

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIGUAIACÁ**  
**GRADUAÇÃO DE ODONTOLOGIA**

**ANA MARIA ANTUNES RAMOS**

**ENDODONTIA MECANIZADA: SISTEMAS ROTATÓRIOS E RECIPROCANTES**

**GUARAPUAVA**

**2021**

**ANA MARIA ANTUNES RAMOS**

**ENDODONTIA MECANIZADA: SISTEMAS ROTATÓRIOS E RECÍPROCANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito para obtenção do título de Cirurgião Dentista pelo Centro Universitário UniGuairacá.

Orientadora: Prof. Dra. Patrícia Almeida da Silva de Macedo

Coorientadora: Prof. Dra. Magda Kiyoko Yamada Kawakami

**GUARAPUAVA**

**2021**

## DEDICATÓRIA

Este trabalho de conclusão de curso eu dedico totalmente aos meus pais, que sempre me apoiaram e fizeram o possível e o impossível para que esse sonho se realizasse.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado até aqui, pois Ele é a base da minha conquista.

Agradeço aos meus pais Décio e Márcia pelo apoio e incentivo no decorrer destes cinco anos.

A minha família em especial meus avós por sempre estarem ao meu lado e me colocando em suas orações.

As minhas colegas Regiane, Gislene e Liliane pela força e companheirismo em todos os momentos de aprendizado, agradeço de modo especial a minha dupla de clínica a Regiane pelo companheirismo de todo dia, pela paciência e por tudo que fez por mim nesses cinco anos, sou grata pela sua amizade.

Agradeço a minha orientadora professora Dra. Patrícia Almeida da Silva de Macedo por todo ensinamento, compreensão, paciência e disponibilidade, orientando-me sem medir esforço, e que por motivos de força maior não se fará presente na minha banca de trabalho de conclusão de curso (TCC), sou muito grata por concordar em auxiliarme na realização deste trabalho. E agradeço a minha coorientadora professora Dra. Magda Kiyoko Yamada Kawakami por se disponibilizar a orientar-me no que fosse necessário e representar a professora Patrícia em minha banca.

Agradeço de modo geral cada um que me ajudou de alguma forma na conquista desse sonho. Meus sinceros agradecimentos.

Ramos, A.M.A. **Endodontia mecanizada: sistemas rotatórios e reciprocantes** [Trabalho de Conclusão de Curso]. Guarapuava: Centro Universitário UniGuairacá, 2021.

## **RESUMO**

A Endodontia vem passando por um processo de avanço tecnológico e melhorias clínicas, que ajudam a tornar o tratamento endodôntico cada vez mais rápido e eficaz. A introdução da técnica mecanizada nos preparos dos sistemas de canais radiculares diminuiu o número de erros operatórios, e aumentou a qualidade dos tratamentos. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho, realizar uma revisão de literatura nas bases de dados como PubMed, Scielo, Google Scholar, Medline, Lilacs e alguns livros, sobre a instrumentação mecanizada (sistemas rotatórios e reciprocantes) utilizada no tratamento endodôntico, bem como descrever as propriedades mecânicas das principais limas utilizadas por esses sistemas, forma de uso, suas vantagens e desvantagens e a comparação entre ambos os sistemas, no quesito de preparo dos canais radiculares. De acordo com os achados dessa revisão, a endodontia mecanizada se mostrou de grande importância para a odontologia, devido às suas vantagens no cotidiano do cirurgião-dentista, além de ser uma prática menos traumática, comparada aos convencionais. Entretanto, é preciso mais estudos, pois cada instrumento tem suas indicações e limitações.

**Palavras Chaves:** Endodontia, Preparo de Canal Radicular, Automação.

Ramos, A.M.A. **Mechanized endodontics: rotary and reciprocating systems** [CourseConclusionPaper]. Guarapuava: Centro Universitário UniGuairacá.

### **ABSTRACT**

Endodontics has been going through a process of technological advancement and clinical improvements, which help to make endodontic treatment ever faster and more effective. The introduction of mechanized technique in the preparation of root canal systems, decreased the number of surgical errors, and increased the quality of treatments. Thus, the objective of this work was to carry out a literature review in databases such as PubMed, Scielo, Google Scholar, Medline, Lilacs and some books, about the mechanized instrumentation (rotary and reciprocating systems) used in endodontic treatment, as well how to describe the mechanical properties of the main files used by these systems, how to use them, their advantages and disadvantages and the comparison between both systems, regarding the preparation of root canals. According to the findings of this review, mechanized endodontics proved to be of great importance for dentistry, due to its advantages in the dentist's daily routine, in addition to being a less traumatic practice compared to conventional ones. However, further studies are needed as each instrument has its indications and limitations.

**Keywords:** Endodontics, Root Canal Preparation, Automation.

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1:** Estudos sobre os Sistemas Rotatórios e Sistemas Reciprocante.....30

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>09</b>
<b>2. PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
3.1 PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS INSTRUMENTOS AUTOMATIZADOS (ROTATÓRIO E RECÍPROCANTE) EM ENDODONTIA.....	12
3.2 SISTEMAS ROTATÓRIOS NO PREPARO DE CANAIS RADICULARES.....	15
3.3 SISTEMAS ROTATÓRIOS NO RETRATAMENTO CANAIS RADICULARES....	18
3.4 SISTEMAS RECÍPROCANTES NO PREPARO DE CANAIS RADICULARES...19	
3.5 SISTEMAS ROTATÓRIOS X RECÍPROCANTES NO PREPARO DE CANAIS RADICULARES .....	22
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico visa a limpeza, desinfecção e modelagem do sistema de canais radiculares (MACHADO et al., 2012), sendo uma etapa importante para o sucesso do tratamento endodôntico, pois minimiza a quantidade de bactérias e seus subprodutos presentes, além de permitir a realização de um selamento eficiente do conduto e assim debelar o processo infeccioso (PEREIRA; SILVA; COUTINHO FILHO, 2012).

O grande desafio no preparo biomecânico é a variação anatômica dos canais radiculares, principalmente atrésicos e curvos, dificultando a realização de um preparo ideal. Com o objetivo de vencer esse desafio, as ligas de níquel titânio (NiTi) foram introduzidas no mercado, apresentando mais segurança, alta flexibilidade e resultando em melhores preparos e com poucas alterações na anatomia original do canal (MACHADO et al., 2012).

A partir da liga NiTi, instrumentos rotatórios (rotação contínua no sentido horário de corte da dentina), acionados a um motor elétrico, passaram a ser usados a fim de garantir com que o preparo dos sistemas de canais radiculares ocorra de forma mais controlada, principalmente em canais atrésicos e curvos, possibilitando menor tempo de trabalho, conicidade e baixas taxas de irregularidades (YIN et al., 2010; VILAS-BOAS et al., 2013).

Com intuito de melhores resultados ainda, as limas utilizadas em rotação contínua foram submetidas ao movimento reciprocante, na qual o avanço da lima ao conduto, ocorre com um ângulo rotacional de maior amplitude e  $\frac{1}{4}$  de volta no sentido anti-horário, favorecendo a resistência do instrumento quanto à fadiga cíclica, se comparados ao movimento por rotação contínua (YOU et al., 2011; DE-DEUS et al., 2010). Os instrumentos reciprocantes são fabricados com tecnologia M-wire®, de resistência e flexibilidade superior à liga de NiTi convencional, melhorando o desempenho dessas limas (MEIRELES et al., 2013).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo por intermédio de uma revisão de literatura a pesquisa sobre a instrumentação mecanizada (sistemas rotatórios e reciprocantes) utilizada no tratamento endodôntico, bem como descrever as propriedades mecânicas das principais limas utilizadas por esses sistemas, forma

de uso, suas vantagens e desvantagens e a comparação entre ambos os sistemas, no quesito de preparo dos canais radiculares.

## **2. PROPOSIÇÃO**

Objetivo Geral: Realizar uma revisão de literatura sobre a instrumentação mecanizada (sistemas rotatórios e reciprocantes) utilizada no tratamento endodôntico.

Objetivos Específicos: Descrever as propriedades mecânicas das principais limas utilizadas por esses sistemas, bem como a forma de uso, suas vantagens e desvantagens e comparação entre ambos os sistemas, no quesito de preparo dos canais radiculares.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS INSTRUMENTOS AUTOMATIZADOS (ROTATÓRIO E RECÍPROCANTE) EM ENDODONTIA

A introdução das ligas de níquel-titânio e a automatização da instrumentação endodôntica foi um grande salto, quando comparado aos instrumentos puramente manuais. A incorporação de novos movimentos (rotatório e recíproco) reduziu o risco de fratura do instrumento, porém até o momento, não existe nenhum instrumento endodôntico capaz de atender a todos os requisitos de um preparo ideal do canal radicular, por isso novos estudos devem ser desenvolvidos na busca contínua de sistemas automatizados eficientes e seguros na instrumentação endodôntica (GAVINI et al., 2018).

As ligas de NiTi usadas na fabricação dos instrumentos endodônticos, contêm aproximadamente 56% de níquel e 44% de titânio e possui capacidade inerente de memória de forma e superelasticidade, que resultam da capacidade de alterar o tipo de ligação atômica que causa mudanças únicas e significativas nas propriedades mecânicas e arranjo cristalográfico da liga. A transição entre as fases “austenita” e “martensita” na liga de NiTi dá-se em função da temperatura e da tensão. Em altas temperaturas, a rede da liga de NiTi é uma estrutura cúbica de corpo centrada que é usada como austenita e após resfriamento, a estrutura do NiTi passa por uma mudança de transformação crítica para a fase R e mostra mudanças em sua rigidez, resistência ao escoamento e resistividade elétrica (MOHAMMADI et al., 2014).

Kukezani et al. (2018), realizaram uma revisão de literatura sobre os instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NiTi). Nas últimas duas décadas, os instrumentos de NiTi melhoraram muito a qualidade da limpeza e modelagem dos canais radiculares. A super elasticidade e a memória de forma desses instrumentos reduzem a possibilidade de transporte do canal, além de economia de tempo. Diversas marcas comerciais desses instrumentos, estão disponíveis no mercado, modificando as características da liga de NiTi, formas das seções transversais, arestas de corte e afilamento. O desafio mais importante do uso desses instrumentos é a possibilidade de fratura devido à fadiga cíclica, estresse de torção, falta de conhecimento e experiência dos profissionais que os manuseiam.

As ligas utilizadas nos instrumentos automatizados em endodontia, podem sofrer diferentes tratamentos e são amplamente estudadas.

Zupanc et al. (2018), realizaram um estudo sobre as novas ligas de níquel-titânio (NiTi) tratadas termomecanicamente. Observaram que nos últimos 10 anos, vários processos foram desenvolvidos para tratamento dessas ligas, como térmicos e mecânicos. Ligas de NiTi podem ser subdivididas em instrumentos que contêm principalmente a fase de austenita (austenítica com NiTi convencional, M-Wire, R-Phase) e aquelas contendo principalmente a fase de martensita (martensítica com controle de memória NiTi tratado termicamente com fio de ouro ou azul). As ligas de NiTi tratadas mecanicamente foram relatadas por serem mais flexíveis, fadiga cíclica aprimorada e maior ângulo de flexão na falha quando comparado ao NiTi convencional. Essas propriedades aprimoradas podem ser atribuídas a uma composição de fase contendo quantidades variáveis das fases austenita e martensita. Instrumentos endodônticos feitos de ligas austeníticas possuem propriedades superelásticas, porém tendem a retornar a sua forma original após a deformação. Em contraste, os instrumentos martensíticos podem ser facilmente deformados devido a reorientação das variantes de martensita e efeito de memória quando aquecido, resultando em instrumentos mais flexíveis, com aumento da resistência à fadiga cíclica em comparação as liga austenítica. Sendo assim, o tratamento termomecânico da liga de NiTi permite uma mudança na sua composição. Os instrumentos com ligas martensíticos devem ser preferidos nos casos de canais radiculares severamente curvados ou com dupla curvatura.

Tabassum et al. (2019), também estudaram sobre as ligas de níquel-titânio (NiTi) tratadas termicamente e com memória controlada e discutiram as diferentes transformações de fase e tratamentos térmicos que esses instrumentos sofrem. Observaram que elas têm vantagens consideráveis sobre a lima convencional de aço inoxidável em termos de propriedades mecânicas. Porém as ligas de NiTi ainda apresentam algum risco de fratura. Desde a última década, diferentes procedimentos de processamento foram introduzidos para melhorar as propriedades mecânicas dessas ligas. Esses tratamentos incluem o térmico, mecânico, eletropolimento e, recentemente, a usinagem por descarga elétrica, com o principal objetivo de conferir o máximo de flexibilidade e fadiga cíclica melhorada quando comparados às ligas de NiTi convencionais. Quando usados clinicamente, esses instrumentos podem apresentar um melhor desempenho, pois eles podem ser pré-curvados com segurança.

Um tipo específico de tratamento térmico foi estudado por De-Deus et al. (2017), no qual avaliaram a influência do tratamento térmico Blue na resistência à flexão e na fadiga cíclica em limas recíprocante M-Wire convencionais. Foram selecionados 30 instrumentos NiTi (25 mm de comprimento) para uso em movimento recíprocante (Reciproc R25) e 30 instrumentos Reciproc fabricados em liga Blue (Reciproc Blue R25). O teste de resistência à flexão foi realizado em 10 instrumentos selecionados aleatoriamente de cada sistema, utilizando uma máquina de teste universal de acordo com a ISO 3630-1 especificação. Foi realizado teste de resistência à flexão, teste de fadiga e utilizado um microscópio eletrônico de varredura para analisar a rugosidade das peças de trabalho das limas convencionais e Blue foi quantificada usando um perômetro New View 7100 em 5 instrumentos de cada tipo. A Reciproc Blue revelou resistência à flexão significativamente menor e maior vida em fadiga cíclica do que o Reciproc tradicional. Em relação ao padrão de rugosidade, não houve diferença significativa entre ambos os sistemas, considerando que o Reciproc Blue revelou microdureza significativamente inferior ao Reciproc tradicional. A liga NiTi Blue, foi recém-desenvolvida e obtida por meio de um processo de fabricação termomecânica de camada superficial específica de óxido de titânio e apresentou desempenho geral melhorado quando comparado ao NiTi superelástico M-Wire convencional. Os resultados mostraram que as limas recíprocantes podem se beneficiar desse processo de fabricação térmico Blue, mas isso deve ser confirmado por mais estudos em vitro e vivo.

A soldabilidade do NiTi com aços inoxidáveis foi estudada por De Oliveira et al. (2015), para tal, realizaram uma revisão de literatura abrangendo a metalurgia da soldagem e as principais técnicas utilizadas nesta união. A diminuição de formação de elementos frágeis e a validação de resistência mecânica satisfatória da junta, obtém excelência das propriedades do aço e das ligas de NiTi. Devido às suas excelentes propriedades mecânicas, ótima resistência a corrosão, biocompatibilidade, melhores propriedades funcionais de efeito de memória de forma e superelasticidade, as ligas NiTi e suas variações passaram a ser objeto de estudos para várias aplicações nas mais diferentes áreas. Os maiores problemas das ligas NiTi ainda estão relacionados a dificuldades de conformação e usinagem. Por esse motivo, o processo de soldagem pode ser uma alternativa para obtenção de peças de geometrias mais complexas, envolvendo a união das ligas NiTi com metais convencionais, como o aço inoxidável. O aço inoxidável é uma opção viável de união

com NiTi pois possui propriedades desejadas de resistência mecânica, biocompatibilidade e resistência a corrosão. A união por soldagem destas duas ligas encontra diversas barreiras, sendo a principal a formação de intermetálicos frágeis na junta soldada limitando sua resistência mecânica e consequente aplicação. Para os autores o uso de camadas finas de metais como cobre, cobalto e níquel como interfaces entre o NiTi e o aço inoxidável pode melhorar o desempenho mecânico da união entre essas ligas. Para tanto, os autores concluíram que a união por soldagem de ligas de níquel-titânio com aços inoxidáveis ainda é um desafio científico e tecnológico, necessitando de mais estudos.

A resistência a fadiga dos instrumentos automatizados foi estudada por Gambarini et al. (2019), que investigaram a fadiga cíclica entre os instrumentos WaveOne Gold tratado com Ouro e EdgeOne Fire tratados com FireWire. No estudo foram utilizados 40 instrumentos de NiTi novos, com comprimento de 25 mm (20 WaveOne Gold Medium ponta 35 e 20 EdgeOne Fire ponta 35), canais radiculares artificiais com ângulo de curvatura de 90 graus e raio de curvatura de 2 mm foram usados para os instrumentos testados. Todos os instrumentos foram inseridos no mesmo comprimento (18mm) até ocorrer a fratura. A análise estatística encontrou diferenças significativas entre o tempo para fratura de dois instrumentos. Os instrumentos FireWire apresentaram cerca de duas vezes mais resistência à fadiga cíclica quando comparados a WaveOne. Sendo assim, os autores concluíram que os instrumentos EdgeOne Fire, feitos com um tratamento térmico patenteado "Fire-wire", mostraram uma resistência aprimorada à fadiga cíclica quando comparados com instrumentos com a tecnologia Gold-wire.

### 3.2 SISTEMAS ROTATÓRIOS NO PREPARO DE CANAIS RADICULARES

A utilização dos sistemas rotatórios de níquel titânio durante o preparo biomecânico dos sistemas de canais radiculares, pode ser determinada de acordo com a preferência do operador ou a análise criteriosa da anatomia do canal a ser preparado. Os sistemas mais utilizados dentro da endodontia automatizada rotatória estão as limas chamada Protaper, Protaper Universal, Protaper Next (DentsplyMaillefer, Tulsa, Okla.), ProDesign S, ProDesignLogic, ProDesign R (Easy),

BioRace (FKG), Lima Rotatória Sequence (MK-Life) e X-file (TDK) (Filho 2015, Zuolo et.,2017).

Yoshinari et al. (2015), avaliaram por meio de cortes axiais da região apical de canais radiculares de incisivos inferiores humanos, as áreas tocadas e não tocadas pelo sistema Protaper (rotatório e oscilatório). Foram selecionados 20 incisivos inferiores humanos extraídos e íntegros, armazenados em solução fisiológica, com um único canal. Os dentes tiveram suas coroas seccionadas. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 10 dentes. O Grupo I (Técnica Rotatória) com limas rotatórias de níquel-titânio Sistema Protaper acoplada em um motor e o Grupo II (Técnica Oscilatória) com limas rotatórias de níquel-titânio Sistema Protaper acoplado em um contra-ângulo com cabeça oscilatória, utilizados de acordo com o fabricante. Terminada a instrumentação, a patência do forame apical foi conferida. Em seguida os canais foram tratados com E.D.T.A durante 3 minutos e irrigação final com soro fisiológico. Após a instrumentação, as raízes foram marcadas nos níveis de 2 e 4 mm aquém do forame apical. Cortes, no sentido mesio distal, foram realizados com disco diamantado dupla face nº 7020 e fixados em lâmina de microscópio no aumento de 80 vezes. Fotografias foram realizadas com uma câmera digital. Os 20 espécimes geraram 40 cortes, cada qual com uma imagem diferente que foram analisados no software Image-Pro Plus (The ProvenSolution), onde foram realizadas as medidas com auxílio de um perímetro, analisando as áreas tocadas (dentina regular) e não tocadas (dentina irregular) pelos instrumentos. Quando comparados nos níveis de 2 e 4mm os dados mostraram-se semelhantes entre si, com  $p > 0,05$  pelos testes T para amostras independentes. Não houve diferenças estatísticas significativas na eficiência de limpeza dos canais radiculares quando o instrumento Protaper foi utilizado de forma rotatória ou oscilatória.

Lima et al. (2012), avaliaram por meio de microscopia eletrônica de varredura, as alterações morfológicas do forame apical após patência e ampliação foraminal, comparando dois sistemas rotatórios (Pro design® e Mtwo®). Foram selecionados 10 molares superiores humanos (somente as raízes mesiais e distais dos molares foram utilizadas) totalizando 20 canais que apresentavam o mesmo comprimento radicular (12mm) e grau de curvatura semelhante (entre 10 °e15°), seguindo o método sugerido por Schneider. Os dentes foram seccionados transversalmente, na junção cimento-esmalte, fixados, em solução de Karnovski modificada durante cinco dias, desidratados em soluções de concentração crescente de álcool, na qual foram

realizadas imersões sucessivas de 10 minutos em cada uma das soluções. Os dentes foram lavados em água destilada e secos em estufa a 38 °C por 24 horas. Com os ápices voltados para cima, os espécimes foram fixados com fitas adesivas de dupla face de carbono em suportes metálicos padronizados. Posteriormente, foi realizada a metalização das raízes em uma câmara a vácuo, seguida da avaliação em microscopia eletrônica de varredura para avaliação da morfologia do forame apical, sendo uma imagem única e perpendicular de toda a extensão dessa estrutura anatômica. Os espécimes foram divididos em dois grupos. Grupo 1 - limas Pro design® e grupo 2 com as limas Mtwo® preparados de acordo com o fabricante. As imagens iniciais e finais foram comparadas. Os resultados mostraram que no G1, a média das áreas foi de 0,007 mm<sup>2</sup> e 0,115 mm<sup>2</sup>, antes e após. No G2, observou-se que esses valores eram de 0,093 mm<sup>2</sup> e 0,183 mm<sup>2</sup>, respectivamente. Em ambos os grupos houve diferença estatística antes e após o preparo do forame pelo teste de T-student pareado. Ao se aplicar o teste T-student independente verificou-se que a ampliação foraminal no G2 foi estatisticamente maior que no G1. Em apenas 20% dos casos foram observados formas irregulares de forames após a instrumentação. Sendo assim, os autores concluíram que o emprego da patência apical e ampliação foraminal durante o tratamento do sistema de canais radiculares é recomendável e seguro, portanto, deve ser considerado como uma nova opção técnica na prática clínica, porém requerem o uso de técnicas e cuidados especiais durante a instrumentação do canal radicular, principalmente quanto a escolha da substância química auxiliar.

Chaves et al. (2019), avaliaram a modelagem e ocorrência do transporte do canal radicular após o uso dos sistemas rotatórios Biorace e Protaper Next, submetidos a um exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Canais mesiovestibulares e mesiolinguais de vinte molares inferiores humanos foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos experimentais: grupo 1 – BioRace; e grupo 2 - ProTaper Next. Imagens de TCFC foram obtidas antes do preparo do canal radicular e após o uso dos instrumentos, dois examinadores avaliaram todas as imagens determinando a ocorrência ou não de transporte do canal radicular. Os dados foram analisados utilizando o teste de Kruskal-Wallis. Os canais radiculares preparados com o sistema BioRace não apresentaram transporte. Foi observado transporte apenas no terço apical do canal mesiovestibular após o uso do instrumento ProTaper Next. Sendo assim, chegou-se a conclusão que o sistema BioRace permitiu

a ampliação dos canais mesiovestibular e mesiolingual de molares inferiores até o diâmetro cirúrgico 40 sem resultar em transporte do canal.

A fratura de instrumentos rotatórios durante o preparo, foi estudada por Tavares et al. (2015), que realizou um estudo retrospectivo sobre o índice de fraturas de instrumentos manuais e rotatórios de NiTi em tratamentos endodônticos realizados por alunos de um curso de especialização em endodontia, relacionando a ocorrência da fratura à fase de instrumentação dos canais radiculares. Na fase inicial de instrumentação, todos os canais radiculares foram explorados com limas de aço inoxidável até o instrumento tipo K #15, mesmo naqueles dentes que seriam instrumentados com rotatório. Posteriormente, na fase de modelação, é que houve a diferenciação entre canais instrumentados com limas manuais ou rotatórios. Foram avaliadas as radiografias em negatoscópio sob magnificação e informações presentes nos prontuários dos pacientes, referentes à fratura de instrumentos, se eram rotatórios ou manuais e ainda, em qual fase da instrumentação ocorreu o acidente. Os dados foram analisados por dois examinadores previamente calibrados. Dos 501 prontuários analisados durante o estudo, em 140 dentes foi realizada instrumentação manual. Em 361 casos foi realizada instrumentação rotatória com limas de NiTi. Houve fratura de instrumentos endodônticos em 18 casos. Do total de fraturas, 10 casos envolveram instrumentos rotatórios de NiTi e em 8 casos houve fratura de instrumentos manuais. Das 8 fraturas de instrumentos manuais, 7 delas ocorreram na fase de exploração inicial. Em apenas um instrumento observou-se fratura na fase de formatação manual e alargamento dos canais, sendo que 10 fraturas ocorreram nessa fase utilizando-se limas de NiTi. Para ambos os tipos de instrumento foram verificados baixos índices de fraturas, os quais foram influenciados pela fase de instrumentação dos canais. Os instrumentos rotatórios de NiTi apresentaram maior índice de fratura quando comparados aos instrumentos manuais durante o preparo dos canais.

### 3.3 SISTEMAS ROTATÓRIOS NO RETRATAMENTO DOS CANAIS RADICULARES

Mozardo et al. (2014), investigaram a eficiência do sistema ProTaper Universal Retratamento (PUR) para a remoção do material obturador de canais radiculares durante o retratamento, por meio de uma revisão de literatura sobre o tema. Segundo a análise dos autores, para os procedimentos de desobturação de canais radiculares, os Cirurgiões-Dentistas devem saber que a radiografia periapical mostra-se um

método pouco sensível para identificar se o todo o material obturador foi removido do canal radicular. Em virtude desse fato, medidas adicionais para a remoção de resíduos da obturação e reparo químico-mecânico, deveriam ser tomados a fim de potencializar a desinfecção do sistema de canais radiculares e, dessa forma, aumentar as chances de sucesso para os retratamentos endodônticos. Além disso, é importante para o profissional a questão econômica, ou seja, realizar um trabalho de qualidade com um custo menor se possível. Com base nos resultados deste estudo, os autores concluíram que o sistema Protaper Universal Retratamento se mostrou tão eficiente quanto a técnica mecânica/manual para a desobturação de canais radiculares.

Duque et al. (2015) realizaram uma revisão de literatura sobre os sistemas rotatórios Mtwo, especiais para retratamento (Mtwo-R) quando comparado com outros tipos de sistemas rotatórios e com técnicas manuais. Esses autores compararam a quantidade de solução irrigadora e material obturador extruídos apicalmente por diferentes sistemas de retratamento. Sendo assim, verificou-se que a maioria dos estudos compara os sistemas de retratamento quanto à capacidade de remoção do material obturador, variando quanto aos sistemas comparados e quanto aos diferentes tipos de material obturador utilizado, como é o caso de alguns estudos que buscaram avaliar a capacidade de remoção do material obturador pelo sistema rotatório Mtwo-R comparando-o com outros sistemas rotatórios e com a técnica manual. Após essa revisão, os autores concluíram que o sistema Mtwo-R é viável e eficaz no retratamento endodôntico, porém, assim como as outras técnicas para retratamento endodôntico, deixam material obturador remanescente e podem provocar danos nas paredes do canal radicular. As características dimensionais desses instrumentos de retratamento como a flexibilidade e a resistência a torção são adequadas à sua aplicação no retratamento endodôntico.

### 3.4 SISTEMAS RECIPROCANES NO PREPARO DE CANAIS RADICULARES

Os sistemas de instrumentação mecanizada trouxeram uma importante inovação para endodontia. A escolha de um instrumento ou equipamento deve atender de forma eficiente a demanda de cada caso, além de ser de fácil utilização e ter baixo custo se possível. O sistema recíprocante é bastante utilizado na endodontia

mecanizada com as limas: Waveone, Waveone Gold Primary (DentsplyMaillefer, Tulsa, Okla) e Reciproc (VDW) (FILHO, 2015; ZUOLO et.,2017).

Da Graça et al. (2020) estudaram os sistemas reciprocantes Reciproc, Unicone e WaveOne, suas características, técnica de preparo e eficiência desses sistemas na redução bacteriana e fadiga cíclica. A técnica reciprocante visa uma diminuição considerável de fadiga cíclica dos instrumentos, instrumentação mais rápida e igualmente efetiva. Os autores relataram que o movimento reciprocante somado aos sistemas de limas reciprocantes oferecem algumas vantagens quanto a outros sistemas que utilizam a cinemática do movimento rotatório, tais como: redução de fadigas cíclicas e torções dos instrumentos e otimização do tempo de trabalho. Em relação à extrusão de debris, não é possível afirmar que os instrumentos reciprocantes extruem mais ou menos debris apicalmente do que os sistemas rotatórios, devido a divergências entre os trabalhos apresentados. É fundamental ressaltar que o operador deve possuir, não só destreza sobre o sistema de sua preferência, assim como conhecimento teórico para que o modo de uso seja correto, pois apesar da qualidade apresentada por esses sistemas reciprocantes, cada um possui uma característica próprias e isso irá influenciar o resultado final.

Pereira et al. (2013), realizaram uma revisão de literatura sobre o sistema reciprocante em Endodontia para instrumentação do sistema de canais radiculares apontando suas vantagens e desvantagens no preparo. A instrumentação dos canais radiculares através do uso de lima única em movimento recíproco vem se popularizando devido à redução do tempo de trabalho e menor tendência de fraturas dos instrumentos. Antes de escolher o sistema a ser utilizado, o cirurgião-dentista deve conhecer as capacidades e limitações de cada sistema baseado em evidências científicas. Os estudos demonstram que o sistema Reciproc apresenta maior resistência a fadiga cíclica que o sistema WaveOne, porém para canais constrictos a lima do sistema WaveOne mostrou maior resistência ao estresse de torção. Os estudos demonstram que a instrumentação recíproca é tão eficiente quanto a rotatória no quesito de redução microbiana e formatação do canal radicular. Embora os estudos disponíveis até o presente momento tenham demonstrado segurança e eficiência no uso de sistemas de movimento recíproco e lima única para a instrumentação dos canais radiculares, novos estudos ainda são necessários a fim de avaliar a efetividade desses instrumentos.

Kirchhoff et al. (2018), também realizaram uma revisão de literatura sobre o sistema recíprocante na instrumentação dos canais radiculares. O preparo biomecânico é responsável pela limpeza, modelagem e ampliação dos canais radiculares no tratamento endodôntico. Devido a sua grande importância, buscas por novos instrumentos e conceitos inovadores de instrumentação vêm sendo constantemente atualizados com o objetivo de elevar os índices de sucesso do tratamento endodôntico. Segundo os autores a instrumentação recíprocante representa um grande avanço para a endodontia, sendo uma ótima opção de instrumentação rápida, eficiente e segura. Os trabalhos revelam instrumentos mais flexíveis, resistentes, eficazes na redução de microorganismos quando associados à solução irrigante e que não provocam deslocamento do canal. Entretanto, devido aos seus cortes excessivos, os instrumentos podem provocar microfissuras nas paredes dentinárias e produzir grande quantidade de detritos que são facilmente acumulados nas paredes dos canais radiculares devido ao tipo de movimento realizado durante a instrumentação recíprocante. Portanto, devem ser realizados mais estudos longitudinais *in vivo* para confirmar seus benefícios.

Bruschi et al. (2017), analisaram a capacidade de corte, tempo de preparo e desvio apical após a instrumentação de canais curvos artificiais com os sistemas alternativos waveone e recíproc. Foram utilizados vinte canais simulados, com grau de curvatura de 35°, randomicamente divididos para os dois sistemas. Cada instrumento foi utilizado em um canal. Para análise da capacidade de corte, os canais foram pesados em uma balança analítica antes e após o preparo. O tempo para execução do preparo foi cronometrado e os valores obtidos foram analisados. Para a análise de desvio 1 mm aquém do comprimento de trabalho, antes e após o preparo, os canais foram preenchidos com tinta nanquim e fotografados em uma plataforma. As imagens foram sobrepostas no Photoshop e a ferramenta régua foi realizada a medição. Na análise da capacidade de corte, o sistema WaveOne foi mais eficaz que o instrumento R25 Recíproc, embora o seu tempo de preparo tenha sido maior. Apenas no critério, desvio apical, não se verificou diferença significativa entre os dois sistemas. De acordo com os resultados deste estudo, o sistema WaveOne possui maior capacidade de corte do que o instrumento R25 Recíproc; o instrumento R25 Recíproc realizou a tarefa mais rápido do que o sistema WaveOne e os sistemas testados promoveram desvios apicais semelhantes.

### 3.5 SISTEMAS ROTATÓRIOS X RECIPROCANTES NO PREPARO DE CANAIS RADICULARES

De Oliveira et al. (2015), avaliaram a eficácia do sistema Reciproc e do sistema rotatório ProTaper Universal para instrumentação de canais durante a desinfecção de canais radiculares infectados com bactérias *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* e *C. albicans*. Foram utilizados 60 pré-molares inferiores (20–21 mm de comprimento) com raízes planas e canal único. As amostras foram armazenadas em tubos de ensaio e esterilizadas em autoclave a 121° C por 30 minutos. Foram então selecionadas dez amostras aleatoriamente e imersas em frascos com 10 ml de Brain Heart Infusion e armazenadas por 96 horas em uma incubadora a 37°C. As amostras foram divididas aleatoriamente em dois grupos experimentais (grupos 1, 4) e quatro grupos controle (grupos 2, 3, 5, 6) com 10 canais radiculares em cada um e foram instrumentados de acordo com os seguintes protocolos: Grupo 1: sistema NaOCl 1% + ProTaper Universal; Grupo 2 (controle positivo): solubilidade estéril a 0,85% do sistema NaCl + ProTaper Universal; Grupo 3 (controle negativo, livre de microrganismos): estéril a solução de NaCl a 0,85% + sistema ProTaper Universal; Grupo 4: NaOCl 1% + sistema Reciproc; Grupo 5 (controle positivo): solução estéril a 0,85% do sistema NaCl + Reciproc; Grupo 6 (controle negativo, livre de microrganismos): estéril a solução de NaCl a 0,85% + sistema de reciclagem TM. Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste de Fisher com um nível de significância de 0,05. Em todas as amostras, os microrganismos cresceram antes do tratamento biomecânico e após esse procedimento, enquanto as amostras com controle negativo não apresentaram crescimento microbiano. De acordo com o protocolo utilizado, o sistema de instrumentação de lima única (Reciproc) em combinação com NaOCl 1% não foi capaz de eliminar completamente as bactérias *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* e *C. albicans*.

Meireles et al. (2017), avaliaram a eficiência dos sistemas rotatórios e reciprocantes mais utilizados no tratamento endodônticos (ProFile, ProTaper, Race, Hero, K3, WaveOne e Reciproc) no que diz respeito a forma final obtida na modelagem dos canais radiculares e a qualidade de limpeza. O presente trabalho buscou artigos publicados entre 2004 a 2014. Todos os sistemas avaliados, tanto rotatórios quanto reciprocantes, apresentaram uma satisfatória limpeza e modelagem do canal

radicular. As limas WaveOne e Reciproc apresentam uma proposta de instrumentação inovadora, utilizando uma única lima e movimento de reciprocagem. Esses sistemas não apresentam diferenças significativas na qualidade de limpeza e modelagem quando comparados aos de rotação contínua, porém, novos estudos ainda precisam ser realizados a fim de comprovar essa igualdade.

De-Deus et al. (2015), avaliaram a porcentagem de área não instrumentada de canais radiculares preparados com diferentes sistemas, reciprocante de lima única (Reciproc e WaveOne) e um sistema rotatório convencional (BioRace) usando análise em micro-CT. Foram selecionados 300 primeiros molares inferiores extraídos. O ângulo de curvatura da raiz mesial foi calculado usando um software e apenas raízes com curvatura variando de 10 ° a 20 ° (curvatura moderada) foram escolhidas, além disso, os canais deveriam permitir uma lima k 10 até o comprimento de trabalho, resultado em 134. As raízes mesiais foram digitalizadas usando um scanner de micro-CT a 70 kV e 114 mA. Com base nos modelos tridimensionais do canal radicular obtido a partir desse conjunto de imagens, 30 amostras com uma configuração de canal Vertucci tipo II (dois canais com dois orifícios saindo da câmara pulpar, mas unindo-se perto do ápice para formar um canal) foram escolhidos. As amostras foram divididas aleatoriamente em 3 grupos experimentais, de acordo com o sistema utilizado para a preparação do canal radicular: grupos Reciproc, WaveOne e BioRaCe preparados de acordo com o fabricante de cada sistema. Após o preparo, foram realizadas duas tomadas micro-TCs para cada amostra. As imagens foram analisadas por um software e comparadas estatisticamente através do modelo linear generalizado (GLM) para medidas repetidas com um nível de significância de 5%. Os sistemas de instrumentação não influenciam o percentual de superfícies não tocadas pelos canais radiculares, enquanto uma redução significativa no percentual de voxels estáticos foi observada após o alargamento do canal radicular em todos os grupos. Nenhum dos sistemas foram capazes de preparar todas as áreas dos canais mesiais. Foi avaliado um aumento do tamanho apical final, sendo um efeito positivo na capacidade de modelagem dos sistemas testados.

Dagna et al. (2016), avaliaram a superfície dentinária dos canais radiculares por meio do microscópio eletrônico de varredura (MEV) após utilização dos sistemas rotatórios e reciprocantes, a fim de avaliar a presença ou ausência da camada de smearlayer (lama dentinária). A presença ou ausência de túbulos abertos no terço coronal, médio e apical de cada canal radicular, foram observados, para comparar a

eficácia da limpeza de sistemas. Quarenta e oito dentes unirradiculares foram divididos em quatro grupos e modelados com os sistemas OneShape, SkyTaper, WaveOne e Reciproc, de acordo com o fabricante, sendo os 2 primeiros rotatórios e os 2 últimos reciprocantes. As paredes dos canais radiculares foram analisadas por MEV com uma ampliação padrão de 2500x e verificados a presença ou ausência da camada de smear layer e presença ou ausência de túbulos abertos em todos os terços dentinários. Os dados numéricos foram analisados usando os testes estatísticos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney e a significância foi predeterminada em  $P < 0,05$ . Para todos os sistemas, o terço apical do canal mantém uma quantidade maior de detritos após o preparo, enquanto os terços médio e coronal apresentam uma quantidade menor de detritos. Uma quantidade semelhante de detritos fora registrada nos canais preparados pelos sistemas OneShape e SkyTaper. Os sistemas rotatórios foram melhores do que os sistemas reciprocantes na obtenção de paredes limpas do canal, para protocolo de irrigação (NaOCl + EDTA). Os sistemas reciprocantes (WaveOne e Reciproc) deixaram uma quantidade maior de detritos e a camada de smear layer esteve presente ao longo das paredes do canal radicular.

Çiçek et al. (2015), avaliaram a formação de microfissuras dentinárias causadas pelas limas ProTaper Universal (PTU), ProTaper Next (PTN) e WaveOne (WO) em comparação com as limas manuais de NiTi. Sessenta molares inferiores extraídos foram selecionados e utilizado apenas as raízes mesiais para o estudo. As raízes foram inspecionadas com estereomicroscópio para detectar quaisquer linhas ou fissuras pré-existentes. Os canais foram explorados inicialmente com uma lima K nº 15 e incorporados em blocos de acrílico. Foram então divididos aleatoriamente em quatro grupos. Grupo 1 (os canais foram preparados com limas manuais NiTi e o grupo serviu como controle), grupo 2 (PTU) foi usada para preparar os canais, lima SX foi usada para aumentar a porção coronal do canal e, em seguida, todos as limas foram usadas até o comprimento de trabalho. No grupo 3, PTN foi usada para preparar os canais, X1 e X2 foram usadas até o comprimento de trabalho, o que corresponde a uma lima 25. No grupo 2 e no grupo 3, a preparação do canal foi realizada com movimento rotacional usando um motor controlado por torque e velocidade. No grupo 4, uma lima WO tamanho 25 reciprocante foi usada em um movimento de bicada. A irrigação foi realizada com uma solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (NaOCl). As análises estatísticas foram realizadas com o software SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Nenhum defeito foi encontrado no grupo 1. A prevalência de defeito no grupo

2, 3 e 4 foi significativamente maior quando comparada ao grupo 1. A maior porcentagem de microfissuras foi observada na seção de 3 mm (apical) nesses grupos. As limas manuais K NiTi (conicidade de 2%) não produziram microfissuras nos canais radiculares. As limas de NiTi rotatórias e reciprocantes causaram um percentual significativamente maior de formação de microfissuras do que as limas manuais NiTi.

Gergi et al. (2015), também avaliaram a frequência de microfissuras dentinárias observadas após o preparo do canal radicular, porém com os instrumentos reciprocantes (Reciproc e WaveOne) e rotatórios (Adaptative TFA). Foram selecionados 90 primeiro e segundo molares inferiores extraídos e com canais completamente separados e ápices maduros. Foram separados a coroa do elemento dental, sendo que as raízes foram padronizadas em 18 mm de comprimento e observadas com um estereomicroscópio de ampliação para excluir trincas. Como resultado, 120 dentes foram selecionados. Os canais radiculares foram instrumentados com cada um dos sistemas de acordo com o fabricante. Foi utilizado a Reciproc R25, WaveOne 25 e Adaptative TFA 25. As raízes foram cortadas horizontalmente a 15, 9 e 3 mm do ápice e observadas em um estereomicroscópio digital (Expert DN) com ampliação de 25 vezes e realizadas tomadas fotográficas. Fratura, rachaduras incompletas e linhas de fratura, bem como o comprimento relativo e absoluto dos defeitos, foram registrados usando o software Image J. As incidências dos diferentes defeitos foram analisadas usando o teste do qui-quadrado e o teste exato de Fisher. No geral, a Reciproc produziu fissuras significativamente mais completas em comparação com a WaveOne. Não houve diferença significativa entre o TFA e WaveOne. Em relação às seções médias e coronais (15 e 18 mm), não foi encontrada diferença significativa entre os três sistemas de arquivos. Na seção do meio (9 mm), apenas o sistema Reciproc produziu significativamente mais rachaduras incompletas. Nas seções coronais, não foi encontrada diferença significativa entre os três sistemas de arquivos. Sob as limitações do estudo, houve uma diferença significativa entre os grupos na formação de microfissuras dentinárias. O sistema TFA causou menos microfissuras de raiz do que os sistemas Reciproc e WaveOne. No geral, a Reciproc produziu as microfissuras mais completas.

Troiano et al. (2016), avaliaram as possíveis diferenças na capacidade de centralização e no formato pós-operatório geral do canal com o uso de ProTaper Next (movimento rotatório) e WaveOne (movimento reciprocante) em canais radiculares

simulados em forma de J. Vinte blocos de acrílico cônico em forma de J foram distribuídos em dois grupos para um total de 40. Em ambos os grupos, o comprimento de trabalho foi padronizado com lima K10. Numa segunda fase, as amostras do grupo 1 foram modeladas com uma única lima reciprocante WaveOne obtendo, enquanto as amostras do grupo 2 foram modeladas com limas ProTaper Next (X1 e X2). As imagens pré e pós-instrumentação foram gravadas com uma câmera digital. As imagens sobrepostas foram carregadas no Autocad 2013 como referência de imagem raster para realizar a análise de modelagem. A capacidade de centralização foi então avaliada em cada ponto de referência subtraindo a quantidade de resina removida da parte interna para a removida da parede externa do canal, enquanto a forma geral pós-operatória foi calculada adicionando essas duas medidas. A quantidade de resina removida da parede interna e externa do canal foi medida de 1 a 9 milímetros do ápice. Adicionando as medidas internas e externas para cada milímetro, a quantidade total de resina removida foi obtida para cada ponto de medição. A capacidade de centralização foi avaliada entre os grupos. O padrão da capacidade de centralização parece mais a favor do ProTaper Next do que do WaveOne Classic. Pode-se concluir que o ProTaper Next determinou uma quantidade menor de resina removida e uma melhor capacidade de centralização em comparação com o WaveOne.

Costa et al. (2017), avaliaram o desvio apical promovido pelos sistemas reciprocantes em comparação com sistemas rotatórios, em modelos de canais simulados curvos. Foram distribuídos 45 canais simulados aleatoriamente em três grupos: PT - sistema Protaper Universal; RP - Reciproc R25; WO – WaveOne. Todos os canais simulados tiveram seus ápices ampliados até tamanho de 25  $\mu$ m. Para os sistemas reciprocantes foram utilizados um único canal e para o sistema rotatório foram utilizados 4 canais e em seguida, descartados. Os canais simulados foram fotografados antes e após a realização do preparo biomecânico, de forma padronizada, com máquina fotográfica digital e as imagens foram preparadas utilizando um programa Photoshop CS6 Portable. O desvio apical foi avaliado nos 3 mm finais do canal simulado (terço apical), considerando-se num primeiro momento cada milímetro do terço apical de forma individual, e por fim, a média de desvio nos 3 mm finais. Os grupos avaliados apresentaram algum nível de desvio no terço apical. O grupo PT apresentou os maiores valores de desvio aos 2 mm, com diferença significativa em relação aos demais grupos. Quando comparado à média dos 3 mm finais do terço apical, somente houve diferença significativa entre os grupos PT e RP.

Pode-se afirmar que nenhum dos sistemas testados, foram capazes de manter a posição original do forame apical após o preparo do canal simulado, promovendo seu desvio em diferentes níveis, sendo necessário estudos futuros para se compreender de forma mais apurada, as alterações morfológicas produzidas por estes sistemas nos canais radiculares.

A extrusão apical de detritos produzidos durante a preparo do canal radicular foi avaliada por Genc Sen et al. (2018), comparando o desempenho dos instrumentos ProTaper Next, Reciproc e TF Adaptive. Foram selecionados 45 caninos superiores humanos extraídos de comprimento semelhante de 21mm a 23mm. Uma balança analítica foi usada para determinar o peso da tampa removida durante o acesso coronário, com um grau de precisão de  $10^{-5}$  g. A média de três medidas consecutivas as foram registradas como o peso inicial. As raízes foram inseridas em tubos e afim de equalizar a pressão do ar, uma agulha de calibre 27 foi colocada ao lado da tampa e em seguida, ligado a um tubo Eppendorf, e os tubos foram colocados em frascos. Um único operador, para evitar variações e eliminar desvios, executou todos os procedimentos de limpeza, modelagem e irrigação. As 45 raízes foram divididas aleatoriamente em três grupos experimentais com base no sistema utilizado - Grupo 1: limas na sequência ProTaper Universal. Grupo 2: limas adaptive TF e Grupo 3: sistema Reciproc R25. Os canais radiculares foram preparados de acordo com o fabricante de cada sistema. Após a troca de cada instrumento, foram utilizados 2 ml de água destilada para irrigação e um total de 10 ml de água destilada foi usado para cada raiz. Os dentes foram removidos dos tubos Eppendorf e as superfícies apicais dos dentes foram irrigadas com água destilada para coletar detritos aderidos. O peso seco dos detritos extrudados foi obtido após um período de armazenamento de 5 dias em uma incubadora a 68 °C. A extrusão de detritos apicais foi evidente em todos os grupos, e não houve diferença estatisticamente significativa na quantidade de extrusão de detritos entre os grupos. Todos os sistemas investigados foram associados à extrusão apical de detritos, e suas diferentes cinemáticas de movimento não afetaram significativamente a quantidade de extrusão de detritos apicais. No entanto, mais estudos são necessários para esclarecer a relação entre a quantidade de detritos extrudados e as crises pós-operatórias.

## 4. DISCUSSÃO

Em busca de esclarecer aos profissionais da odontologia sobre o uso dos sistemas automatizados na endodontia, foram realizadas pesquisas em trabalhos que abordavam sobre o tema, o que permitiu a análise das informações encontradas, baseadas em evidências científicas.

Todas as etapas a serem cumpridas nas diversas técnicas que envolvem um tratamento endodôntico apresentam uma total interdependência (PEREIRA et al., 2012). O preparo do canal radicular ou preparo químico mecânico (biomecânico) é uma das etapas envolvidas neste estruturado processo e o sucesso ou insucesso da endodontia depende muito deste momento (PEREIRA et al., 2012). Um grande desafio no preparo biomecânico é a variação anatômica dos canais radiculares, principalmente atrésicos e curvos, dificultando a realização de um preparo ideal (MACHADO et al., 2012). A fim de se obter uma obturação hermética e uma definitiva blindagem do canal principal e sua rede de canais acessórios, o preparo deve ser realizado da melhor forma possível, para tal, foram introduzidas no mercado, as ligas de níquel titânio (NiTi) apresentando mais segurança, alta flexibilidade, resultando em melhores preparos e com poucas alterações na anatomia original do canal (MACHADO et al., 2012).

As propriedades mecânicas das ligas de NiTi, propriedades gerais e seus tratamentos térmicos-mecânicos, foram estudadas por diversos autores como Zupanc et al. (2018), Tabassum et al. (2019), De-Deus et al. (2017), De Oliveira et al. (2015) e Gambarini et al. (2019), segundo esses, é considerável ressaltar algumas vantagens das ligas de NiTi, como excelentes propriedades mecânicas, alta flexibilidade, ótima resistência a corrosão, biocompatibilidade, melhores propriedades funcionais de efeito de memória de forma e superelasticidade.

O preparo biomecânico realizado com os sistemas rotatório foi estudado por diversos autores como Yoshinari et al. (2015), Lima et al. (2012) e Chaves et al. (2019), o qual encontraram bons resultados para esse sistema dentro do quesito de eficiência na limpeza dos canais radiculares e segurança durante a patência apical, porém existe o risco de fratura do instrumento como citado por Tavares et al. (2015). O retratamento utilizando os instrumentos rotatórios foi estudado por Mozardo et al. (2014) e Duque et al. (2015) no qual encontraram resultados satisfatórios para o devido uso.

O sistema reciprocante também foi estudado por diversos autores como De Graça et al. (2020), Bruschi et al. (2017), Pereira et al. (2012) e Kirchhoff et al. (2018), no qual relataram que esse sistema com suas características específicas, constituem instrumentos mais flexíveis e resistentes, resultando uma diminuição de fadigas cíclicas e torções desses instrumentos. Além disso, constataram que o sistema reciprocante é tão eficiente quanto o sistema rotatório no que diz respeito a redução microbiana e formatação do canal radicular, pois possui redução do tempo de trabalho e menor tendência de fraturas dos instrumentos.

Durante a instrumentação mecânica, para uma completa limpeza do canal, seria necessário que as limas tocassem em todas as áreas das paredes dentinárias para melhorar a sua qualidade, entretanto isso ainda não foi observado. Os autores Yoshinari et al. (2015) avaliaram em seu estudo sobre as áreas que não são tocadas durante a instrumentação dos canais radiculares e concluíram que não houve diferenças significativas no quesito eficiência da limpeza, utilizando as limas Protaper tanto na forma rotatória, quanto oscilatória. Por sua vez, os autores De-Deus et al. (2015) compararam os sistemas reciprocante e rotatório, e observaram que nenhum deles foi capaz de tocar em todas as paredes dentinárias para uma limpeza totalmente efetiva, porém obtiveram resultados positivos em relação à modelagem.

Além dos instrumentos automatizados não tocarem em todas as paredes dentinárias, durante o preparo, como visto anteriormente, podem causar algumas microfissuras dentinárias que podem comprometer o sucesso do tratamento, fato esse estudado por autores como Çiçek et al. (2015), que relataram que as limas manuais têm menor chances de causarem as microfissuras devido ao menor estresse dos instrumentos transmitidos à dentina, quando comparadas as limas rotatórias e reciprocantes de NiTi. Gergi et al. (2015), realizou outra análise, em que comparou o sistema rotatório e reciprocante, então verificaram durante o estudo que o último pode causar microfissuras mais completas do que o outro sistema.

Pode-se notar que há algumas diferenças entre os sistemas rotatório e reciprocante em diversos aspectos, contudo alguns deles serão mais explorados na tabela a seguir. O quadro abaixo apresenta os estudos comparativos dos sistemas automatizados, que apontam resultados positivos sobre o seu uso dentro da odontologia.

Tabela 1- Estudos sobre os Sistemas Rotatórios e Sistemas Reciprocantes.

<b>Autores</b>	<b>Sistemas Rotatórios x Sistemas Reciprocantes</b>	<b>Resultados</b>
<b>De Oliveira et al., 2015</b>	avaliaram a eficácia dos sistemas reciprocantes e rotatórios (Reciproc, ProTaper Universal) para desinfecção dos canais infectados com bactérias.	o sistema de instrumentação Reciproc não foi capaz de eliminar completamente as bactérias. Já o sistema ProTaper Universal foi eficaz na eliminação de todas as bactérias dos canais radiculares.
<b>De-Deus et al., 2015</b>	avaliaram a porcentagem de área não instrumentada com os sistemas reciprocante e um sistema rotatório convencional usando análise em microtomografia computadorizada (Micro-CT) .	Nenhum dos sistemas foram capazes de preparar todas as áreas dos canais radiculares.
<b>Çiçek et al., 2015</b>	avaliaram a formação de microfissuras dentinárias causadas pelas limas ProTaper Universal, ProTaper Next e WaveOne em comparação com as limas manuais.	As limas de NiTi rotatórias e reciprocantes causaram um percentual maior de formação de microfissuras do que as limas manuais.
<b>Gergi et al., 2015</b>	também avaliaram a frequência de microfissuras dentinárias após o preparo do canal com os instrumentos reciprocantes	No geral, a lima Reciproc produziu mais microfissuras do que os outros sistemas.

	(Reciproc e WaveOne) e rotatórios (Adaptive).	
<b>Troiano et al., 2016</b>	avaliaram as possíveis diferenças na capacidade de centralização com os sistemas rotatórios e reciprocantes (ProTaper Next e WaveOne).	o instrumento ProTaper Next determinou uma melhor capacidade de centralização em comparação com o WaveOne.
<b>Genc Sen et al., 2018</b>	compararam a relação de extrusão apical de detritos durante a preparação do canal radicular com os sistemas rotatórios (ProTaper Next, Twisted File, Adaptive) e sistemas reciprocantes (Reciproc).	todos os sistemas de instrumentação promoveram extrusão de detritos apicalmente.
<b>Meireles et al., 2017</b>	avaliaram a eficiência dos sistemas rotatórios e reciprocantes no que diz respeito a qualidade da limpeza e forma final obtida na modelagem dos canais radiculares.	os sistemas avaliados, tanto reciprocantes quanto rotatórios, apresentam uma satisfatória modelagem e limpeza do canal radicular.
<b>Costa et al., 2017</b>	avaliaram o desvio apical promovido pelos sistemas reciprocantes em comparação com sistemas rotatórios.	nenhum dos sistemas testados, foram capazes de manter a posição original do forame apical após o preparo do canal simulado, promovendo seu desvio em diferentes níveis.
<b>Dagna et al., 2016</b>	avaliaram a superfície dentinária dos canais	os sistemas rotatórios foram melhores do que

	<p>radiculares por meio do microscópio eletrônico de varredura (MEV), após utilização dos sistemas rotatórios e reciprocantes, a fim de avaliar a presença ou ausência da camada de smear layer.</p>	<p>os sistemas reciprocantes na obtenção de paredes limpas do canal.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

Fonte: Adaptado por Ramos, 2021.

Pode-se verificar por meio de avaliação criteriosa dos artigos que os benefícios da automatização na endodontia são relevantes e de suma importância frente ao desenvolvimento de novos materiais e instrumentos associados aos novos motores endodônticos, viabilizando uma endodontia mais previsível.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com os fatos observados, a endodontia mecanizada se mostrou de grande importância para ser utilizada na odontologia, devido às suas vantagens no cotidiano do cirurgião-dentista, além de ser uma prática mais previsível, mais rápida e menos traumática do que as convencionais. Entretanto, é preciso mais estudos, pois cada instrumento tem suas indicações e limitações, que devem ser levados em consideração para atingir o sucesso da terapia endodôntica.

## REFERÊNCIAS

- BRUSCHI, J.; BOFF, L. B.; MELO, T. A. F. Análise da capacidade de corte, tempo de preparo e desvio apical após instrumentação de canais curvos artificiais com os sistemas alternativos wave one ® e reciproc®. **RGO, Rev. Gaúch. Odontol.** vol.65, n.3, p.191-195, 2017.
- CHAVES, G. S. *et al.* Avaliação por TCFC do transporte do canal radicular após o uso de diferentes sistemas rotatórios de NiTi. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 28, n. 85, p. 57-61, 2019.
- ÇIÇEK, E. *et al.* Evaluation of microcrack formation in root canals after instrumentation with different NiTi rotary file systems: a scanning electron microscopy study. **Scanning**, v. 37, n. 1, p. 49-53, 2015.
- COSTA, E. L. *et al.* Desvio apical promovido por sistemas rotatórios e reciprocantes: estudo piloto em canais simulados. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 26, n. 79, 2017.
- DAGNA, A. *et al.* Debris evaluation after root canal shaping with rotating and reciprocating single-file systems. **Journal of functional biomaterials**, v. 7, n. 4, p. 28, 2016.
- DE-DEUS, G. *et al.* Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the Reciproc files. **Journal of endodontics**, v. 43, n. 3, p. 462-466, 2017.
- DE-DEUS, G. *et al.* Micro-CT evaluation of non-instrumented canal areas with different enlargements performed by NiTi systems. **Brazilian Dental Journal**, v. 26, n. 6, p. 624-629, 2015.
- DE-DEUS, Gustavo *et al.* Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. **International endodontic journal**, v. 43, n. 12, p. 1063-1068, 2010.
- DE SOUZA, F.; FRANCISCO J. **Endodontia passo a passo: Evidências clínicas.** Artes Médicas Editora, 2015.
- DUQUE, J. A. *et al.* Sistema rotatório Mtwo para retratamento endodôntico: revisão de literatura. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 24, n. 71, 2015.
- GAVINI, G. *et al.* Instrumentos de níquel-titânio em endodontia: uma revisão concisa do estado da arte. **Braz. oral res.** v. 32, n. 1, 2018.
- GAMBARINI, Gianluca *et al.* Differences in cyclic fatigue lifespan between two different heat treated NiTi endodontic rotary instruments: WaveOne Gold vs EdgeOne Fire. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 11, n. 7, p. 609, 2019.

GERGI, R. M.; OSTA, N. E.; NAAMAN, A. S. Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, Reciproc and WaveOne instruments. **European journal of dentistry**, v. 9, n. 4, p. 508, 2015.

GRAÇA, E. V.; PAIVA, S. S. M. Limas recíprocantes no canal radicular. **Cadernos de Odontologia do Unifeso**, v. 1, n. 2, 2020.

KIRCHHOFF, H. M., da CUNHA, V. M., KIRCHHOFF, A. L., MENDES, R. T., & de MELLO, A. M. D. instrumentação recíprocante: revisão de literatura. **Revista gestão e saúde**, v. 18, n. 1, p. 1984-8153, 2018.

KUZEKANANI, M. Nickel-Titanium Rotary Instruments: Development of the Single-File Systems. **Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry**, v. 8, n. 5, p. 386, 2018.

LIMA, T. F. R.; SOARES, A. J.; SOUZA-FILHO, F. J. Avaliação morfológica do forame apical após o preparo endodôntico com dois sistemas rotatórios. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v. 66, n. 4, p. 272-277, 2012.

MACHADO, Manoel Eduardo de Lima et al. Análise do tempo de trabalho da instrumentação recíproca com lima única: WaveOne e Reciproc. **Revista da associação paulista de cirurgiões dentistas**, v. 66, n. 2, p. 120-125, 2012.

MEIRELES, M. F.; ANJOS NETO, D. A. avaliação da qualidade de limpeza e modelagem de diferentes sistemas rotatórios: uma revisão de literatura. Disponível em: <http://openrit.grupotiradentes.com:8080/xmlui/handle/set/1946> Acesso em: 06 jun. 2021.

MEIRELES, Daniely Amorin et al. Endodontic treatment of mandibular molar with root dilaceration using Reciproc single-file system. **Restorative dentistry & endodontics**, v. 38, n. 3, p. 167, 2013.

MOZARDO, D. S. B. *et al.* Efetividade de um sistema rotatório para retratamento na remoção da obturação de canais radiculares. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v. 68, n. 3, p. 202-207, 2014.

MOHAMMADI, Z. *et al.* A review of the various surface treatments of NiTi instruments. **Iranian endodontic journal**, v. 9, n. 4, p. 235, 2014.

OLIVEIRA, M. J. C. *et al.* Soldabilidade de ligas com memória de forma níquel-titânio com aços inoxidáveis. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 10, n. 3, 2015.

PEREIRA, H. S. C.; SILVA, E. J. N.; & COUTINHO FILHO, T. S. Movimento recíprocante em Endodontia: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 69, n. 2, p. 246, 2012.

PEREIRA, H. S. C.; SILVA, E. J. N. L. COUTINHO-FILHO, T. S. Movimento recíprocante em Endodontia: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 69, n. 2, p. 246, 2013.

- SEN, O. G. *et al.* Evaluation of apically extruded debris using continuous rotation, reciprocation, or adaptive motion. **Brazilian dental journal**, v. 29, n. 3, p. 245-248, 2018.
- TABASSUM, S.; ZAFAR, K; UMER, F.; Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New?. **European endodontic journal**, v. 4, n. 3, p. 111, 2019.
- TAVARES, W. L. F. *et al.* Índice de fratura de instrumentos manuais de aço inoxidável e rotatórios de NiTi em clínica de pós-graduação em Endodontia. **Arquivos em Odontologia**, v. 51, n. 3, 2015.
- TROIANO, G. *et al.* Centering ability of ProTaper next and WaveOne classic in J-shape simulated root canals. **The Scientific World Journal**, v. 2016, 2016.
- VILAS-BOAS, R. C. *et al.* RECIPROC: Comparativo entre a cinemática recíproca e rotatória em canais curvos. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 22, n. 63, 2013.
- YIN, X.; CHEUNG, G. S.; ZHANG, C.; MASUDA, Y. M.; KIMURA, Y.; & MATSUMOTO, K. Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in C-shaped root canal system. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 4, p. 708-712, 2010.
- YOU, S. Y.; KIM, H. C.; BAE, K. S.; BAEK, A. H.; KUM, K. Y.; & LEE, W. C. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 9, p. 1296-1300, 2011.
- YOSHINARI, FRANCIELY MARIANI SILVA *et al.* Eficiência do sistema ProTaper na limpeza de canais radiculares achatados quando empregada as técnicas rotatórias e oscilatórias. **REVISTA UNINGÁ**, v. 45, n. 1, 2015.
- ZUOLO, M. L.; Kherlakian, D.; JUNIOR, J. E. M.; CARVALHO, M. C. C.; FAGUNDES, M. **Reintervenção em Endodontia**. Quintessence Editora, 2017.
- ZUPANC, J.; VAHDAT-PAJOUH, N. SCHÄFER, E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. **International endodontic journal**, v. 51, n. 10, p. 1088-1103, 2018.