



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
VINÍCIUS PEGLOW DA SILVA

**INCIDÊNCIA DE MICROTRINCAS EM CANAIS RADICULARES PREPARADOS  
POR SISTEMAS ROTATÓRIOS OU RECÍPROCANTES: UMA REVISÃO DA  
LITERATURA**

Porto Alegre  
2023

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
VINÍCIUS PEGLOW DA SILVA

**INCIDÊNCIA DE MICROTRINCAS EM CANAIS RADICULARES PREPARADOS  
POR SISTEMAS ROTATÓRIOS OU RECIPROCANTES: UMA REVISÃO DA  
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
(TCC) apresentado ao Centro  
Universitário Ritter dos Reis como parte  
das exigências para obtenção do título de  
bacharel em Odontologia.

**Orientadora:** Loíse Barbieri

Porto Alegre  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha orientadora e professora Loise Barbieri, por me apresentar a especialidade tão maravilhosa que é a endodontia e por todo ensinamento, compreensão e paciência, orientando-me sem medir esforço durante a realização deste trabalho.

Agradeço a minha mãe, Patrícia, meu porto seguro, minha companheira, que esteve do meu lado desde antes do início e vai estar até o fim. Sem ela, nada disso seria possível.

Agradeço a minha avó, Maria de Lourdes, por sempre me apoiar, me trazer à faculdade todos os dias e me acompanhar nessa etapa.

A minha família em especial meu pai, Wagner, e minha avó, Denise, por sempre fazerem de tudo por mim e por sempre me colocarem em suas orações.

Agradeço aos meus padrinhos, Lucas e Luani, por serem meus segundos pais, meus conselheiros, incentivadores e por me amarem tanto.

Agradeço a minha namorada, Milena, por ter estado ao meu lado em todos os momentos difíceis, por me ajudar a concluir este trabalho e por sempre me incentivar a nunca desistir.

A minha dupla de clínica, Thayna, agradeço pelos momentos de aprendizado e pelas ajudas em momentos de sufoco.

A minha colega Gabriela, agradeço pelo companheirismo, pela paciência e por tudo que fez por mim nesse ano, sou grato demais pela sua amizade.

Agradeço de modo geral aos professores da Uniritter, que fizeram com que eu amasse cada dia mais a profissão da minha vida, e por me ajudarem de alguma forma na conquista desse sonho. Meus sinceros agradecimentos.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Amostra demonstrando ausência de formação de microfissuras após a instrumentação do canal .....	18
<b>Figura 2</b> - Amostra demonstrando formação de microfissuras após instrumentação do canal.....	19
<b>Figura 3</b> - Seção transversal no 3mm sem quaisquer defeitos dentinários.....	20
<b>Figura 4</b> - Seção transversal no nível de 3 mm mostrando uma trinca completa.....	20
<b>Figura 5</b> - Seção transversal no nível de 6 mm sem nenhum defeito dentinário. ....	22
<b>Figura 6</b> - Seção transversal no nível de 6 mm mostrando uma trinca dentinária completa e parcial. ....	22
<b>Figura 7</b> - Porcentagem de raízes que apresentam defeitos dentinários após preparo biomecânico com sistemas de instrumento único. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos.....	23
<b>Figura 8</b> - Imagens microscópicas sob um aumento de 20x representando cada grupo experimental. Setas apontam os defeitos dentinários. (A) 'Ausência de defeitos'. (B) 'Outros defeitos'. (C) 'Fratura vertical de raiz'.....	24
<b>Figura 9</b> - A porcentagem total de dentes trincados com cada técnica de instrumentação.....	25
<b>Figura 10</b> - Imagens transversais de micro-tomografia computadorizada representativas obtidas de 6 incisivos inferiores antes e depois da preparação do canal radicular com ProTaper Universal para uso manual, Hyflex CM e Reciproc quando a instrumentação foi encerrada no AF e AF -1mm. As linhas de rachaduras são indicadas pelas setas. ....	26
<b>Figura 11</b> - Imagens representativas das secções horizontais da raiz em (a) 3 mm, (B) 6 mm e (C) e 9mm sem quaisquer rachaduras. ....	27
<b>Figura 12</b> - Imagens representativas das secções horizontais da raiz em (a) 3 mm, (B) 6 mm e (C) e 9mm. As flechas indicam as rachaduras. ....	28
<b>Figura 13</b> - Imagens estereomicroscópicas das secções transversais na raiz em nível apical: (A e B) sem defeito dentinário (grupo controle); (C e D) nenhum defeito dentinário após a instrumentação. ....	29
<b>Figura 14</b> - Porcentagens de defeitos dentinários em cada nível para todos os grupos. ....	29

<b>Figura 15-</b> Imagens estereomicroscópicas das secções transversais na raiz em nível apical: (A e B) trinca incompleta após a instrumentação; (C e D) linhas de fratura após a instrumentação. ....	30
<b>Figura 16-</b> seção do terço médio mostrando microfissuras no grupo OneShape. ....	31
<b>Figura 17-</b> Corte do terço cervical mostrando fratura completa no grupo RPTU. ....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AF</b>	Forame apical
<b>CD</b>	Cirurgião Dentista
<b>CT</b>	Comprimento de trabalho
<b>FVR</b>	Fratura vertical de raiz
<b>MF</b>	Memória de forma
<b>NiTi</b>	Níquel titânio
<b>OS</b>	OneShape
<b>PT</b>	ProTaper
<b>PTN</b>	ProTaperNext
<b>PTU</b>	ProTaperUniversal
<b>RCP</b>	Reciproc
<b>SAF</b>	Self Adjusting File
<b>SE</b>	Superelasticidade
<b>TFA</b>	Twisted File Adaptive
<b>WO</b>	WaveOne

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>8</b>
<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2.METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
3.1 PROPRIEDADES MECANICAS DO PROCESSOS DE INSTRUMENTAÇÃO MECANIZADA.....	12
3.2 SISTEMA ROTATÓRIO NO PREPARO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES.....	14
<u>3.3 SISTEMA RECIPROCANTE NO PREPARO DO SISTEMA DE CANAIS     RADICULARES.....</u>	16
<u>3.4 MICROFISSURAS NO PREPARO DO SISTEMA DE CANAIS     RADICULARES.....</u>	18
<b>4.DISSCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>5.CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>6.REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## RESUMO

A terapia endodôntica tem como objetivo realizar a limpeza, modelagem e obturação tridimensional dos canais radiculares. Uma das principais dificuldades reside no preparo dos canais radiculares, devido à complexidade anatômica e às limitações dos instrumentos utilizados. Com os avanços da tecnologia e da qualidade dos instrumentos odontológicos, a endodontia mecanizada ganhou espaço com dois tipos de sistemas, o rotatório e o reciprocante, que apesar de conterem cinemáticas diferentes, apresentam um fácil manuseio e uma melhor eficiência clínica. Entretanto, durante os procedimentos endodônticos, esses dois sistemas demonstraram uma aplicação repetida de forças nas estruturas radiculares, resultando na formação de microtrincas, que acabam se expandindo e causando fraturas por toda extensão da raiz. Objetivo: Revisar a literatura existente sobre as técnicas rotatória e reciprocante, em relação à formação de microtrincas no sistema de canais radiculares, e analisar qual sistema está mais relacionado à produção dessas microfissuras. Metodologia: Foram realizadas pesquisas nas bases de dados PUBMED, SCIELO, COCHRANE, AAE (Academia Americana de Endodontia) e SBENDO (Sociedade Brasileira de Endodontia) sobre o tema em questão, e os artigos relevantes foram selecionados manualmente. Considerações finais: Dentro dos limites desta revisão de literatura, se concluiu que o sistema rotatório apresentou uma maior incidência de microtrincas nos canais radiculares após o seu uso, quando comparado ao sistema reciprocante. Entretanto, cada instrumento utilizado na terapia endodôntica possui suas próprias indicações e limitações. E que para se obter sucesso no tratamento de canais, é fundamental ter conhecimento das características dos instrumentos utilizados, compreender a anatomia dos canais radiculares, dominar a técnica adequada e realizar mais estudos sobre o tema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Endodontia, Microtrinca, Rotatório, Reciprocante, NiTi.

## ABSTRACT

The objective of endodontic therapy is to clean, shape and fill three-dimensional root canals. One of the main difficulties lies in the preparation of root canals, due to the anatomical complexity and limitations of the instruments used. With advances in technology and the quality of dental instruments, mechanized endodontics has gained ground with two types of systems, rotary and reciprocating, which despite having different kinematics, are easy to handle and have better clinical efficiency. However, during endodontic procedures, these two systems demonstrated a repeated application of forces to the root structures, resulting in the formation of microcracks, which ended up expanding and causing fractures along the entire length of the root. Objective: Review the existing literature on rotational and reciprocating techniques, in relation to the formation of microcracks in the root canal system, and to analyze which system is more related to the production of these microcracks. Methodology: Searches were carried out in PUBMED, SCIELO, COCHRANE, AAE (American Academy of Endodontics) and SBENDO (Brazilian Society of Endodontics) databases on the subject in question, and relevant articles were selected manually. Final considerations: Within the limits of this literature review, it was concluded that the rotary system had a higher incidence of microcracks in the root canals after its use, when compared to the reciprocating system. However, each instrument used in endodontic therapy has its own indications and limitations. And that to be successful in the treatment of canals, it is fundamental to have knowledge of the characteristics of the instruments used, to understand the anatomy of the root canals, to master the adequate technique and to carry out more studies on the subject.

**KEYWORDS:** Endodontics, Microcracking, Rotary, Reciprocating, NiTi.

## 1 INTRODUÇÃO

A endodontia é a especialidade que preza o tratamento dos sistemas de canais radiculares e suas ramificações. Para que isso ocorra, o preparo biomecânico desses sistemas deve ser realizado, visando a limpeza, modelagem e desinfecção dos mesmos. Entretanto, o dia a dia clínico demonstra grandes desafios com variações anatômicas, canais atrésicos e curvos que dificultam a realização do preparo e demandam tempo profissional (AQUINO, et al., 2015).

Visando simplificar essa etapa do tratamento em 1988 os instrumentos rotatórios com ligas de níquel titânio (NiTi) entraram no mercado. Utilizando de micromotores com rotação cíclica no sentido horário, esse sistema apresentava uma pequena sequência de limas que além de ter fácil manuseio, também demonstrava uma melhor eficiência clínica em canais atrésicos e curvos, possibilitando um menor tempo de trabalho, conicidade e baixas taxas de irregularidades (VILASBOAS et al., 2013)

No percurso dos anos a odontologia foi evoluindo, se modificando e criando grandes avanços tecnológicos dentro da endodontia. Diversos estudos foram desenvolvidos com a finalidade de aprimorar técnicas e criar equipamentos cada vez melhores. Em 2008 a lima única foi introduzida no mercado, reduzindo a fadiga cíclica causada nos instrumentos rotatórios e mantendo uma instrumentação rápida, igualmente efetiva e com menos riscos de contaminação cruzada. Esta nova técnica, trouxe consigo um novo tipo de movimento, o reciprocante, com a sua cinemática diferente que alivia a tensão dos instrumentos, fazendo movimentos maiores no sentido anti-horário (90° a 170°) e menores no horário (30° a 50°), deixando de lado a sequência de limas, preconizadas no sistema rotatório. (YARED, 2008).

Os sistemas mecanizados podem gerar um aumento do estresse nas paredes e estruturas dentárias que circundam os canais, já que o movimento de fricção causado por esses instrumentos é alto. Desse modo, a chance de se criar linhas de fratura ou microtrincas na dentina radicular é muito maior (TOPÇOUGLU et al., 2014).

A aplicação de forças repetidas nessas estruturas durante os procedimentos endodônticos faz com que as microtrincas cedam, aumentando-as e desencadeando a formação de fraturas que podem envolver toda extensão da raiz (YOLDAS et al., 2012).

Tendo em vista essa realidade, o presente trabalho, através de uma revisão da literatura, tem como objetivo agrupar e esquematizar pesquisas sobre a instrumentação mecanizada (sistemas rotatórios e reciprocantes). Descrevendo os seus funcionamentos e comparando a maneira como ambos os sistemas agem sobre os canais radiculares na formação de microtrincas.

## **2 METODOLOGIA**

Este estudo consistiu em uma revisão de literatura baseada na busca de artigos científicos que tenham avaliado a presença de microtrincas após a instrumentação com os sistemas rotatórios e/ou reciprocantes. As buscas foram realizadas na base de dados PUBMED, SCIELO, COCHRANE, AAE (Academia Americana de Endodontia) e SBENDO (Sociedade Brasileira de Endodontia), utilizando os seguintes termos: Microtrinca, Rotatório, Reciprocante, NiTi. Foram incluídos artigos publicados no período de 2015 a 2023, em português, inglês e espanhol.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 PROPRIEDADES MECANICAS DO PROCESSOS DE INSTRUMENTAÇÃO MECANIZADA

O tratamento endodôntico tem como objetivo promover a desinfecção químico-mecânica, seguindo o princípio de “cleaning and shaping”. A instrumentação mecânica, deve sempre acompanhada de irrigação química para proporcionar a desinfecção do sistema de canais radiculares, mantendo sempre a forma espacial original, bem como a obturação tridimensional com material de selamento inerte e selamento coronal, impedindo a entrada de microorganismos (SCHILDER et al., 1974).

A redução do número de microorganismos do sistema de canais radiculares é um dos principais objetivos do tratamento endodôntico. Na porção apical dos canais radiculares, existe a dificuldade da limpeza efetiva. (BURKLEIN et al., 2012).

Os instrumentos endodônticos podem ser manuais, de aço inox ou níquel titânio. O processo de sanificação e modelagem dos sistemas de canais radiculares com limas manuais necessitam a utilização de muitas brocas e limas durante esse processo, sendo uma das grandes desvantagens apesar de ainda terem um bom resultado (LOPES NM et al., 2014).

Mais recentemente na endodontia, a técnica mecanizada tem sido muito utilizada para realizar a instrumentação dos canais radiculares por meios de movimento contínuo ou recíprocante com limas a base de Níquel Titânio, acionados por um motor endodôntico. Essa nova técnica de instrumentação deu um novo rumo à endodontia, tanto no aspecto clínico quanto social (BASSI et al., 2008).

Por conta disso que a endodontia fez do NiTi um de seus materiais mais importantes para a realização de tratamentos, sendo utilizado por clínicos geral e especialistas para facilitar a limpeza e modelagem dos canais radiculares. Demonstrando assim, um grande salto em qualidade quando comparada aos instrumentos de aço inoxidável que eram utilizados anteriormente. (GAVINI et al., 2018).

As ligas de NiTi contém 3 fases microestruturais: Martensita, Austenita e Fase R. Esse tipo de material recebe a capacidade especial de superelasticidade (SE) e memória de forma (MF). O conceito de memória de forma foi observado pela primeira vez em 1932 por Ölander durante a avaliação de uma liga cádmio-ouro. Junto disso ele pode perceber sua capacidade de Superelasticidade, que permite

que o material retorne a sua forma original após sofrer alguma carga e deformação substancial. A pesquisa também apontou que o NiTi permite que deformações de até 8% sejam recuperáveis, muito superior ao aço inoxidável, por exemplo, com um máximo de menos de 1%. Este tipo de propriedade é a consequência da transformação entre as fases austenita e martensita que ocorre por conta da temperatura e do estresse empregado ao instrumento. Permitindo assim a acomodação de maior tensão sem aumentar a deformação. (ÖLANDER et al., 1932).

As ligas de NiTi usadas no tratamento do canal radicular contêm cerca de 56% (peso) de níquel e 44% (peso) de titânio. Em algumas ligas de NiTi, uma pequena porcentagem (>2% em peso) de níquel pode ser substituída pelo cobalto. A combinação resultante é uma razão atômica de 1: 1 (equiatômica) dos componentes principais e, semelhante a outros sistemas metálicos, a liga pode alterar o tipo de ligação atômica que causa mudanças únicas e significativas em suas propriedades mecânicas e arranjo cristalográficos. (MOHAMMADI et al., 2014).

Esta propriedade distinta da liga de NiTi causou uma revolução na fabricação de instrumentos endodônticos já que são os únicos materiais disponíveis e acessíveis com flexibilidade e resistência para uso rotineiro principalmente em canais curvos (YA SHEN et al 2013).

Nas últimas duas décadas, esses instrumentos foram capazes de melhorar muito a modelagem e qualidade de limpeza dos canais radiculares, já que a sua super elasticidade e a memória de forma reduzem a possibilidade de transporte do canal, além de economia de tempo. O uso desse tipo de instrumento também é desafiador, exigindo conhecimento e experiência do profissional, já que seu uso aumenta a fadiga cíclica e conseqüentemente a probabilidade de fratura. (KUZEKANANI, M. et al., 2018)

Com o aumento da utilização do sistema mecanizado e das limas de níquel titânio, foi verificado que tratamento as ligas de níquel titânio podiam apresentar transformações em suas propriedades mecânicas, aumentando assim sua flexibilidade e resistência à fadiga cíclica. As ligas M-Wire são limas de níquel titânio e as mais atuais do mercado que passaram por esse tratamento térmico melhorando as propriedades do níquel titânio (SILVA EJNL et al. 2020).

Mesmo apresentando uma excelente flexibilidade e resistência, os instrumentos podem apresentar algumas injúrias como fraturas imprevistas como a

fadiga flexural e a fadiga torsional. A fadiga torsional acontece quando a ponta do instrumento se conecta com alguma porção interior do canal e ocorre a distensão da haste e o instrumento permanece girando. Já a fratura por fadiga flexural ocorre quando o instrumento é acometido por compressão e tensões de tração, nos locais onde o canal possui maior grau de curvatura. (VILLABOAS, et.al. 2013)

Como por exemplo, a lima ProTaper Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) que possui a mesma geometria da ProTaper Universal (Dentsply Maillefer), porém após passar por um tratamento térmico específico, ela se torna mais resistente e flexível (SILVA EJNL et al. 2020).

Ligas de NiTi tratadas termo-mecanicamente ficam mais flexíveis, apresentam um ângulo de deflexão maior e conseqüentemente uma maior resistência à fadiga cíclica (ZUPANC et al. 2018).

A questão da resistência à fadiga também foi observada no instrumento WaveOne Gold tratado com Ouro, e no instrumento EdgeOne Fire, que foi tratado com FireWire. Ao serem comparados e avaliados, pode-se perceber que o instrumento FireWire apresentou cerca de duas vezes mais resistência à fadiga cíclica quando comparado ao WaveOne. Tornando clara a eficácia de diferentes processos de tratamento (GAMBARINI et al., 2019).

### 3.2 SISTEMA ROTATÓRIO NO PREPARO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES

Tendo sido o primeiro método de instrumentação mecanizada, os sistemas rotatórios contínuos marcaram o início de uma nova fase dentro da endodontia, pelo aprimoramento e simplificação do tratamento de canais radiculares.

Seus primeiros relatos ocorreram por volta de 1885, onde uma lima composta de aço inoxidável era acoplada a um instrumento mecanizado com uma baixa velocidade de 100 rpm. Seu objetivo principal era impedir grandes deformações do canal. Com o passar das décadas esse objetivo se manteve, e em 1928, a empresa W&H, na Áustria, lançou um contra-ângulo com uma peça de mão chamada Cursor, que além de combinar a rotação com movimentos verticais, também representou grande avanço para o campo da endodontia. (SOUZA et al., 2020).

Mas foi em 2005 que um dos sistemas mais conhecidos, o Mtwo (VDW GmbH, München, Germany) foi introduzido no mercado. O seu método consiste

numa instrumentação motorizada em que a lima executa uma rotação ininterrupta em torno do seu corpo, em um movimento de 360° (AQUINO, et al., 2015).

Já que, esse tipo de instrumentação mecanizada utiliza das limas de Niti, mais flexíveis, o tratamento endodôntico se torna mais ágil e eficiente, facilitando o tratamento de canais atrésicos e curvos (PEREIRA et al., 2012).

Guelzow et al. (2005), apresentou uma pesquisa onde comparava seis sistemas rotatórios (Race, Hero 642, FlexMaster, Hero 642, K3, ProTaper e GT) com a instrumentação manual convencional. Um total de 147 molares inferiores foram divididos em 7 grupos, sendo que cada grupo utilizou um dos sistemas para realizar o preparo dos canais. Logo após foram realizados cortes transversais, que foram visualizados por microscópios e documentação fotográfica. Todos os dados obtidos dessa visualização foram analisados estatisticamente utilizando do teste de Kruskal-Wallis e o teste de Mann-Whitney. Foi possível perceber que todos os instrumentos de Ni-Ti mantiveram a curvatura original do canal e prepararam os canais mais rapidamente do que a técnica manual, sendo que o menor tempo para a instrumentação foi obtido com System GT (11,7 s). Em contrapartida o sistema ProTaper teve suas limas fraturadas em três raízes e os sistemas System GT, HERO 642, K3 e a técnica manual resultaram em uma fratura cada.

A segurança em relação a fratura de instrumentos também foi avaliada em um curso de pós-graduação na New York University College of Dentistry. Foi realizada a instrumentação de 3181 canais com quatro diferentes sistemas rotatórios (ProFile, ProTaper, GTRotary e K3Endo). E determinaram que, apesar de existir, a incidência de fratura dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio foi baixa, o que sustenta o seu uso contínuo no tratamento dos canais radiculares (DI-FIORE et al.,2006).

Além das diversas pesquisas realizadas, hoje em dia estima-se que existam cerca de vinte tipos de sistemas rotatórios, com diferentes desenhos, técnicas, conexidades, protocolos de utilização, torques e velocidades. Podendo ser usadas em combinações diversas pelo CD. Os próprios instrumentos sofreram modificações e evoluções, podendo apresentar pontas não cortantes, guias radicais e cortes transversais. Os sistemas ProTaper Universal, K3, Hero, MTwo e Race são os mais representativos. Demonstrando um tempo de trabalho reduzido, segurança e uma melhor qualidade nos preparos (BERGMANS L et al.,2001).

Todavia, com uso constante desta nova técnica de instrumentação, suas falhas foram evidenciadas e a presença de micro trincas, trincas parciais e “outros

defeitos” em canais radiculares tem sido observada. Este tipo de injúria se mostrou muito presente em um estudo, realizado em 150 pré-molares inferiores, que avaliava a capacidade de formação de microfissuras de diferentes instrumentos rotativos (SystemGT, ProFile e ProTaper) de níquel-titânio (BIER et al., 2009).

### 3.3 SISTEMA RECIPROCANTE NO PREPARO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES

Apesar de inicialmente os sistemas de instrumentação rotatória de Níquel-titânio terem sido designados para uso em rotação contínua, e a baixas rotações por minuto (rpm), com intuito de melhores resultados ainda, as limas utilizadas em rotação contínua foram submetidas a um novo tipo de rotação, a alternada ou o movimento recíprocante (YOU et al., 2011).

O avanço da lima de NiTi no sistema recíprocante dentro do conduto, ocorre em um ângulo rotacional de maior amplitude para o sentido horário e  $\frac{1}{4}$  de volta no sentido anti-horário, favorecendo a resistência do instrumento quanto à fadiga cíclica. Benefício que não era presente no antigo modelo de rotação contínua (DE-DEUS et al., 2010)

Uma lima rotatória de NiTi pode apresentar melhor performance quando utilizadas em movimento oscilatório recíproco, pois o movimento de “vai e vem” aumenta a segurança do instrumentador e diminui o risco de fadiga cíclica do instrumento, além de manter o formato original do canal proporcionando menos desvios (FRANCO et al., 2011).

Uma nova técnica foi incluída para o movimento recíprocante que prometia usar apenas uma única lima de níquel titânio para a confecção do preparo do canal. Em sua pesquisa usou como base as forças balanceadas de Roane ao utilizar um motor elétrico italiano ATR que mantinha então um movimento de  $120^\circ$  no sentido horário e  $30^\circ$  no sentido contrário, acoplado a uma lima rotatória NiTi (Protaper F2) com movimento recíprocante. Conseguindo assim diminuir a quantidade de materiais necessários para o tratamento, simplificando a técnica e consequentemente reduzindo custos. (YARED et al 2008; ROANE et al 1985)

Portanto, esse novo sistema baseia-se no uso de um instrumento único para realizar todo o tratamento endodôntico, sem qualquer tipo de preparo da embocadura do canal, dispensando o uso seja de limas manuais ou broca do tipo

Gates-Glidden ou Largo. Sendo essa a única lima responsável por preparar e modelar o canal radicular, com ou sem curvatura, atrésico ou não (YARED et al., 2008).

Esta técnica inicialmente proposta por Yared G. relata que a instrumentação recíprocante foi sugerida justamente com o intuito de combater as desvantagens que a rotação contínua havia apresentado. A partir de então dezenas de pesquisas e protocolos de instrumentações começaram a surgir à semelhança do sistema de Yared. (PEREIRA et al.,2012)

Em 2011, devido a aprovação e sucesso desse novo modelo, foram criados dois sistemas que seguiam a mesma finalidade de instrumentação do canal com uma única lima de movimento recíproco, o Reciproc (RCP) e o WaveOne (WO). Estes instrumentos foram fabricados a partir de uma nova tecnologia MWire, que tem demonstrado uma maior resistência à fadiga, mais segurança ao CD durante o preparo, maior flexibilidade para canais curvos e melhores propriedades mecânicas (PEREIRA.; SILVA.; FILHO, 2012).

A maior longevidade, resistência a deformações e capacidade de corte desses instrumentos foi avaliada por Kowalczuck et al. (2016) ao utilizar cinco limas Reciproc® R25 em cinco grupos, onde cada grupo tinha seus canais preparados dez vezes com o mesmo instrumento. Com a ajuda de um software pode se perceber, que apesar de ter uma grande capacidade de corte e alargamento, essas propriedades diminuem gradualmente após o seu uso repetitivo, principalmente por volta da 8ª e 9ª repetição. Apesar disso, as análises de imagem demonstraram que seu uso repetitivo não revelou nenhum indício de deformação plástica ou fratura de instrumento.

A instrumentação recíprocante representa de fato um grande avanço para a endodontia. Entretanto, a principal desvantagem apontada se dá, devido aos cortes excessivos do instrumento. Por se tratar de um preparo com lima única sem nenhum alargamento prévio o uso direto deste instrumento já demonstrou o aparecimento de microfissuras nas paredes dos canais. Além de que ocorre a produção de uma grande quantidade de detritos que são facilmente acumulados, devido ao tipo de movimento realizado durante a instrumentação recíprocante. Demonstrando um significativo contraponto em relação aos princípios preconizados para realização de um tratamento de canal satisfatório (KIRCHHOFF et al., 2018).

### 3.4 MICROFISSURAS NO PREPARO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES

Independente da técnica e do sistema de limas empregado, o seu uso pode enfraquecer significativamente as paredes das raízes devido ao desgaste e estresse causado na dentina, podendo gerar então microtrincas e fraturas radiculares (MEISTER et al., 1980).

No dia a dia clínico os dentes com esses tipos de defeitos dentinários representam um grande desafio para o CD, tanto em questão de diagnóstico quanto de tratamento. Já que o profissional pode apenas se basear em exames complementares ou na sintomatologia que é relatada pelo paciente, que por vezes pode se resumir em: dor localizada durante a mastigação ou sensibilidade ao frio sem fator etiológico (LUBISICH EB et al., 2010).

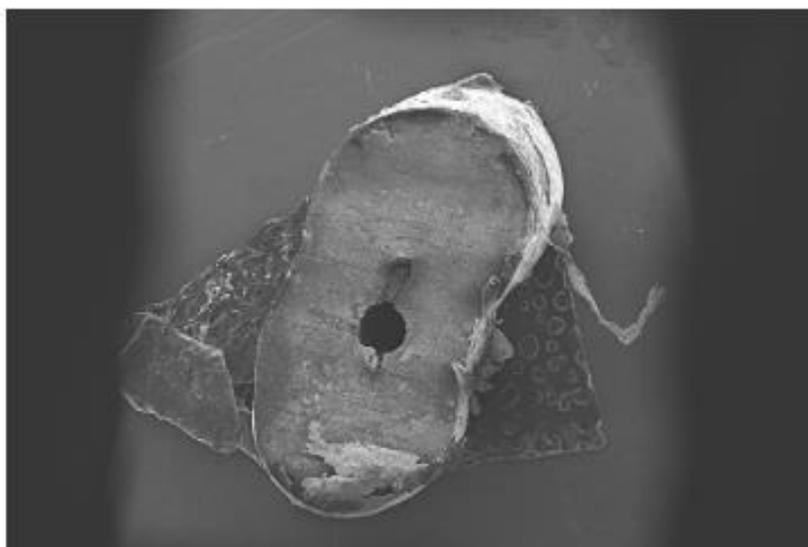
As microtrincas tendem a evoluir e causar a propagação de uma linha de fratura que pode levar a uma fratura completa de raiz e até mesmo a perda do elemento. As fraturas representam 10,9% das causas de extrações dentárias, com maior incidência em dentes tratados endodonticamente, já que estão diretamente ligadas à necrose pulpar e ao foco de infecção (OLIVEIRA et al., 2017; FUSS Z et al., 1999).

Uma trinca longitudinal por exemplo, pode criar uma ligação entre o interior do canal e o meio externo, permitindo a passagem de microrganismos e o estabelecimento de um biofilme em toda sua extensão, gerando uma contaminação generalizada (BELOBROV I et al 2008).

Çiçek et al. (2015) notou a formação de microfissuras dentinárias após realizar a instrumentação dos canais de 35 molares inferiores com limas rotatórias ProTaper Next (PTN) e Protaper Universal (PTU). O sistema PTN preparou os canais com limas X1 e X2 até o Comprimento de Trabalho (CT), e o sistema PTU utilizou de uma lima SX para aumentar a porção coronária dos canais, junto de uma sequência de limas completas, preconizada pelo fabricante, para se chegar no CT. Limas manuais de Niti realizaram a instrumentação dos demais canais e serviram de grupo de controle. A análise estatística do estudo foi realizada com o software SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA Estados Unidos da América) e seus resultados apontaram que a maior porcentagem de defeitos foi observada nos 3mm apicais desses grupos de instrumentos. E num âmbito geral as limas PTN e PTU de sistema

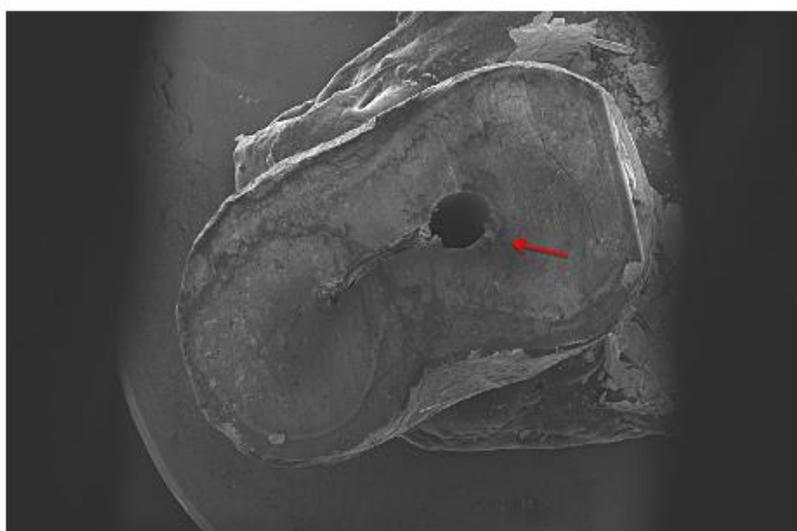
rotatório formaram significativamente mais microtrincas que o grupo de controle, que teve seus canais instrumentados com limas manuais de Niti.

Figura 1 - Amostra demonstrando ausência de formação de microfissuras após a instrumentação do canal.



Fonte: Çiçek; Scanning (2015).

Figura 2 - Amostra demonstrando formação de microfissuras após instrumentação do canal.



Fonte: Çiçek; Scanning (2015).

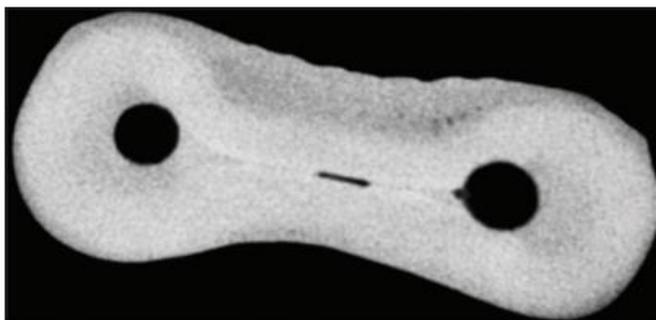
Liu et al. (2013) realizou uma pesquisa com o sistema de múltiplas limas PTU, para avaliar as suas incidências de formação de microtrincas em raízes após realização do preparo biomecânico. Para realização de seu estudo foram

selecionados vinte incisivos inferiores para serem tratados, sendo que outros vinte foram separados e utilizados como grupo de controle. Os dentes foram montados em bloco de resina e tiveram ligamentos periodontais simulados e os ápices expostos. Em seguida tiveram seus canais previamente alargados com Gates-Glidden e instrumentados até o CT. Após a devida instrumentação a superfície apical de todas as raízes foram seccionadas horizontalmente em três partes (2, 4 e 6 mm), com uma serra de baixa velocidade sob irrigação com água. Todos os dentes tiveram suas superfícies coradas com uma solução azul de metileno para facilitar a visualização de defeitos dentinários. As imagens obtidas, pré e pós instrumentação, foram registradas através de um estereomicroscópio (Zeiss Stemi SV6; Carl Zeiss, Jena, Alemanha) com aumento de 20x. Após a análise estatística, pode-se perceber que o instrumento Protaper causou microfissuras em todos os níveis de corte, sendo que dos vinte dentes selecionados, dez apresentaram essas injúrias (50%). Dentro das condições deste estudo o autor concluiu que o instrumento ProTaper causou uma quantidade significativa de microfissuras.

Gergi et al. (2015), também avaliaram a frequência de microfissuras dentinárias observadas após o preparo do canal radicular, porém com dois instrumentos reciprocantes (Reciproc e WaveOne). Neste estudo foram selecionados sessenta primeiros e segundos molares inferiores extraídos, que foram divididos em dois grupos, para serem preparados cada um com um tipo de instrumento reciprocante. As raízes selecionadas seguiram um padrão de 18 mm de comprimento e foram avaliadas previamente com um estereomicroscópio de ampliação para excluir a possibilidade de qualquer trinca pré-existente. Os canais foram instrumentados com cada um dos sistemas, de acordo com as instruções do fabricante, e tiveram suas raízes seccionadas horizontalmente. Utilizou-se um estereomicroscópio digital (Expert DN) com ampliação de 25x para realizar tomadas fotográficas de três pontos de seus ápices (15, 9 e 3 mm). A aparição de fraturas, rachaduras incompletas, linhas de fratura e seus comprimentos foram registrados usando o software Image J. As incidências dos diferentes defeitos foram analisadas com o teste de Fischer e o qui-quadrado com uma significância estabelecida em  $P < 0,05$ . Os resultados obtidos apontaram, que a RCP produziu fissuras significativamente mais completas em comparação com a WO ( $P = 0,32$ ). Na seção de 9 mm, apenas o sistema RCP produziu uma quantidade maior de rachaduras incompletas ( $P = 0,032$ ). Já em 15 mm, não foi encontrada diferença significativa

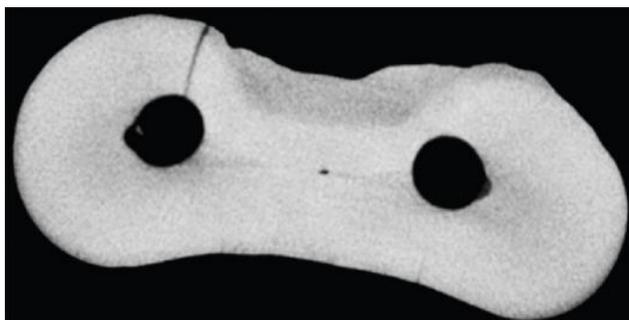
entre os dois sistemas ( $P > 0.05$ ). Ou seja, sob as limitações do estudo, concluiu-se que os dois sistemas recíprocos (Reciproc e WaveOne) causaram algum tipo de dano às raízes, mas o sistema RCP causou mais.

Figura 3- Seção transversal no 3mm sem quaisquer defeitos dentinários.



Fonte: Gergji; Eur J Dent (2015).

Figura 4- Seção transversal no nível de 3 mm mostrando uma trinca completa.

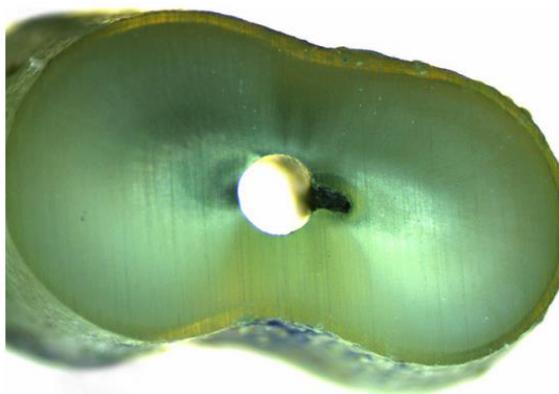


Fonte: Gergji; Eur J Dent (2015).

Bürklein et al. (2013) avaliaram a incidência de defeitos dentinários após o preparo de canais radiculares com instrumentos de lima única Recíprocos (RCP e WO). Foram separados 20 dentes para cada instrumento, sendo que outros 20 não foram instrumentados e serviram como grupo de controle. As raízes sofreram três cortes horizontais em 3, 6 e 9 mm do ápice e em seguida foram avaliados por um microscópio com uma lente de 25x de ampliação. Após os resultados serem contabilizados, a presença de defeitos dentinários (rachaduras completas/incompletas e linhas de fissuras) foi analisada estatisticamente por meio do teste qui-quadrado. Os dados demonstraram que ambos os sistemas criaram defeitos dentinários nos canais, mas em geral a instrumentação com RCP foi

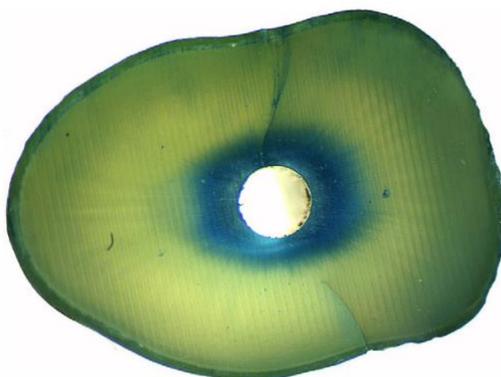
associada com rachaduras mais completas ( $P = 0,021$ ). E em relação à secção apical (3mm), as limas reciprocantes causaram mais rachaduras incompletas. ( $P = 0,001$ ). O autor concluiu que em um âmbito geral as limas reciprocantes (RCP e WO) causaram danos significativos aos canais radiculares durante a realização do estudo, sendo que a RCP se sobressaiu.

Figura 5 - Seção transversal no nível de 6 mm sem nenhum defeito dentinário.



Fonte: Bürklein; J Endod (2013).

Figura 6- Seção transversal no nível de 6 mm mostrando uma trinca dentinária completa e parcial.

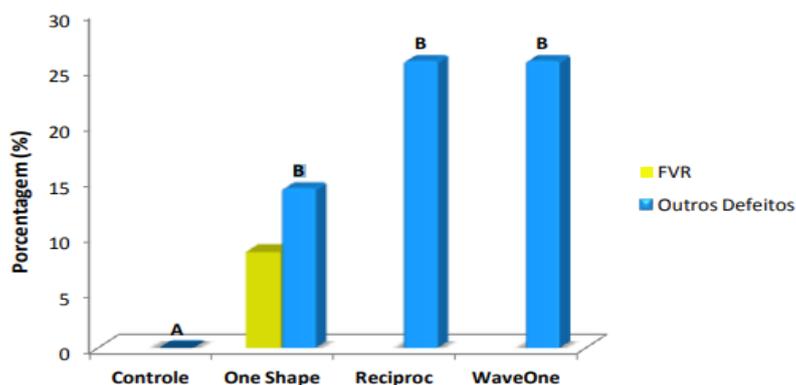


Fonte: Bürklein; J Endod (2013).

## 4 DISCUSSÃO

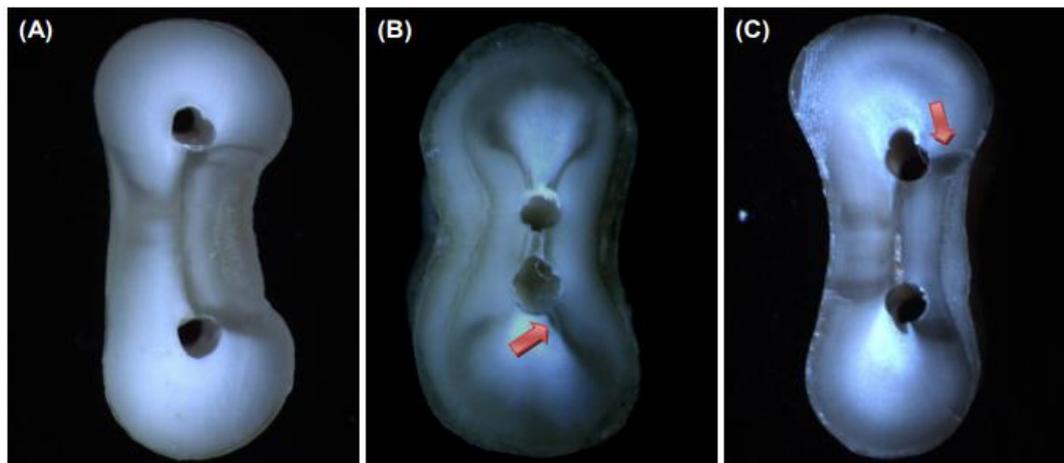
Com o objetivo de achar uma correlação entre a incidência de microtrincas e o uso de diferentes sistemas mecanizados Rafael Pillar em 2013 selecionou cento e quarenta raízes mesiais de molares inferiores e as dividiu aleatoriamente em quatro grupos. O primeiro grupo, de controle, não sofreu nenhuma intervenção. Já as demais raízes foram instrumentadas pelos sistemas recíprocos WO e RCP, e por um instrumento rotatório, One Shape (OS), sendo que cada sistema constituiu um grupo. Em seguida uma máquina de corte preciso (IsoMet 1000 Precision Saw) realizou três seções horizontais nas raízes, em 03, 06, e 09 mm a partir do ápice. Depois de serem examinadas com um estereomicroscópio (Zeiss Stemi SV6, Carl Zeiss) sob um aumento de 20x, as três porções sofreram três tipos de categorização sendo, 0 Ausência de defeitos; 1- Outros defeitos: 2- Fratura Vertical da Raiz. Os resultados obtidos a partir disto foram analisados estatisticamente com os testes Qui-quadrado e Exato de Fisher, para comparar as diferenças entre os grupos. Se constatou que o grupo controle não apresentou defeito. Sendo que os grupos recíprocos RCP e WO apresentaram mais defeitos, 25,7% cada, do que o grupo One Shape, com 14,3%. Entretanto, o grupo OS foi o único que apresentou Fratura Vertical de Raiz (FVR). De uma forma geral o autor concluiu que ambos os sistemas (rotatórios e/ou de reciprocidade) podem causar danos significativos na dentina radicular ao realizarem o preparo biomecânico.

Figura 7 - Porcentagem de raízes que apresentam defeitos dentinários após preparo biomecânico com sistemas de instrumento único. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante entre os grupos.



Fonte: Pillar; Universidade Federal de Santa Maria (2013).

Figura 8 - Imagens microscópicas sob um aumento de 20x representando cada grupo experimental. Setas apontam os defeitos dentinários. (A) 'Ausência de defeitos'. (B) 'Outros defeitos'. (C) 'Fratura vertical de raiz'.

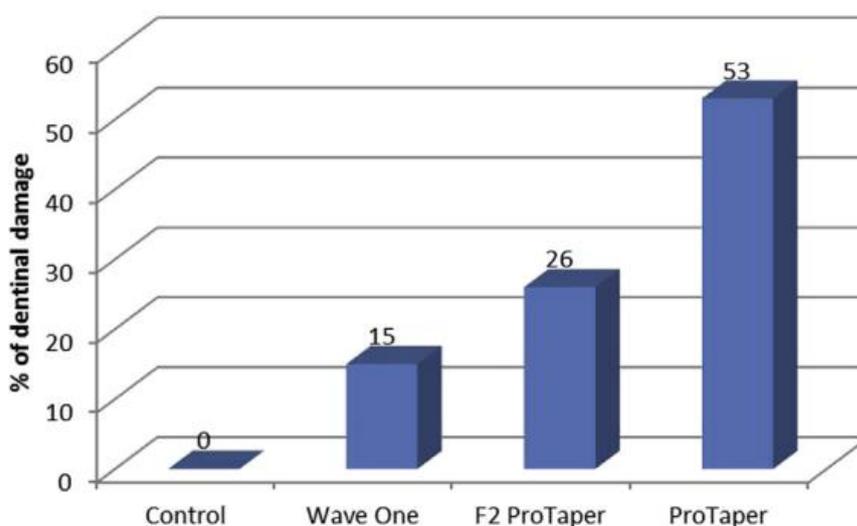


Fonte: Pillar; Universidade Federal de Santa Maria (2013).

O papel das cinemáticas dos instrumentos mecanizados na criação de defeitos dentinários não havia ficado muito esclarecido para Kansal et al. (2014). Por isso, em 2014, com o objetivo de analisar e comparar a influência de sistemas rotatórios e recíprocos sobre as raízes, foram selecionados 120 pré-molares inferiores para estudo. Os trinta primeiros elementos dentários não sofreram nenhum tipo de instrumentação, e serviram como grupo de controle. Os 90 dentes restantes foram divididos em 3 grupos; as amostras do Grupo 1 tiveram seus preparos realizados pelo sistema WO; o Grupo 2 com o sistema recíproco ProTaper (PT) trabalhando com a lima única F2 e o Grupo 3 com ProTaper sequencial (Dentsply Maillefer) até a lima F2 trabalhando em movimento de rotação contínua. Após realizadas as instrumentações as raízes foram seccionadas em 3 regiões a partir do ápice, em 3, 6 e 9 mm, para serem observadas por um estereomicroscópio e assim avaliar presença de microtrincas dentinárias. Os resultados obtidos demonstraram que os sistemas WO, F2 PT em movimento recíproco e grupos ProTaper sequencial em movimento rotatório causaram rachaduras em 15%, 26% e 53% das amostras, respectivamente. De forma geral pode se observar que houve uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos de sistemas recíprocos (WO e F2 PT recíprocante) e o grupo de rotação contínua (ProTaper sequencial). Entretanto ao se comparar os sistemas de rotação recíprocos entre si, nenhuma diferença significativa foi encontrada. Por isso, dentro dos limites deste estudo e da atual

literatura, os autores concluíram que as fissuras dentinárias se tornam presentes independente do movimento utilizado na preparação do canal e essa incidência é menor ao se utilizar instrumentos em movimento recíprocante.

Figura 9- A porcentagem total de dentes trincados com cada técnica de instrumentação.

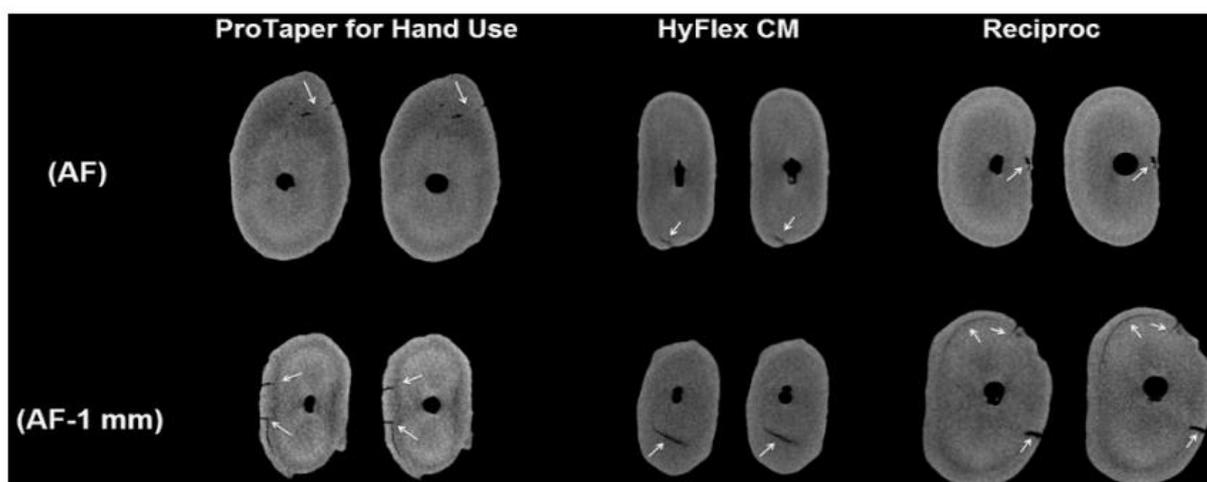


Fonte: Kansal; J Endod (2014).

Um estudo realizado por Oliveira et al. (2017) investigou a formação de defeitos dentinários na região apical após a modelagem do canal radicular utilizando os instrumentos PTU (Dentsply Maillefer), HyFlex CM (Coltene-Whaledent) e RCP (VDW) em dois diferentes comprimentos de trabalhos. Foram selecionados sessenta incisivos inferiores com canal único para o estudo e eles foram divididos de acordo com o tipo de instrumento e o CT usados para preparação dos canais. Os comprimentos em que ocorreram as instrumentações foram em 1mm aquém do forame apical (AF - 1mm) e diretamente no forame (AF). O grupo PTU utilizou a lima de forma manual, até a lima F2; os grupos Hyflex CM e RCP foram instrumentados com motor X Smart Plus (Dentisply). As raízes foram observadas nos dois CTS através de uma varredura micro-tomografica computadorizada em uma resolução isotrópica de 14  $\mu$ m, antes e depois da preparação do canal, para detectar a presença de microfissuras nas porções apicais. Os resultados revelaram que 17

(28,3%) espécimes já apresentavam microfissuras antes da instrumentação. As instrumentações realizadas diretamente no AF revelaram uma microtrinca no grupo PTU; três no grupo Hyflex CM e duas microtrincas no grupo preparado com RCP. Já as instrumentações finalizadas em AF -1mm demonstraram três microtrincas no grupo PTU e quatro nos grupos Hyflex CM e RCP. Sendo que todos esses defeitos já estavam presentes no canal antes do seu preparo com os instrumentos. Dentro das limitações do estudo pode-se concluir que independente do CT ou sistema utilizado nenhum novo defeito foi gerado aos canais radiculares.

Figura 10- Imagens transversais de micro-tomografia computadorizada representativas obtidas de 6 incisivos inferiores antes e depois da preparação do canal radicular com ProTaper Universal para uso manual, Hyflex CM e Reciproc quando a instrumentação foi encerrada no AF e AF -1mm. As linhas de rachaduras são indicadas pelas setas.

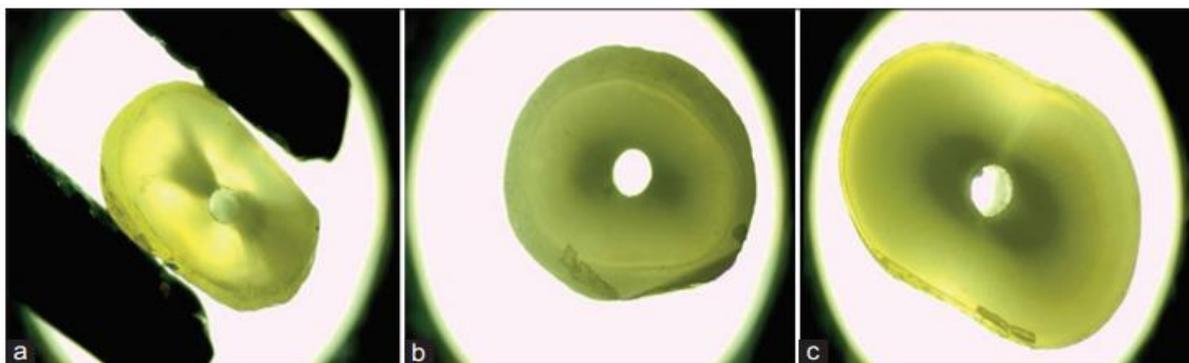


Fonte: de Oliveira; J Endod (2017).

Kesim et al (2017) foi comparar a incidência de trincas radiculares após a instrumentação do canal radicular com instrumentos de NiTi utilizando diferentes cinemáticas de instrumentação. Um total de cento e cinquenta pré-molares inferiores extraídos, com seus ápices fechados. Inicialmente suas porções coronárias foram removidas usando uma broca diamantada, deixando apenas raízes com aproximadamente 12 mm de comprimento e com canais retos. Todas as raízes foram inspecionadas com um estereomicroscópio (BX60; Olympus, Tóquio, Japão)

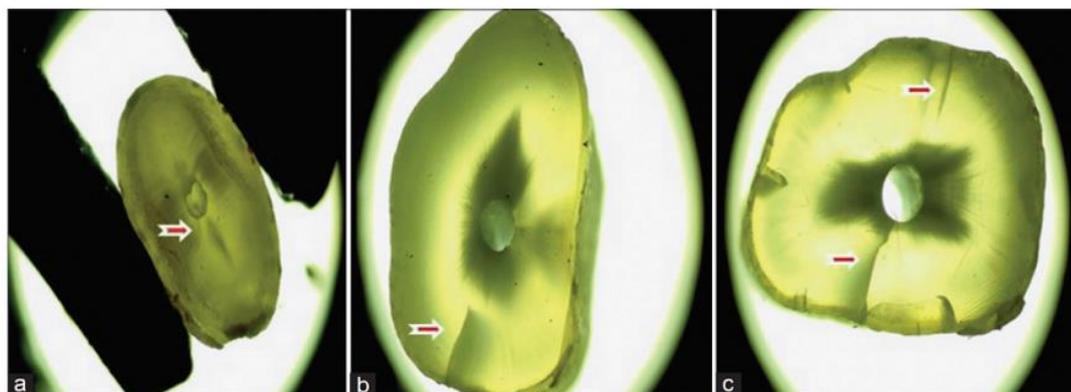
com ampliação de 12 x para detectar quaisquer defeitos externos ou rachaduras preexistentes. Depois de selecionados, os dentes foram divididos em cinco grupos. No Grupo 1 (grupo de controle), trinta dentes foram preparados com as limas manuais convencionais tipo-K, no Grupo 2, mais trinta dentes foram instrumentados com limas rotatórias K3XF (SybronEndo), no Grupo 3, a instrumentação foi realizada com limas rotatórias PTN, no Grupo 4, com as limas RCP e no Grupo 5, os últimos trinta dentes pelas limas TF Adaptive (TFA). Todas as raízes foram cortadas horizontalmente em 3, 6, e 9 mm a partir do vértice. Em seguida tiveram essas porções avaliadas por um estereoscópico para determinar a presença de microfissuras dentinárias. Observou-se que nos terços apicais em 3mm e coronário em 9mm, as limas TFA e PTN produziram bem mais fissuras quando comparado às limas tipo-K, K3XF e RCP ( $P < 0,05$ ). Sendo assim foi possível concluir que dentro das limitações do estudo, todos os instrumentos causaram microfissuras nas paredes dos canais em algum grau. Mas as limas rotatórias TFA e PTN demonstraram causar significativamente mais danos que os demais sistemas.

Figura 11- Imagens representativas das secções horizontais da raiz em (a) 3 mm, (B) 6 mm e (C) e 9mm sem quaisquer rachaduras.



Fonte: Kesim;Eur J Dent (2017).

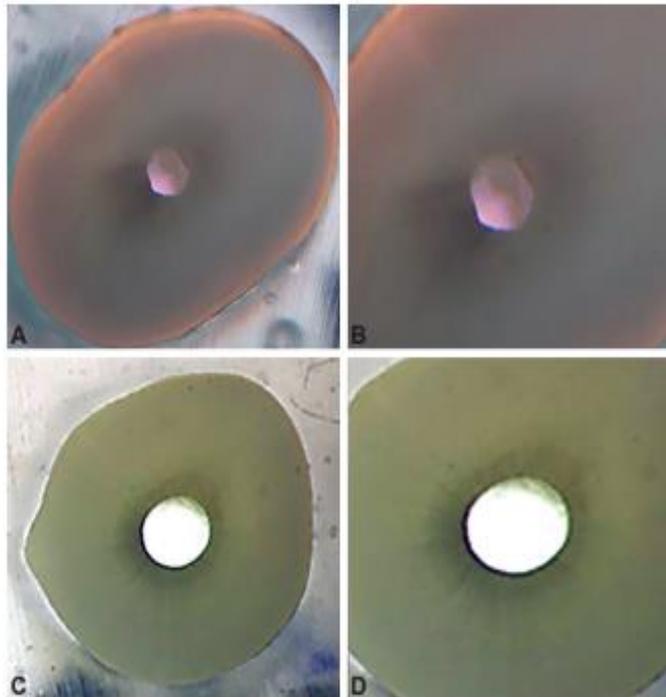
Figura 12- Imagens representativas das secções horizontais da raiz em (a) 3 mm, (B) 6 mm e (C) e 9mm. As flechas indicam as rachaduras.



Fonte: Kesim;Eur J Dent (2017).

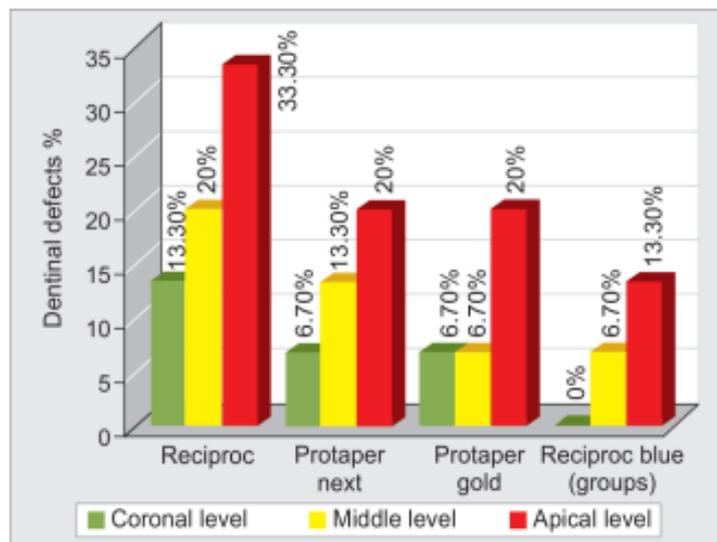
Salsabeil W Hussien et al 2019 investigaram a incidência de defeitos dentinários causadas pelos instrumentos reciprocantes (RECIPROC e RECIPROC Blue), e rotatórios (ProTaper Gold, PTN). Setenta e cinco raízes palatinas de primeiros molares superiores foram aleatoriamente divididas em cinco grupos. Sendo que cada grupo continha quinze amostras (N = 15). No grupo 1 as raízes foram preparadas com a lima única do Sistema RCP, no grupo 2 com sistema PTN, grupo 3 instrumentado pelo Sistema PT GOLD, grupo 4 com lima única RCP Blue e por fim Grupo 5, determinado como grupo controle, não realizou nenhum preparo. Todas as instrumentações foram realizadas de acordo com as recomendações do fabricante, seguindo suas sequências e determinações. Cada amostra de raiz foi seccionada horizontalmente em 2 mm, 4,5 mm e 7 mm, respectivamente, a partir do ápice. Posteriormente, as três porções foram observadas em um estereomicroscópio com aumento de 25X e analisadas estatisticamente usando o teste de Fisher. Os resultados obtidos a partir disso revelaram que as raízes instrumentadas pelo RCP apresentaram as maiores incidências de defeitos dentinários (60%), seguido por PTN (26,7%), ProTaper Gold (20%) e depois o grupo RCP blue (13,3%) que demonstrou a menor incidência. Os grupos RCP e RCP Blue demonstraram uma diferença significativa quando comparados entre si, entretanto ao comparar pares de grupos poucas diferenças foram encontradas. E o mesmo aconteceu ao relacionar os defeitos dentinários encontrados em cada nível (apical, médio, coronal), tanto ao comparar diferentes níveis no mesmo grupo, quanto comparar diferentes grupos ao mesmo nível. PERGUNTAR DAS TABELAS DE PORCENTAGEM

Figura 13- Imagens estereomicroscópicas das secções transversais na raiz em nível apical: (A e B) sem defeito dentinário (grupo controle); (C e D) nenhum defeito dentinário após a instrumentação.



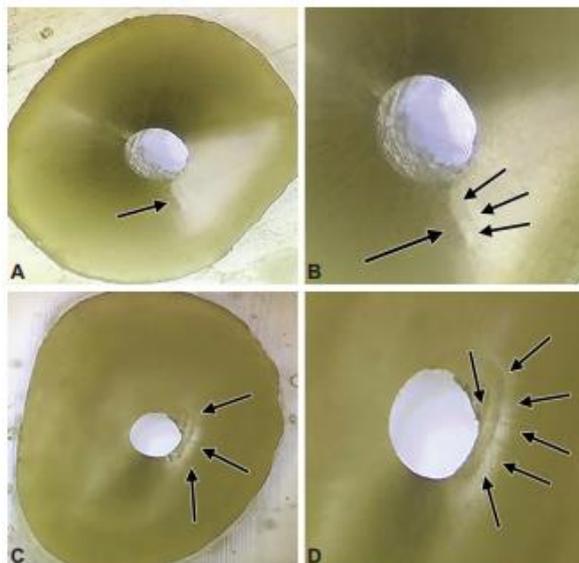
Fonte: Hussien; J Contemp Dent Pract (2019).

Figura 14- Porcentagens de defeitos dentinários em cada nível para todos os grupos.



Fonte: Hussien; J Contemp Dent Pract (2019).

Figura 15- Imagens estereomicroscópicas das secções transversais na raiz em nível apical: (A e B) trinca incompleta após a instrumentação; (C e D) linhas de fratura após a instrumentação.

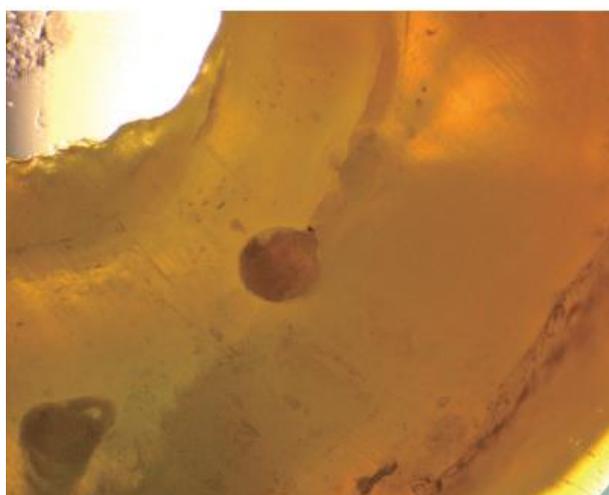


Fonte: Hussien; J Contemp Dent Pract (2019).

Já Rahhali Mohamed (2021) com o intuito de detectar a formação de microfissuras radiculares em dentes posteriores reuniu 160 primeiros molares inferiores com um comprimento médio das raízes mesiais de 17mm. Sendo que os elementos que tivessem reabsorção externa, curvaturas acentuadas, ápices abertos, fissuras ou rachaduras em região radicular pré-existente, foram eliminados da pesquisa. Após serem montados em blocos de resina com ligamentos periodontais simulados, os dentes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos. Sendo que o grupo 1 (de controle) tiveram seus canais tratados com limas K. O Grupo 2 realizou a instrumentação com o sistema ProTaper Universal (PTU) (Dentsply Maillefer). O Grupo 3 utilizou o sistema Rotary ProTaper Universal (RPTU) (Dentsply Maillefer) seguindo a sequência de limas S1, S2 e F1. Já no Grupo 4 foi utilizada a lima rotatória OneShape e o Grupo 5 ficou com o sistema WaveOne de movimento recíprocante. Após o preparo com a devida irrigação com hipoclorito a 2,5% e toailete final com EDTA, todas as raízes foram seccionadas horizontalmente em três segmentos (3 mm, 9 mm e 15mm) com broca diamantada (Diamond Disc, BesQual 0,2 x 22 mm borda dupla). Todas as sessões tiveram imagens capturadas por uma câmera digital (TOUPCAM™ U3CMOS) em 40x de ampliação, acoplada a um estereomicroscópio (Optika inversé IM-3, Itália), para determinar a presença de

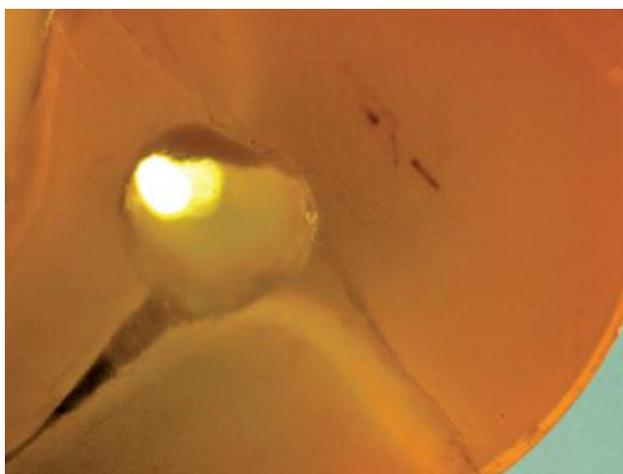
microtrincas dentinárias internas nas paredes dos canais. A incidência de aparições foi registrada e analisada pelo teste Qui-quadrado. Os resultados apontaram que a maior porcentagem de defeitos dentinários foi vista no grupo 4 (OneShape) com 21,9% e a segunda maior no Grupo 2 (PTU) com 15,6%. Sendo que o Grupo 1 (Tipo k) não apresentou defeitos nos canais radiculares. A conclusão geral do estudo determinou que os sistemas de movimentação contínua (RPTU e OS) produziram mais microfissuras que o sistema de rotação recíproca (WO).

Figura 16- seção do terço médio mostrando microfissuras no grupo OneShape.



Fonte: Mohamed; J Contemp Dent Pract (2021).

Figura 17- Corte do terço cervical mostrando fratura completa no grupo RPTU.



Fonte: Mohamed; J Contemp Dent Pract (2021).

## 5 CONCLUSÃO

A endodontia mecanizada se mostrou uma técnica de grande importância para ser utilizada na odontologia, já que proporciona ao CD diversas vantagens no seu cotidiano. Tornando os tratamentos mais práticos, previsíveis e menos traumáticos.

Ao se realizar um comparativo entre os artigos apresentados nesta revisão de literatura, podemos concluir que o sistema rotatório apresentou uma maior incidência de microtrincas nos canais radiculares após o seu uso, quando comparado ao sistema reciprocante. Apesar dos resultados bastante contraditórios, os autores concluem que, em geral, todos os sistemas produzem, de alguma forma, microfissuras e que a diferença entre rotação contínua e reciprocante não se torna significativa.

Ficou em evidência que não existe um sistema perfeito, que se sobressaia mais do que algum outro, cada um possui suas vantagens, desvantagens, indicações e limitações quando comparados com os seus concorrentes.

Sendo assim, para atingir o sucesso da terapia endodôntica, é preciso ter o conhecimento das características dos instrumentos utilizados e da anatomia dos canais radiculares. Entender como o sistema funciona, quais suas características e ter um bom domínio do seu uso é essencial. Acompanhando suas evoluções, aprimoramentos, mudanças e realizando novos estudos, sempre na busca de um melhor tratamento e de uma endodontia de excelência.

## 6 REFERÊNCIAS

AQUINO MB, LIMA DAM, CÂMARA AC, AGUIAR CM. Avaliação Comparativa da Centralização do Preparo Biomecânico em Canais Instrumentados pelos sistemas RECIPROC e MTWO. XV ENEXT/I NExC; 2015.

BASSI HA, MARTINS SJ, RIBEIRO RR, RODRIGUES F. Visão geral dos sistemas mecânicos atuais- O que mudou? O que pode mudar? São Paulo: Santos; 2012; 249-265.

BELOBROV I, WEIS MV, PARASHOS P. Conservative treatment of a cervical horizontal root fracture and a complicated crown fracture: a case report. Australian Dental Journal; 2008; 260-264.

BERGMANS L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. Am J Dent; 2001; 324-333.

BIER CA, SHEMESH H, TANOMARU-FILHO M, WESSELINK PR, WU MK. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. J Endod; 2009;236-238.

BÜRKLEIN S, TSOTSIS P, SCHÄFER E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. J Endod; 2013; 501-504.

ÇIÇEK E, KOÇAK MM, SAĞLAM BC, KOÇAK S. Evaluation of microcrack formation in root canals after instrumentation with different NiTi rotary file systems: a scanning electron microscopy study. Scanning; 2015; 49-53.

OLIVEIRA BP, CÂMARA AC, DUARTE DA, HECK RJ, ANTONINO ACD, AGUIAR CM. Micro-computed Tomographic Analysis of Apical Microcracks before and after Root Canal Preparation by Hand, Rotary, and Reciprocating Instruments at Different Working Lengths. J Endod; 2017; 1143-1147.

DI FIORE PM, GENOV KA, KOMAROFF E, LI Y, LIN L. Nickel-titanium rotary instrument fracture: a clinical practice assessment. Int Endod J; 2006; 700-708.

FRANCO V, FABIANI C, TASCHIERI S, MALENTACCA A, BORTOLIN M, DEL FABBRO M. Investigation on the shaping ability of Nickel-Titanium files when used with a reciprocating motion. J Endod; 2011; 1398-1401.

FUSS Z, LUSTIG J, TAMSE A. Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. Int Endod J; 1999; 283-286.

GAMBARINI G, GALLI M, DI NARDO D, SERACCHIANI M, Donfrancesco O, Testarelli L. Differences in cyclic fatigue lifespan between two different heat treated NiTi endodontic rotary instruments: WaveOne Gold vs EdgeOne Fire. J Clin Exp Dent; 2019; 609-613.

GAVINI G, SANTOS MD, CALDEIRA CL, et al. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*; 2018; 44-65.

GERGI RM, OSTA NE, NAAMAN AS. Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, Reciproc and WaveOne instruments. *Eur J Dent*; 2015; 508-512.

GUELZOW A, STAMM O, MARTUS P, KIELBASSA AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*; 2005; 743-752.

HAYASHI Y, YONEYAMA T, YAHATA Y, et al. Phase transformation behaviour and bending properties of hybrid nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Int Endod J*; 2007;247–253.

HUSSIEN SW, AL-GHARRAWI HA. Incidence of Dentinal Root Defects Caused by RECIPROC Blue, ProTaper Gold, ProTaper NEXT and RECIPROC Nickel Titanium Rotary Instruments. *J Contemp Dent Pract*; 2019; 291-297.

KANSAL R, RAJPUT A, TALWAR S, ROONGTA R, VERMA M. Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. *J Endod*; 2014; 1443-1446.

KESIM B, SAGSEN B, ASLAN T. Evaluation of dentinal defects during root canal preparation using thermomechanically processed nickel-titanium files. *Eur J Dent*; 2017; 157-161.

KIRCHHOFF HM, CUNHA VM, KIRCHHOFF AL, MENDES RT, MELLO AMD. Instrumentação recíproca: revisão de literatura. *Revista gestão e saúde*;2018; 1984-8153.

KOWALCZUCK A, SYDNEY GB, MARTINEZ EF, CARDOSO RJ. Evaluation of cutting ability and plastic deformation of reciprocating files. *Braz Oral Res*; 2016; 1-5.

KUHN G, JORDAN L. Fatigue and mechanical properties of nickel titanium endodontic instruments. *J Endod*; 2002; 716–720.

KUHN G, TAVERNIER B, JORDAN L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instrument failure. *J Endod*; 2001; 516–520.

KUZEKANANI M. Nickel-Titanium Rotary Instruments: Development of the Single-File Systems. *J Int Soc Prev Community Dent*; 2018; 386-390.

LOPES NM, BORTOLINI MCT. Sistema de rotação alternada (reciproc®): aplicação em canais curvos. *Revista UNINGÁ Review*; 2014; 56-60.

LUBISICH EB, HILTON TJ, Ferracane J; Northwest Precedent. Cracked teeth: a review of the literature. *J Esthet Restor Dent*; 2010; 158-167.

MEISTER F Jr, LOMMEL TJ, GERSTEIN H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*; 1980; 243-253.

MOHAMED R, MAJID S, FAIZA A. Root Microcracks Formation during Root Canal Instrumentation Using Reciprocating and Rotary Files. *J Contemp Dent Pract*; 2021; 259-263.

MOHAMMADI Z, SOLTANI MK, SHALAVI S, ASGARY S. A Review of the Various Surface Treatments of NiTi Instruments. *Iran Endod J*; 2014; 235-240.

OLANDER A. An electrochemical investigation of solid cadmium-gold alloys. *Journal of the American Chemical Society* 54; 1932; 3819-3833.

PEREIRA HSC, SILVA EJNL, FILHO TSC. Movimento recíproco em Endodontia: revisão de literatura. *Revista Brasileira de Odontologia*; 2012; 246-249.

PILLAR R. Análise comparativa dos sistemas de instrumento único Reciproc, Waveone e One Shape na incidência de defeitos dentinários. Santa Maria. Dissertação de Mestrado em Ciências Odontológicas com ênfase em Endodontia. Universidade Federal de Santa Maria; 2013.

ROANE JB, SABALA CL, DUNCANSON MG Jr. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endod*; 1985; 203-211.

SCHILDER H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*; 1974; 269-96.

SHEN Y, ZHOU HM, ZHENG YF, PENG B, HAAPASALO M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod*; 2013; 163-172.

SILVA EJNL, Martins JNR, Lima CO, et al. Mechanical Tests, Metallurgical Characterization, and Shaping Ability of Nickel-Titanium Rotary Instruments: A Multimethod Research. *J Endod*; 2020; 1485-1494.

SOUZA JP, OLIVEIRA LKL, ARAÚJO WR, Lopes LPB.; 2020; 96231-96240.

TOPÇUOĞLU HS, ARSLAN H, AKÇAY M, SAYGILI G, ÇAKICI F, TOPÇUOĞLU G. The effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on the dislocation resistance of mineral trioxide aggregate to root canal dentin. *J Endod*. 2014; 2041-2044.

VILAS-BOAS RC, ALCALDE MP, et al. RECIPROC: Comparativo entre a cinemática recíproca e rotatória em canais curvos. *Rev. Odontol. Bras. Central*, V. 22;2013;164-168.

YARED G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*; 2008;339-344.

YOLDAS O, YILMAZ S, ATAKAN G, KUDEN C, KASAN Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotary instruments and the self-adjusting file. J Endod; 2012;232-235.

YOU SY, KIM HC, BAE KS, BAEK SH, KUM KY, LEE W. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. J Endod; 2011; 1296-1300.

ZUPANC J, VAHDAT-PAJOUH N, SCHÄFER E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. Int Endod J; 2018; 1088-1103.