (99,99% para o PTN, 99,94% para o PTU e 99,99% para o WaveOne®), relativamente à instrumentação com solução salina, com a qual obtivemos, 98,59% para o PTN, 97,83% para o PTU e 95,05% para o WaveOne®. Como já foi constatado no presente estudo, estes resultados demonstram a enorme importância da ação mecânica do instrumento, associada ao uso de soluções irrigantes de desinfecção. Os resultados semelhantes quando se trata de uma PQM na qual há associação de um sistema de instrumentação e de um irrigante antimicrobiano leva-nos a pensar que para uma melhor redução microbiana no SCR, o número de limas utilizadas não é tão importante quanto a ação mecânica do instrumento junto a um irrigante antimicrobiano. Esse aspecto é dessa maneira preponderante para uma melhoria da redução microbiana do SCR. Assim, a possibilidade de fazer uma comparação entre os artigos com a finalidade de obter uma conclusão fica mais uma vez questionável.

A presente análise de artigos permitiu-nos confirmar que nenhum sistema de instrumentação foi eficaz a fornecer uma desinfecção total do SCR, objetivo principal em endodontia para obtermos um tratamento de sucesso a longo prazo. Como vimos no artigo de Marinho et al. (2015), os resultados dos estudos que analisamos indica-nos que a desinfecção do canal radicular não deve basear-se apenas na escolha da abordagem mecânica ou na sequência de instrumentos, devemos também levar em consideração a persistência de bactérias e seus subprodutos fora do alcance dos instrumentos e das soluções irrigantes devido a complexidade do SCR (Marinho et al., 2015). Isso reafirma a importância de associar um irrigante antimicrobiano à instrumentação mecânica do SCR para completar o protocolo de desinfecção.

Tendo em consideração a complexidade do SCR, que leva a dificuldade em obtermos uma desinfecção completa dos canais radiculares, e visto que as bactérias, são, as principais causas de falha no tratamento endodôntico, estudos poderiam dessa maneira serem realizados, usando metodologias semelhantes, com a finalidade de avaliar quais sistemas permitem melhores resultados a longo prazo, a fim de podermos evitar a reinfecção bacteriana e a necessidade de um retratamento endodôntico.

#### **IV. CONCLUSÃO**

Sendo a presença de MO a principal causa de falha no tratamento endodôntico, a redução microbiana do SCR é de capital importância para o seu sucesso. A complexidade do SCR, pode levar a grandes dificuldades na conclusão dessa etapa preponderante, e, até hoje nenhum sistema foi ainda eficiente em proporcionar uma desinfecção completa do SCR. Nesta revisão bibliográfica, apesar de alguns estudos apontarem para uma melhor eficácia dos sistemas rotatórios, a conclusão geral sugerida é que a instrumentação rotatória é tão eficaz quanto a instrumentação recíproca na redução microbiana do SCR.

No entanto, pelas diferenças que os estudos apresentam, torna-se difícil comparar e tirar qualquer conclusão definitiva sobre as respectivas eficácias dos diferentes sistemas na redução microbiana.

De fato, antes que qualquer conclusão definitiva possa ser tirada, avaliações clínicas com maiores amostragens e investigações mais extensas devem ser efetuadas, utilizando os mesmos instrumentos e a mesma metodologia.

Compete ao médico dentista manter-se informado e dominar o uso dos sistemas a fim de poder fornecer o melhor tratamento, de maneira segura e eficaz, ao seu paciente.

Podemos concluir que não existe, hoje, um sistema de instrumentação perfeito, cada um possui suas vantagens e desvantagens quando comparados. O médico dentista deve escolher a técnica mais adequada ao caso, seguindo as instruções estabelecidas pelo fabricante, pois como o vimos, a irrigação associada a ação mecânica do instrumento, é um aspecto essencial para obtermos um bom tratamento endodôntico, e o protocolo específico a cada instrumento, deve ser respeitado.

## V. BIBLIOGRAFIA

- Aguiar, C. M. e Câmara, A. C. (2008). Radiological evaluation of the morphological changes of root canals shaped with protaper™ for hand use and the protaper™ and race™ rotary instruments. *Australian Endodontic Journal*, 34(3), pp. 115-119.
- Aguiar, C. M. *et al.* (2009). Evaluation of the centring ability of the ProTaper Universal™ rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex™ files. *Australian Endodontic Journal*, 35(3), pp. 174-179.
- Alves, F. R. F. *et al.* (2012). Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *International Endodontic Journal*, 45(9), pp. 871-877.
- Basmaci, F., Öztan M. D. e Kiyani, M. (2013). Ex vivo evaluation of various instrumentation techniques and irrigants in reducing *E. faecalis* within root canals. *International Endodontic Journal*, 46(9), pp. 823-830.
- Bouillaguet, S. *et al.* (2018). Root microbiota in primary and secondary apical periodontitis. *Frontiers in Microbiology*, 9(2374).
- Bürklein, S. *et al.* (2012). Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International Endodontic Journal*, 45(5), pp. 449-461.
- Cavalli, D. *et al.* (2017). Effectiveness in the Removal of Endotoxins and Microbiological Profile in Primary Endodontic Infections Using 3 Different Instrumentation Systems: A Randomized Clinical Study. *Journal of Endodontics*, 43(8), pp. 1237-1245.
- De Brito P.R.R. *et al.* (2016). Effectiveness of ProTaper Next, ProTaper Universal and WaveOne systems in reducing intracanal bacterial load. *Endo-Endodontic Practice Today*, 10(3), pp. 167-173.
- De Cristofaro Almeida, G. *et al.* (2019). Comparative analysis of torque and apical force to assess the cutting behaviour of ProTaper Next and ProTaper Universal endodontic instruments. *Australian Endodontic Journal*, 46(1), pp. 52-59.
- De Oliveira, B. P. *et al.* (2015). Evaluation of microbial reduction in root canals instrumented with reciprocating and rotary systems. *Acta Stomatologica Croatica*, 49(4), pp. 294-303.
- Farac, R. V. *et al.* (2013). Ex-vivo Effect of Intracanal Medications Based on Ozone and Calcium Hydroxide in Root Canals Contaminated with *Enterococcus faecalis*. *Brazilian Dental Journal*, 24(2), pp. 103-106.
- Ferrer-Luque, C. M. *et al.* (2014). Reduction in *Enterococcus faecalis* counts - A comparison between rotary and reciprocating systems. *International Endodontic Journal*, 47(4), pp. 380-386.
- Gulsahi, K. *et al.* (2014). The effect of temperature and contact time of sodium hypochlorite on human roots infected with *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. *Odontology*, 102(1), pp. 36-41.
- Hong, B. Y. *et al.* (2013). Microbial analysis in primary and persistent endodontic infections by using pyrosequencing. *Journal of Endodontics*, 39(9), pp. 1136-1140.

- Karataş, E. *et al.* (2015). Evaluation of instrumentation systems in reducing *e. Faecalis* from root canals: TF adaptive and protaper next versus single file systems. *International Journal of Artificial Organs*, 38(3), pp. 161-164.
- Keskin, C., Demiryürek, E. O. e Onuk, E. E. (2017). Pyrosequencing Analysis of Cryogenically Ground Samples from Primary and Secondary/Persistent Endodontic Infections. *Journal of Endodontics*, 43(8), pp. 1309-1316.
- Kim, H. C. *et al.* (2012). Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc Versus WaveOne. *Journal of Endodontics*, 38(4), pp. 541-544.
- Leonardo, M. R. e Leonardo, R. T. (2017). *Tratamento de Canais Radiculares*. Segunda Edição. São Paulo, Artes Médicas.
- Machado, M.E. L. *et al.* (2020). Primary versus post-treatment apical periodontitis: microbial composition, lipopolysaccharides and lipoteichoic acid levels, signs and symptoms. *Clinical Oral Investigations*.
- Machado, M. E. L. *et al.* (2013). Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. *International Endodontic Journal*, 46(11), pp. 1083-1087.
- Machado, M. E. L. *et al.* (2010). Comparison of two rotary systems in root canal preparation regarding disinfection. *Journal of Endodontics*, 36(7), pp. 1238-1240.
- Machado, M. E. L. *et al.* (2017). Instrument design may influence bacterial reduction during root canal preparation. *Brazilian Dental Journal*, 28(5), pp. 587-591.
- Machado, M. E. L. *et al.* (2012). Análise do tempo de trabalho da instrumentação recíproca com lima única: WaveOne e Reciproc. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, 66(2), pp. 120-124.
- Marinho, A. C. S. *et al.* (2015). Does the Reciproc file remove root canal bacteria and endotoxins as effectively as multifile rotary systems? *International Endodontic Journal*, 48(6), pp. 542-548.
- Martinho, F. C. *et al.* (2015). Endodontic retreatment: clinical comparison of reciprocating systems versus rotary system in disinfecting root canals. *Clinical Oral Investigations*, 19(6), pp. 1411-1417.
- Martinho, F. C. *et al.* (2014). Clinical comparison of the effectiveness of single-file reciprocating systems and rotary systems for removal of endotoxins and cultivable bacteria from primarily infected root canals. *Journal of Endodontics*, 40(5), pp. 625-629.
- Murad, C. F. *et al.* (2014). Microbial diversity in persistent root canal infections investigated by checkerboard DNA-DNA hybridization. *Journal of Endodontics*, 40(7), pp. 899-906.
- Patel, B. (2015). *Endodontic Diagnosis, Pathology, and Treatment Planning*. *Endodontic Diagnosis, Pathology, and Treatment Planning*, [Place of publication not identified], Springer.
- Pereira, E. S. J. *et al.* (2012). Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *International Endodontic Journal*, 45(5), pp. 469-474.
- Pinheiro, S. L. *et al.* (2012). Evaluation of cleaning capacity and instrumentation time of manual, hybrid and rotary instrumentation techniques in primary molars. *International Endodontic Journal*, 45(4), pp. 379-385.
- Pinheiro, S. L. *et al.* (2016). Comparative analysis of protaper and waveone systems to reduce enterococcus faecalis from root canal system in primary molars -An in vitro study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 40(2), pp. 124-128.

- Pourhajibagher, M., Ghorbanzadeh, R. e Bahador, A. (2017). Culture-dependent approaches to explore the prevalence of root canal pathogens from endodontic infections. *Brazilian Oral Research*, 31(108).
- Rubini, A. G. *et al.* (2014). A new device to test cutting efficiency of mechanical endodontic instruments. *Medical Science Monitor*, 20, pp. 374-378.
- Siqueira, J. F. e Rôças, I. N. (2009). Diversity of Endodontic Microbiota Revisited. *Journal of Dental Research*, 88(11), pp. 969-981.
- Siqueira, J. F. *et al.* (2013). Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by self-adjusting file, reciproc, and twisted file systems. *Journal of Endodontics*, 39(8), pp. 1044-1050.
- Sroa, R. *et al.* (2019). To compare the Bacterial Reduction from the Infected Root Canals Using ProTaper Universal, WaveOne and NeoNiTi Instrumentation Systems. *International Journal of Dental Medicine*, 5(2), pp. 40-45.
- Tewari, R. K. *et al.* (2016). Mechanical reduction of the intracanal *Enterococcus faecalis* population by Hyflex CM, K3XF, ProTaper Next, and two manual instrument systems: an in vitro comparative study. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 7(2), pp. 168-173.
- Tzanetakakis, G. N. *et al.* (2015). Comparison of Bacterial Community Composition of Primary and Persistent Endodontic Infections Using Pyrosequencing. *Journal of Endodontics*, 41(8), pp. 1226-1233.
- Üreyen Kaya, B. *et al.* (2019). Mechanical reduction in intracanal *Enterococcus faecalis* when using three different single-file systems: an ex vivo comparative study. *International Endodontic Journal*, 52(1), pp. 77-85.
- Vengerfeldt, V. *et al.* (2014). Highly diverse microbiota in dental root canals in cases of apical periodontitis (data of Illumina sequencing). *Journal of Endodontics*, 40(11), pp. 1778-1783.
- Vilas-boas, R. C. *et al.* (2013). RECIPROC: Comparativo entre a cinemática reciprocante e rotatória em canais curvos. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 22(63), pp. 166-168.
- Webber, J. *et al.* (2011). The WaveOne™ single-file reciprocating system. *Roots*, 1(1), pp. 28-33.
- Yun, K. H. *et al.* (2017). Analysis of bacterial community profiles of endodontically infected primary teeth using pyrosequencing. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 27(1), pp. 56-65.

## VI. ANEXOS



Figura 1: ProTaper Universal. Sequência de instrumentos rotatórios SX, S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5 (Leonardo e Leonardo, 2017).



Figura 2: Mtwo. Sequência básica de instrumentos composta pelos instrumentos 10/.04, 15/.05, 20/.06 e 25/.06 (Leonardo e Leonardo, 2017).



Figura 3: ProTaper Next. Sequência de instrumentos rotatórios X1, X2, X3, X4 e X5 (Medical Expo - <https://www.medicalexpo.com/pt/prod/dentsply-maillefer/product-72098-605983.html>)

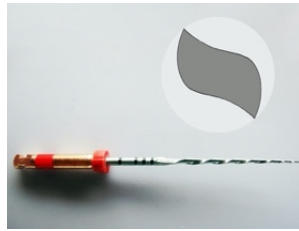


Figura 4: Lima Reciproc R25 e imagem ilustrativa de secção transversal do instrumento (Machado et al., 2012)

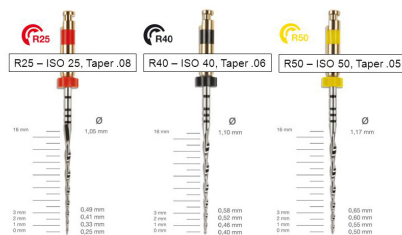


Figura 5: Limas do sistema Reciproc.

(Dentaltix - <https://www.dentaltix.com/it/blog/lendondonzia-completa-con-una-sola-lima-e-possibile>)

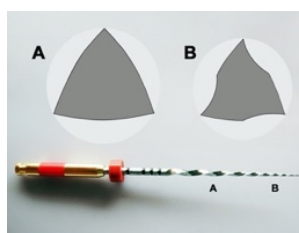


Figura 6: Lima WaveOne Primary. A - Imagem ilustrativa de secção transversal na região mais superior próxima ao cabo. B - Imagem ilustrativa de secção transversal na região apical mais próxima à ponta do instrumento (Machado et al., 2012).



**Figura 7:** WaveOne Small (amarela), Primary (vermelha) e Large (Preta) (Webber et al., 2011).

**Tabela 1:** Comparação de estudos relacionados com a eficácia dos sistemas rotatórios e reciprocantes na redução microbiana.

<u>Autor</u>	<u>Título do artigo</u>	<u>Ano</u>	<u>Tipo de estudo</u>	<u>Amostra</u>	<u>MO</u>	<u>Irrigantes</u>	<u>Sistemas de instrumentação</u>	<u>Redução microbiana</u>	<u>Conclusão</u>
Machado et al.	Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals	2013	Estudo clínico In vitro	n=60 (12 em cada grupo)	Enterococcus faecalis	Água destilada	WaveOne Reciproc ProTaper Mtwo Manual	91,4% 91,9% 88,0% 94,5% 88,5%	Eficácia semelhante de todos os sistemas de instrumentação na redução bacteriana no SCR
Ferrer-Luque et al.	Reduction in Enterococcus faecalis counts – a comparison between rotary and reciprocating systems	2014	Estudo clínico In vitro	n=76 (24 em cada grupo)	Enterococcus faecalis	Água destilada  5,25% NaOCl	Mtwo Twisted file WaveOne  Mtwo Twisted file WaveOne	Água destilada: 95,9% 96,2% 98,3%  5,25% NaOCl: 100% 100% 100%	Sistema reciprocante obteve uma eficácia na redução microbiana semelhante ao sistema rotatório com água destilada. Com NaOCl, Mtwo foi o mais eficaz (menos crescimento bacteriano em 60 dias).
Martinho et al.	Clinical Comparison of the Effectiveness of Single-file Reciprocating Systems and Rotary Systems for Removal of Endotoxins and Cultivable Bacteria from Primarily Infected Root Canals	2014	Estudo clínico In vitro	n=48 (12 em cada grupo)	Endotoxinas  Bactérias	NaOCl 2,5%	WaveOne Reciproc ProTaper Mtwo  WaveOne Reciproc ProTaper Mtwo	Entotoxinas: 95,15% 96,21% 97,98% 96,35%  Bactérias: 99,45% 99,93% 99,85% 99,41%	Eficácia semelhante de todos os sistemas de instrumentação na redução microbiana do SCR  Não foram capazes e eliminar totalmente os MO do SCR

Eficácia dos sistemas rotatórios e reciprocantes na redução microbiana

Martinho et al.	Endodontic retreatment: clinical comparison of reciprocating systems versus rotary system in disinfecting root canals	2015	Estudo clínico In vitro	n=30 (10 em cada grupo)	Endotoxinas  Bactérias	NaOCl 2,5%	WaveOne Reciproc PTU  WaveOne Reciproc PTU	Entotoxinas: 94,11% 93,29% 94,98%  Bactérias: 98,27% 99,54% 98,73%	Eficácia semelhante de todos os sistemas de instrumentação na redução microbiana do SCR em retatamento endodôntico. (RTENC)
Marinho et al.	Does the Reciproc file remove root canal bacteria and endotoxins as effectively as multife rotary systems?	2015	Estudo clínico In vitro	n=40 (10 em cada grupo)	Escherichia coli  Endotoxinas  Bacterias	Água LAL	Reciproc Mtwo PTU FKG Race  Reciproc Mtwo PTU FKG Race	Entotoxinas: 91,69% 83,11% 78,56% 82,52%  Bactérias: 99,34% 99,86% 99,93% 99,99%	Eficácia semelhante de todos os sistemas de instrumentação na redução microbiana do SCR
Karatas,et al.	Evaluation of instrumentation systems in reducing. <i>E. faecalis</i> from root canals: TF adaptive and ProTaper next versus single file systems	2015	Estudo clínico In vitro	n=70 (10 em cada grupo)	Enterococcus faecalis	Água destilada	PTN TF Adaptative WaveOne Reciproc OneShape SAF	97,48% 95,60%  94,75% 95,24% 92,73% 79,86%	Todos sistemas promoveram uma redução bacteriana significativa. PTN, TF Adaptative, WaveOne e Reciproc foram significativamente mais eficientes que o sistema SAF
De Oliveira et al.	Evaluation of Microbial Reduction in Root Canals Instrumented with Reciprocating and Rotary Systems	2015	Estudo clínico In vitro	n=60	Enterococcus faecalis  Pseudomonas aeruginosa  Staphylococcus aureus  Candida albicans	1% NaOCl	PTU Reciproc	100% /	Diferença significativa entre as duas técnicas de instrumentação (Reciproc + NaOCl 1% não foi capaz de eliminar completamente os MO)
De Brito et al.	Effectiveness of ProTaper Next, ProTaper Universal and WaveOne systems in reducing intracanal bacterial load	2016	Estudo clínico In vitro	n=95 (15 em cada grupo)	Enterococcus faecalis	Solução salina  2,5% NaOCl	PTN PTU WaveOne  PTN PTU WaveOne	Solução salina: 98,59% 97,83% 95,05%  NaOCl 2,5%: 99,99% 99,94% 99,99%	Redução bacteriana significativa em todos os grupos  Solução salina: WaveOne obteve uma menor redução bacteriana que os outros grupos testados  NaOCl 2,5%: Maior redução bacteriana que o grupo com solução salina Não houve diferença significativa entre os grupos testados

Eficácia dos sistemas rotatórios e reciprocantes na redução microbiana

Cavalet al.	Effectiveness in the Removal of Endotoxins and Microbiological Profile in Primary Endodontic Infections Using 3 Different Instrumentation Systems: A Randomized Clinical Study	2017	Estudo clínico In vitro	n=30 (10 em cada grupo)	Capnocytophaga ochracea  Fusobacterium nucleatum	2,5% NaOCl	Mtwo Reciproc Genius  Mtwo Reciproc Genius	Entotoxinas: 95,05 % 64,68 % 91,85 %  Bacterias: 99,96 % 97,51 % 99,93 %	Todos os sistemas foram de maneira semelhante eficazes na redução microbiana, apesar de não remover completamente todos os MO do SCR
Sroa et al.	To Compare the Bacterial Reduction from the Infected Root Canals Using ProTaper Universal, WaveOne and NeoNiTi Instrumentation Systems	2019	Estudo clínico In vivo	n=75 (25 em cada grupo)	Enterococcus faecalis  MO gram negativo e gram positivo também podem estar presentes	2,5% NaOCl	PTU WaveOne NeoNiTi	96,82 % 94,84 % 95,96 %	O sistema PTU foi o mais eficaz na redução microbiana, em comparação com o sistema WaveOne e NeoNiTi apesar de não ser uma diferença significativa