

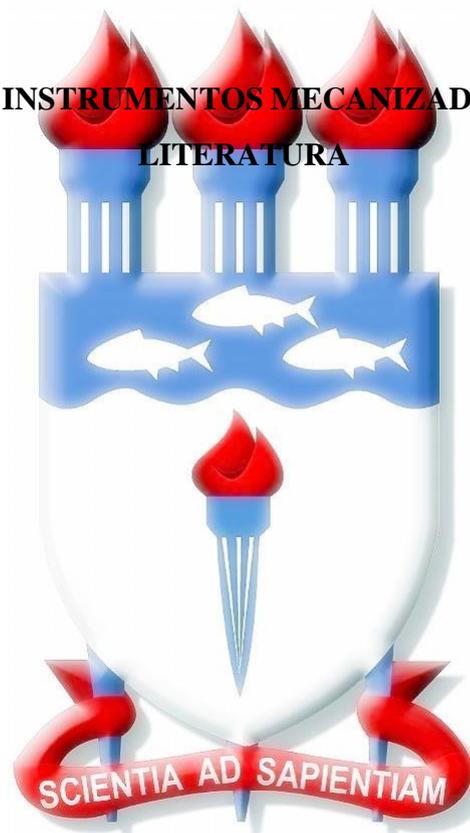
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

MIRIAN VIANA VENÂNCIO CORREIA

NAYARA LAYS BERNARDO COSTA

**FADIGA CÍCLICA DE INSTRUMENTOS MECANIZADOS: UMA REVISÃO DA
LITERATURA**



MACEIÓ-AL

2022.2

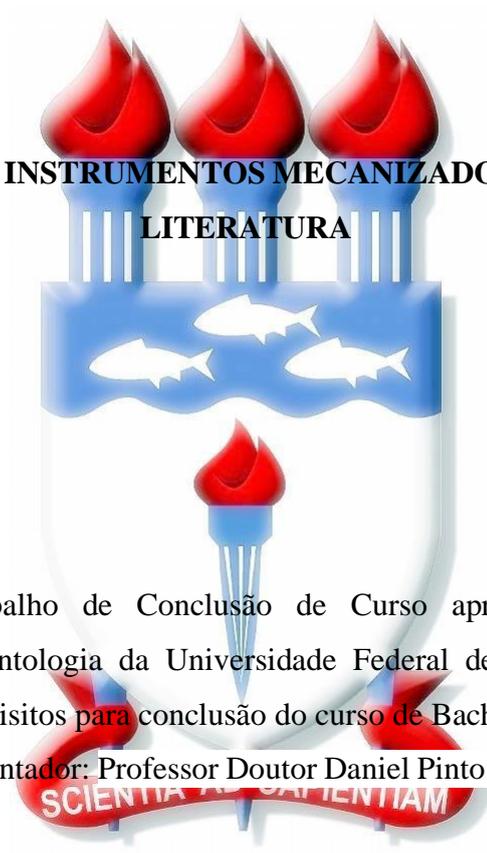
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

MIRIAN VIANA VENÂNCIO CORREIA
NAYARA LAYS BERNARDO COSTA

**FADIGA CÍCLICA DE INSTRUMENTOS MECANIZADOS: UMA REVISÃO DA
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para conclusão do curso de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Professor Doutor Daniel Pinto de Oliveira



MACEIÓ-AL

2022.2

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

C824f Correia, Mirian Viana Venâncio.

Fadiga cíclica de instrumentos mecanizados : uma revisão da literatura /
Mirian Viana Venâncio Correia, Nayara Lays Bernarndo Costa. – 2022.
34 f. : il.

Orientador: Daniel Pinto de Oliveira.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Odontologia) –
Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Odontologia. Maceió,
2022 .

Bibliografia: f. 32-34.

1. Endodontia. 2. Fadiga cíclica. 3. Instrumentação mecanizada. I. Costa,
Nayara Lays Bernardo. II. Título.

CDU: 616.314

AGRADECIMENTOS DO TCC – NAYARA

“A vida é pra quem sabe viver, procure aprender a arte
Pra quando apanhar não se abater, ganhar e perder, faz parte!”

A Deus, pela vida que me concedeu, e pela graça de estar construindo o meu caminho no alicerce de Sua palavra, através da qual tenho realizado todos os meus projetos.

Aos meus pais, Célia e Flávio, por terem sido meus maiores incentivadores, meus exemplos de vida. Tudo o que construo na minha vida é por vocês. Não teria conseguido sem essa rede de apoio que vocês formaram na nossa casa! Ao meu namorado, Gabriel, pelo apoio e companheirismo, sua força foi fundamental para eu chegar até aqui. Você dividiu comigo os momentos mais difíceis e sempre me encorajou a correr atrás dos meus sonhos. Nossos planos começam agora! A minha irmã, Nathália, por me ensinar que através das nossas lutas diárias conquistamos cada um de nossos sonhos e que a vida vale muito a pena ser vivida. Você é meu exemplo de força e determinação. Eternamente grata pela nossa relação! Ao meu cunhado, Felipe, por ter sido alívio cômico nos momentos mais difíceis. Você veio para somar.

A minha avó, Lia, por ter ajudado na minha criação, pelo amor incondicional, o respeito e a relação maravilhosa que tem comigo. Você é meu exemplo de força e dignidade. A “dadaí” ainda vai te orgulhar muito!

Aos meus tios, Carlos, Sergio, Cícera e Marcelo por todo o carinho e por sempre me mostrarem que a educação é o caminho para a realização de todos os meus projetos. Vocês são demais! Em especial, a Carlos e Sergio, que tornaram meus sonhos os seus, meu muito obrigada por acreditarem sempre em mim e pelo apoio durante toda a minha vida. Sorte grande de ter vocês como meus tios/pais!

Aos meus primos, em especial, Lucas, Maria Alice e Bernardo, por serem a representação do amor para mim. Sou muito grata a Deus pela nossa relação.

A minha dupla, Mirian, por ter dividido comigo todos os momentos até aqui e principalmente, a paixão pela endodontia. A caminhada foi mais tranquila com você ao meu lado!

Aos meus “Odontofriends”, Shayene, Bruna, Naryesllan e Victor, que dividiram comigo cada momento dessa graduação, sendo apoio, incentivo e me dando forças nos momentos mais difíceis, meu muito obrigada!

Aos meus amigos, Carol, Nicole e João pelo apoio, presença e por sempre acreditarem em mim. Dividir a vida com vocês é bom demais!

Aos meus professores, Daniel, Dyana, Rafaela e Leopoldo por serem exemplo e referência como pessoas e profissionais na Endodontia, foi um prazer ter tido aula com vocês.

AGRADECIMENTOS DO TCC – MIRIAN

“Eu estou com você e cuidarei de você onde quer que você vá, e eu o trarei de volta a esta terra. Eu não vou deixar você até que eu tenha feito o que eu prometi a você.”

(Gênesis 28:15)

A Deus, primeiramente pela minha vida e pela graça de cumprir tudo que me prometeu, este capítulo é parte das promessas dele para mim, sou muito agraciada por esse amor incondicional e o poderio de sua glória.

Dedico a minha tia, Maria Vitória Viana Teixeira (in memoriam), o seu amor foi primordial em minha caminhada, me mostrou de forma primorosa o poder da educação e investiu para que o desfrutasse da melhor possível. Sem dúvidas, ela foi a pessoa que mais apostou em mim, minha gratidão eterna.

Aos meus pais, Daniela Viana Correia, que me concede amor incondicional, apoio, me encoraja e me enxerga muito maior do que sou, eu sei o quanto luta por nossa casa, inclusive por essa formação, você é fonte inesgotável de força; meu pai, Marcos Venâncio Correia, ainda que distante fisicamente acompanha e é responsável por todos os passos dessa caminhada, é lindo de ver o quanto se orgulha de mim e mais orgulho ainda eu tenho dele. Minha irmã, Mariana Viana Venâncio Correia, que desde tão nova é representação de coragem e inspiração para mim, ela vibra por todos os meus passos, sonha comigo e enxerga um leque de possibilidades para que eu alcance sempre mais. Minha família, obrigada por ter feito do meu sonho o de vocês e possibilitarem que ele se concretizasse.

Aos meus tios, em especial Diva e Daniel, o carinho de vocês foi fundamental, principalmente nos momentos de aflição.

Ao meu orientador, Professor Doutor Daniel Pinto de Oliveira, muito mais que ter me apresentado a Endodontia de forma deslumbrante, eu tive a honra de ter no meu orientador um amigo, incentivador e um ser humano inestimável, meus sinceros agradecimentos.

Ao corpo docente que faz parte da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas, que honra tê-los à frente do meu processo de aprendizagem. Em especial meus professores que também contribuíram por meu amor pela endodontia, Leopoldo, Dyana e Rafaela.

Minha dupla, Nayara Bernardo, que dividiu toda essa jornada comigo, Deus sabia que eu precisaria de uma pessoa como você, representou calma, incentivo e muito amor, essa etapa foi vivenciada de forma mais leve ao seu lado, obrigada por tudo.

A minha turma, cada pessoa com seu jeitinho único foi essencial nessa caminhada, em especial meus “Odontofriends” como fui honrada de tê-los nesse capítulo lindo da minha caminhada.

Aos meus amigos, Erika, João Luiz e Vivian, vocês são fonte imprescindível de amor e fortaleza, obrigada por vibrarem comigo a cada conquista, inclusive em minha jornada acadêmica, sou muito grata por tudo que representam para mim.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
INTRODUÇÃO.....	12
MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
REVISÃO DA LITERATURA.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

FADIGA CÍCLICA DE INSTRUMENTOS MECANIZADOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

RESUMO: Introdução: A busca constante pela excelência na endodontia fez surgir novas limas endodônticas mecanizadas, de modo que os profissionais tenham mais segurança para realizar os procedimentos e diminuir o inconveniente da fadiga cíclica. Desde a introdução das ligas de níquel-titânio no mercado desenvolveu-se a instrumentação mecanizada, o que trouxe diversas vantagens como a alta elasticidade e resistência superiores as limas de aço inoxidável. Por outro lado, algumas desvantagens surgiram, como a fadiga cíclica desses instrumentos, quando utilizados em repetidos ciclos. Os estudos passam a relatar a comparação dessas limas com relação as diferentes cinemáticas, conicidades, fabricantes, tamanhos e as ligas de sua composição, para assim avaliar qual leva o maior tempo até a fratura do instrumento, o que resulta numa maior resistência à fadiga cíclica. **Objetivo:** Este trabalho tem por objetivo comparar diferentes limas endodônticas de NiTi com relação a resistência à fadiga cíclica, através de uma pesquisa em diferentes bases de dados, visto que há muitos trabalhos recentes na literatura. **Materiais e Método:** foram selecionados 20 artigos pesquisados em diferentes bancos de dados como pubmed (Medline), scielo e google scholar. **Resultados:** apresentaram divergências com a literatura atual, na qual o movimento rotatório e recíproco apresenta desempenho bastante similares quanto a resistência à fadiga cíclica. **Conclusão:** o tratamento térmico, formato e secção transversal das ligas de NiTi se apresentam como fatores mais relevantes do que o próprio movimento feito pelas limas, sendo necessário mais estudos acerca da influência sobre a fadiga cíclica. **Palavras-chave:** Fadiga cíclica; endodontia; instrumentação mecanizada; NiTi;

CICLIC FATIGUE OF MECHANIZED INSTRUMENTS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Introduction: The constant search for excellence in endodontics has given rise to new mechanized endodontic files, so that professionals have more confidence to perform procedures and reduce the inconvenience of cyclic fatigue. Since the introduction of nickel-titanium alloys in the market, mechanized instrumentation has been developed, which has brought several advantages such as high elasticity and resistance superior to stainless steel files. On the other hand, some have experienced such as the cyclic fatigue of these instruments when used in repeated cycles. The studies started to report the comparison of these files in relation to the different kinematics, conicities, manufacturers, sizes and alloys of their composition, in order to evaluate which takes the longest time until the instrument fractures, which results in greater resistance to cyclic fatigue. **Objective:** This work aims to compare different NiTi endodontic files with respect to resistance to cyclic fatigue, through a search in different databases, since there are many recent works in the literature. **Materials and Method:** 20 articles searched in different databases such as pubmed (Medline), scielo and google academic were selected. **Results:** supported divergences with the current literature, in which the rotational movement and reciprocal performance presents very similar resistance to cyclic fatigue. **Conclusion:** the heat treatment, shape and cross-section of the NiTi alloys are more relevant factors than the actual movement made by the files, requiring further studies on the influence on cyclic fatigue.

Keywords: Ciclic fatigue; endodontics; mechanized instruments; NiTi;

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos da revisão da literatura	16
Tabela 2 - Resultados dos estudos que comparam sistemas rotatórios	24
Tabela 3 - Resultados dos estudos que comparam sistemas reciprocantes	25
Tabela 4 - Resultados dos estudos que comparam sistemas rotatórios e reciprocantes.	26

INTRODUÇÃO

A terapia endodôntica tem por objetivo realizar a limpeza e modelagem dos canais radiculares, através de substâncias químicas irrigadoras e instrumentos endodônticos. Mesmo com o sucesso do tratamento endodôntico, a anatomia de alguns canais radiculares, como a curvatura acentuada e o formato do canal, por exemplo, ainda se apresenta como um desafio para o profissional.

Técnicas foram desenvolvidas ao longo do tempo de modo a aumentar a eficácia do tratamento endodôntico, assim como o potencial de limpeza e modelagem dos canais. Dispositivos mecânicos foram criados para acionar mecanicamente instrumentos endodônticos e facilitar o preparo dos canais radiculares. Apesar disso, o acionamento mecânico de limas de aço inoxidável apresentava altas taxas de desvio ao longo do canal, fato esse causado pela falta de flexibilidade dessas limas.

Os instrumentos endodônticos de níquel-titânio (NiTi) são mais flexíveis e com uma maior resistência à fadiga cíclica quando comparados aos instrumentos de aço inoxidável¹. Esses instrumentos de aço inoxidável apresentam de duas a três vezes menos elasticidade que os de níquel-titânio. Novas características foram atribuídas as limas de NiTi com o passar do tempo, o que permitiu uma grande melhora em instrumentos acionados por motor endodôntico.

Apesar da flexibilidade avançada dos instrumentos endodônticos de NiTi em comparação com o aço inoxidável, a fratura por fadiga cíclica desses instrumentos continua sendo um problema na prática clínica¹.

A fratura de instrumentos rotativos de NiTi pode ocorrer devido à falha de torção ou fadiga cíclica¹. A fratura por torção ocorre quando a ponta da lima ou alguma outra parte do instrumento se prende ao canal e a peça de mão continua girando, resultando na fratura do instrumento endodôntico de NiTi¹. Por outro lado, a fratura por fadiga cíclica ocorre quando repetidos ciclos de compressão e tensão são introduzidos na liga enquanto esta gira na área curva do canal. Cada rotação no interior do canal faz com que a lima passe por um ciclo repetido de tensão-compressão.

As ligas de NiTi usadas em instrumentos endodônticos contém 56% em peso de níquel e 44% de peso em titânio, sendo denominada uma liga equiatômica, com uma relação anatômica de quase 1:1. Elas podem coexistir em duas estruturas cristalinas dependentes de temperaturas diferentes, denominadas austenita e martensita. A austenita é a forma cristalina dos instrumentos de NiTi convencional à temperatura

ambiente. Quando a austenita é resfriada e submetida a tensão, a sua estrutura é transformada em martensita, caracterizada por sua superelasticidade e efeito de memória de forma¹.

A composição de fase e as suas propriedades mecânicas são dependentes da temperatura ambiente, como também se a liga será resfriada ou aquecida a determinada temperatura. No entanto, o tratamento térmico realizado nos instrumentos pelos diferentes fabricantes faz com que estes apresentem NiTi na fase martensita em diferentes quantidades, mesmo à temperatura ambiente, o que acaba conferindo diferentes graus de flexibilidade e resistência aos instrumentos, dependendo do tratamento térmico realizado². Sob certas condições, como a substituição de um componente da liga de NiTi ou envelhecimento a temperaturas acima de 400°C, uma fase romboédrica distorcida, chamada de fase R, pode surgir antes da transformação em fase martensita.

GAMBARINI (2011) comprovou que a flexibilidade e a resistência à fadiga cíclica foram aumentadas nos instrumentos de níquel-titânio tradicionais quando aplicado determinado tratamento térmico. A tecnologia M-wire, composta por fase R em sua estrutura, por exemplo, promoveu uma maior resistência à fadiga cíclica devido ao aumento da sua flexibilidade. A tecnologia Gold também teve seu destaque, a qual é produzida com NiTi submetido a um tratamento sucessivo de aquecimento e refrigeração, aprimorando, dessa forma, a flexibilidade e a capacidade da lima³. A tecnologia Blue é caracterizada pela evolução da tecnologia M-Wire e maior resistência à fadiga cíclica, na qual as limas com esse tipo de tratamento têm melhor desempenho para a maioria dos autores atuais.

Além das propriedades físicas que podem ser alteradas, os instrumentos de NiTi também são influenciados pelo tipo de movimento realizado dentro do canal radicular, sendo os mais comentados o movimento rotatório e recíprocante.

O movimento rotatório é capaz de confeccionar preparos de forma rápida, com boa conicidade, o que diminui as chances de erros. Proporciona um movimento de giro de 360° no sentido horário e apresenta menor resistência à fadiga cíclica quando comparado ao movimento recíprocante. Os instrumentos de maior relevância nos artigos e que realizam movimento rotatório são: Hyflex CM, Twisted File e ProTaper Next.

O movimento recíprocante é caracterizado por um movimento oscilatório e foi relatado pela primeira vez em 1985 por Roane. No sistema recíprocante, o risco de fratura do instrumento é menor, já que o ângulo de rotação no sentido anti-horário é

projetado para ser menor que o limite elástico do instrumento. A redução de ciclos dentro do canal radicular durante a preparação resulta em menor estresse à flexão do instrumento, o que reduz a chance de fadiga cíclica²⁵. Os dois exemplos mais conhecidos para esse tipo de movimento são as limas Reciproc e WaveOne, abordadas em diversos artigos que foram encontrados nessa revisão de literatura.

YARED (2008) propôs uma técnica que tinha o objetivo de simplificar a exploração dos canais radiculares com uso de movimento recíprocante e reduzir a fadiga cíclica do instrumento, além de ser considerada mais segura e rápida. PEREIRA, H. *et al.* 2012 também relataram que a instrumentação com lima única através do movimento recíproco é uma escolha segura por diminuir o estresse gerado pelo instrumento. A técnica consistia em utilizar um único instrumento para modelar o canal radicular, reduzindo os instrumentos utilizados e tornando o preparo mais simples, além de mais econômico. Essa técnica já havia sido proposta por PRUETT (1997) e reafirmada por YARED (2008).

Face ao exposto, o presente estudo de revisão da literatura tem por objetivo apresentar uma comparação da resistência à fadiga de diferentes instrumentos endodônticos de NiTi, com relação aos mais variados fatores que podem a influenciar.

MATERIAIS E MÉTODOS:

Este estudo foi realizado através de um levantamento bibliográfico na área odontológica, utilizando como base de dados os sites: *pubmed (Medline)*, *scielo* e *google scholar*. Pesquisas adicionais foram realizadas em revistas específicas na área de endodontia como *Journal of Endodontics*, *International Endodontic Journal*, *European Endodontic Journal*. A pesquisa incluiu periódicos publicados na língua inglesa, entre os anos de 2010 e 2022.

As palavras-chaves utilizadas foram *cyclic fatigue* AND *endodontic* AND *NiTi* AND *mechanized instruments*. Após a leitura completa dos artigos, além de seus resumos, foram selecionados aqueles que se encaixavam com o tema da pesquisa, totalizando uma amostra de 20 artigos. Como critério para a seleção de artigos a serem considerados nesta revisão, foram excluídos os artigos duplicados, aqueles referentes a relatos de casos e revisões de literatura em geral.

REVISÃO DA LITERATURA

Tabela 1 - Artigos da revisão da literatura

ARTIGO	ANO DE PUBLICAÇÃO	SISTEMA DE LIMAS
PIRANI, C ⁴ . <i>et al.</i>	2011	EasyShape, ProTaper, NRT, AlphaKite
PLOTINO, G ⁵ . <i>et al.</i>	2012	Reciproc R25, WaveOne Primary
GAMBARINI, G ⁶ . <i>et al.</i>	2015	TF Adaptive
ÖZYÜREK, T ⁷ .	2016	Reciproc R25, WaveOne Primary, WaveOne Gold Primary
USLU, G ⁸ . <i>et al.</i>	2017	R-pilot, Hyflex EDM, Path file
ALCADE, M ⁹ . <i>et al.</i>	2017	WaveOne Gold, Reciproc Blue, Prodesign R
PEDULLÀ, E ¹⁰ . <i>et al.</i>	2018	Hyflex Cm, Twisted File
KESKIN, C ¹¹ . <i>et al.</i>	2018	XP-Endo Shaper, K3XF, ProTaper Gold
AZIM, A. ¹² <i>et al.</i>	2018	HyFlex EDM, Protaper Universal, WaveOne Gold, XP Shaper.
SHEN, Y ¹³ . <i>et al.</i>	2018	EndoSequence, ProFile, K3, Vortex, K3XF, HyFlex CM
PLOTINO, G ¹⁴ . <i>et al.</i>	2018	Reciproc, Reciproc Blue
SILVA, E ¹⁵ . <i>et al.</i>	2018	Prodesign R, Reciproc Blue, WaveOne Gold
BUENO, C ¹⁶ . <i>et al.</i>	2019	Genius, WaveOne Gold Primary, EdgeFile X1
SILVA, E ¹⁷ . <i>et al.</i>	2020	Reciproc blue, WaveOne Gold, Prodesing R, X1 blue file

CAMARGO, C ¹⁸ . <i>et al.</i>	2020	HyFlex CM, Protaper Universal, WaveOne Gold e limas Genius (GEN).
KAMALI, S ¹⁹ . <i>et al.</i>	2021	Hyflex CM, Twisted File e ProTaper Net
PEDULLÀ, E ²⁰ . <i>et al.</i>	2021	Reciproc R25
VIEIRA, T ²¹ . <i>et al.</i>	2021	Vortex Blue, Reciproc Blue, X1 Blue
LOUREIRO, MA ²² . <i>et al.</i>	2022	Prima One Gold, WaveOne Gold.
PEDULLÀ, E ²³ . <i>et al.</i>	2022	One RECI, WaveOne Gold, Rotary One Curve, ProTaper Next X2

Fonte: Acervo Próprio (2023)

Os instrumentos rotatórios e reciprocantes de NiTi oferecem diversas vantagens, como, flexibilidade, controle de memória e facilidade de manejo. No entanto, PLOTTINO, G. *et al.* 2009 relatam que existem desvantagens, como por exemplo, dois tipos de fratura que são observados na cinemática dos instrumentos automatizados de NiTi: a fadiga torsional e a fadiga cíclica, em canais de grande curvatura. O resultado da instrumentação de um canal curvo pode ser influenciado por fatores como: flexibilidade e diâmetro do instrumento endodôntico, tipo de movimento empregado e a técnica de instrumentação utilizada.

A fratura dos instrumentos automatizados de NiTi continua sendo uma preocupação durante uso clínico, sendo a fratura por fadiga cíclica e os fatores que a influencia, o objetivo deste estudo. Os artigos analisados e explorados nessa revisão apresentaram metodologias semelhantes e que serão discutidas neste tópico.

PIRANI, C. *et al.* 2011 utilizaram 4 sistemas de limas rotatórias, EasyShaper ProTaper, AlphaKite e NRT. Esses instrumentos foram submetidos a testes de fadiga cíclica, em canais artificiais de dupla curvatura, com ângulo de curvatura de 45° e 60° e raio de curvatura de 5 mm até ocorrer a fratura. O tempo até a fratura foi medido por um cronômetro digital, tendo como resultado, limas NRT que tiveram a maior resistência à fadiga cíclica. Os autores relataram que esses resultados foram influenciados pelo ângulo de curvatura ao qual as limas foram submetidas.

PLOTINO, G. *et al.* 2012 avaliaram a resistência à fadiga cíclica da Reciproc R25 e WaveOne Primary, sendo essas separadas em dois grupos de 15 instrumentos cada e o teste realizado em um canal artificial de aço inoxidável, com ângulo de curvatura de 60°. Todos os instrumentos foram girados até a fratura ocorrer e o tempo para fratura (TtF) medido através de um cronômetro digital. Os instrumentos Reciproc R25, segundo os autores, apresentaram maior resistência à fadiga cíclica.

GAMBARINI, G. *et al.* 2015 estudaram o uso da TF Adaptative, dividindo a amostra de 20 instrumentos em dois grupos, na qual cada grupo preparou um dente composto por quatro canais radiculares e de anatomia complexa, com dois canais de dupla curvatura. O grupo 1 realizou movimento sem escovação e o grupo 2 utilizou com escovação. O grupo 2 apresentou maior resistência à fadiga cíclica devido ao movimento que foi realizado.

OZYUREK, T 2016 avaliou a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Reciproc, WaveOne e WaveOne Gold. Tais instrumentos foram divididos em três grupos de 20 limas e girados em um canal artificial de aço inoxidável com ângulo de

curvatura de 60°. As limas foram giradas até que ocorresse a fratura, sendo o tempo até a fratura calculado em segundos, usando um cronômetro digital. Com isso, nesse estudo, a lima WaveOne Gold apresentou maior resistência a fadiga cíclica, justificada pelo tratamento térmico as quais são submetidas e o comportamento de transformação em 2 estágios (A-r-M), seguida por Reciproc e, por último, Wave One, tal diferença entre essas duas últimas se deu pela massa baixa do núcleo da lima Reciproc.

USLU, G. *et al.* 2017 supervisionaram as limas R-pilot, Hyflex EDM e Path file. Esses instrumentos foram submetidos a teste de fadiga cíclica e divididos em 3 grupos com 20 limas cada, totalizando 60 limas na amostra. A metodologia utilizada em relação a forma do canal radicular foi a mesma de PLOTINO, G. *et al.* 2012⁵. O comprimento do fragmento fraturado foi determinado por um microcalibrador digital. Como resultado, no canal de dupla curvatura, todas as limas fraturaram primeiro na curvatura apical e depois na curvatura coronal, sendo a lima R-Pilot a que apresentou maior resistência à fadiga cíclica, o que pode ser justificado por seu tratamento térmico.

ALCADE, M. *et al.* 2017 utilizaram um canal artificial de aço inoxidável, com dupla curvatura, com um ângulo de 60° e um cronômetro digital para calcular o tempo que as limas levavam até a fratura. Foram selecionados 60 novos instrumentos que realizavam movimento recíprocante, sendo eles das marcas Reciproc Blue, Prodesign R e WaveOne Gold, com 20 limas em cada grupo. A superfície fraturada era observada através de um microscópio eletrônico de varredura. As limas Prodesing R apresentaram melhor resistência à fadiga cíclica devido ao tratamento térmico utilizado durante a sua fabricação.

PEDULLÀ, E. *et al.* 2018 apresentaram um dos poucos estudos avaliados durante essa revisão, com uma amostra grande. Foram selecionados 210 novos instrumentos, divididos em 7 grupos (n=15) das limas Twisted Files e Hyflex CM. O grupo 1, era o grupo controle, incluía instrumentos novos que não foram imersos em NaOCl ou submetidos à esterilização em autoclave. Os grupos 2 e 3 apresentavam instrumentos imersos em NaOCl 1 e 3 vezes, respectivamente. Os grupos 4 e 5 abrangiam instrumentos que iam para autoclave 1 e 3 vezes, respectivamente. Os grupos 6 e 7 recrutaram instrumentos que receberam um ciclo de imersão em NaOCl e esterilização 1 e 3 vezes. Após isso, os instrumentos eram submetidos a testes de fadiga cíclica. Como resultado, as limas HyFlex CM exibiram melhor desempenho do que as Twisted Files quando as limas foram esterilizadas 3 vezes, independentemente da

imersão em NaOCl. Os autores concluíram que ciclos repetidos de esterilização não apresentam influência significativa nas limas de NiTi.

KESKIN, C *et al.* 2018 testaram 18 instrumentos rotatórios de cada grupo, sendo eles XP-endo Shaper, K3XF e ProTaper Gold. Todos eles foram testados em um canal artificial que apresentava uma temperatura intracanal de 35°C e uma curvatura de 60°, foram operados até que ocorresse a fratura, com isso calculou-se o número de ciclos até a falha. As limas XP-endo Shaper apresentaram um número maior de ciclos até a fratura, tal superioridade é atribuída às dimensões reduzidas do fio de XPS e as propriedades MaxWire, enquanto entre as limas PTG e X3XF não houve diferença.

AZIM, AA. *et al.* 2018 avaliaram a resistência à fadiga cíclica de quatro instrumentos rotatórios HyFlex EDM (EDM), Protaper Universal (PTU), WaveOne Gold (WOG) e XP Shaper (XP), em três comprimentos de trabalho (15mm, 17mm e 19mm). O teste foi realizado em um canal curvo simulado de 90° e temperatura de 37°C. Dessa forma, XP Shaper teve um resultado superior, seguindo por EDM, WOG e PTU, porém quando o comprimento de trabalho aumentou de 15mm para 19mm houve uma redução do número de ciclos até a falha em EDM, WOG E PTU. O resultado obtido por XP Shaper é atribuído a liga MaxWire aprimorado e tamanho de núcleo reduzido, que diminui sua massa total e resulta em uma maior resistência à fadiga cíclica.

Avaliando as limas EndoSequence, ProFile, K3, K3XF, HyFlex CM e Vortex, SHEN, Y. *et al.* 2018 testaram doze instrumentos de cada grupo em cinco diferentes temperaturas (0°C, 10°C, 22°C, 37°C e 60°C) e avaliaram a interferência dessas na fadiga cíclica. Desse modo, a resistência à fadiga de todos os instrumentos foi significativamente afetada com o aumento da temperatura, sendo um fator negativo esse aumento. O número de ciclos até a fadiga cíclica (NCF) das limas tratadas termicamente (K3F, Vortex e HyFlex CM) foi maior que das limas de NiTi superelásticas convencionas (EndoSequence, ProFile e K3) a 10°C. As limas Vortex teve maior NFC entre todas as limas a 22°C, 37°C e 60°. Tal resultado é atribuído aos tratamentos térmicos que recebem algumas limas, onde o aumento à quantidade de fase martensita contribui para maior NFC.

PLOTINO, G. *et al.* 2018 computaram a resistência à fadiga cíclica utilizando um canal de aço inoxidável, com curvatura de 60° e raio de curvatura de 5mm. Oitenta novos instrumentos de cada grupo, Reciproc e Reciproc Blue, foram selecionados e

submetidos a quatro diferentes temperaturas (0°C, 20°C, 35°C e 39°C). O tempo até a fratura foi medido através de um cronômetro digital. Os instrumentos Reciproc Blue apresentaram-se mais resistentes à fadiga cíclica que os Reciproc em todas as temperaturas testadas, o que pode ser associado à tecnologia Blue envolvida durante a fabricação desse instrumento.

Durante os estudos de SILVA, E. *et al.* 2018 avaliaram em canais de curvatura severa, a fadiga cíclica das limas Recipro Blue, Prodesign R e WaveOne Gold, com 20 instrumentos para cada um desses grupos. A resistência à fadiga cíclica foi testada medindo o tempo até a fratura de cada grupo. Como resultado, a Prodesign R apresentou melhor desempenho que a Reciproc Blue e WaveOne Gold.

Analisando as limas Genius, WaveOne Gold Primary, EdgeFile X1, BUENO, C. *et al.* 2019 selecionaram 80 instrumentos já utilizados, sendo 20 Genius (25.04), 20 Genius (30.04), 20 WaveOne Gold Primary (25.07) e 20 EdgeFile X1 (20.06). As características do canal artificial foram as mesmas utilizadas na metodologia de ALCADE, M. *et al.* 2017⁹. Todos os testes foram feitos em temperatura ambiente (20°C) e utilizados por um motor reciprocante. A lima EdgeFile X1 teve a maior resistência à fadiga, enquanto o WaveOne Gold Primary teve a menor resistência à fadiga.

SILVA, E. *et al.* 2020 discutiram em um estudo com as limas Reciproc Blue R25, WaveOne Gold Primary, Prodesing R e X1 Blue File, qual grupo apresentava maior resistência à fadiga cíclica. Cada um desses instrumentos formou um grupo com 10 limas. Foi utilizado um canal de aço inoxidável, com ângulo de curvatura de 80°. A superfície dos instrumentos fraturados foi examinada sob microscopia eletrônica de varredura (MEV). X1 blue file e ProDesign R apresentaram maior tempo de fratura do que Reciproc Blue e Wave One Gold e entre as duas primeiras não houve diferença significativa entre seus resultados.

CAMARGO, C. *et al* 2020 tinham como objetivo avaliar a resistência à fadiga cíclica das limas Hyflex CM (HYF), limas Genius (GEN), WaveOne Gold (WOG) e ProTaper Universal (PTU). Foram utilizadas 15 limas de cada marca para o teste de fadiga cíclica. Este, foi realizado sob a água na temperatura de 20°C e todas as limas foram testadas em um raio de curvatura de 3 mm com um ângulo de 60°. O tempo da

fratura foi registrado através de um cronômetro digital. HYF e GEN apresentaram resultados superiores para fadiga cíclica.

No estudo de KAMALI, S. *et al.* 2021 foram separados blocos de acrílico representando canais artificiais, com dupla curvatura, ângulo de 60° e analisados o número de ciclos por fratura e o tempo que levavam até a fratura, através de um cronometro digital, das limas Twisted File, Hyflex CM e ProTaper Next. Os autores concluíram que a Twisted File teve a maior resistência à fadiga cíclica, devido ao seu tratamento térmico.

PEDULLÀ, E. *et al.* 2021 buscaram estudar a resistência à fadiga cíclica das limas Reciproc R25. Ao todo, 256 canais (dois para cada molar inferior) foram preparados utilizando 96 instrumentos Reciproc R25. Esses instrumentos eram de 25 mm e separaram-se em seis grupos (N=8), com base no número diferente de canais moldados: novos instrumentos (grupo de controle), um, dois, três, quatro ou seis canais instrumentados durante o uso clínico simulado para outros grupos, respectivamente. Quanto à resistência à fadiga cíclica, não houve diferença significativa entre o REC25 novo e o REC25 usado em um, dois e três canais respectivamente. O REC25 usado em quatro e seis canais apresentou menor resistência à fadiga cíclica quando comparados a outros grupos.

O estudo de VIEIRA, T. *et al.* 2021 testou avaliar a resistência de instrumentos tratados termicamente com tecnologia blue, submetidos às temperaturas de 20° e 37°, foram testadas Votex Blue (VB), Reciproc Blue (RB) e X1 Blue (XB). O teste foi simulado em um canal artificial curvo de aço inoxidável, simulando um canal. Como resultado RB apresentou uma maior resistência à fadiga cíclica nas duas temperaturas testadas, embora com o aumento da temperatura essa resistência diminuiu, ainda, o adicional do tratamento térmico azul confere um controle de transição de temperatura, o que garante melhor memória elástica e, com isso, maior resistência à fadiga cíclica.

LOUREIRO, MA. *et al.* 2022 compararam a resistência à fadiga cíclica dos sistemas reciprocantes PrimaOne Gold e WaveOne Gold. Com relação às características do canal artificial utilizado, a metodologia foi a mesma de ALCADE, M. *et al.* 2017⁹, sendo 10 limas de cada marca testadas à temperatura de 22°C e outras 10 limas à temperatura de 36,5°C. O grupo Prima One Gold apresentou maior resistência à fadiga cíclica em temperatura ambiente e temperatura corporal. Não foi estabelecida uma

justificativa por parte dos autores, devido a lima PrimaOne Gold ser um instrumento muito novo no mercado (lançado em 2019).

PEDULLÀ, E. *et al.* 2022 realizaram um estudo no qual um total de 120 instrumentos, sendo separados em quatro grupo de 30 limas, representadas por One RECI, WaveOne Gold, Rotary One Curve, ProTaper Next X2 foram utilizados para avaliar a resistência à fadiga cíclica entre os sistemas rotatórios e reciprocantes. O teste foi feito utilizando a mesma metodologia que PLOTINO, G. *et al.* 2012⁵. OneRECI teve melhor desempenho que as outras limas, fato esse justificado pelas suas propriedades mecânicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2: resultados dos estudos que comparam sistemas rotatórios

ARTIGO	SISTEMA DE LIMAS	RESULTADOS
KESKIN, C. <i>et al.</i> 2018 ¹¹	XP-Endo Shaper, K3XF e ProTaper Gold	XPS apresentou melhor resultado que K3XF e ProTaper Gold, enquanto entre essas duas últimas, não houve diferença.
PÈDULLA, E. <i>et al.</i> 2018 ¹⁰	Hyflex CM e Twisted File	Hyflex Cm apresentou melhor desempenho em todas as circunstâncias desse estudo.
SHEN, Y. <i>et al.</i> 2018 ¹³	EndoSequence, ProFile, K3, Vortex, K3XF, Hylex CM	K3XF teve o melhor resultado
ALCADE, M. <i>et al.</i> 2017 ⁹	Hyflex CM e twisted file	Não houve diferença significativa.
KAMALI, S. <i>et al.</i> 2021 ¹⁹	Hyflex CM, Twisted File e ProTaper Net	Twisted File teve o melhor resultado, seguido por HyFlex CM e ProTaper Next.
GAMBARINI, G. <i>et al.</i> 2015 ⁶	TF adaptative – grupo 1 (sem escovação) TF adaptative – grupo 2 (com escovação)	O grupo 2, que realizou movimento com escovação, apresentou melhor desempenho
PIRANI, C. <i>et al.</i> 2011 ⁴	EasyShape, ProTaper, NRT, AlphaKite	NRT apresentou melhor resultado, seguido por 2-AlphaKite, 3-Easy Shaper, 4-ProTaper.

Fonte: Acervo Próprio (2023)

Tabela 3- Resultados dos estudos que comparam sistemas reciprocantes.

ARTIGO	SISTEMA DE LIMAS	RESULTADOS
LOUREIRO, MA. <i>et al.</i> 2022 ²²	Prima One Gold, WaveOne Gold.	Prima One Gold > WaveOne Gold.
PÈDULLA, E. <i>et al.</i> 2022 ²³	Reciproc R25	Recipro R25 com resultados satisfatórios
VIEIRA, T. <i>et al.</i> 2021 ²¹	Vortex Blue, X1 blue, Reciproc Blue	Reciproc Blue com resultados superiores
PLOTINO, G. <i>et al.</i> 2018 ¹⁴	Reciproc e Reciproc Blue	Reciproc Blue com resultados superiores
SILVA, E. <i>et al.</i> 2017 ¹⁷	Reciproc blue, WaveOne gold, Prodesing R e X1 blue file	X1 blue file = Pro Design R, seguidos por reciproc blue e Waveone Gold
ÖZYÜREK, T. 2016 ⁷	Reciproc R25, WaveOne Primary e WaveOne Gold Primary.	WaveOne Gold Primary teve maior desempenho, seguido da Reciproc R25 e WaneOne
PLOTINO, G. <i>et al.</i> 2012 ⁵	Reciproc R25 e WaveOne Primary	Reciproc R25 apresentou melhor desempenho que a WaveOne Primary.

Fonte: Acervo Próprio (2023)

Tabela 4 - resultados dos estudos que comparam sistemas rotatórios e reciprocantes.

ARTIGO	SISTEMA DE LIMAS	RESULTADOS
PEDULLÀ, E. <i>et al.</i> 2021 ²⁰	WaveOne Gold, One RECI, rotary One Curve, ProTaper Next X2	OR apresentou melhor desempenho, WOG = PTN X2 = OC
CAMARGO, C. <i>et al.</i> 2020 ¹⁸	HyFlex CM, Protaper Universal, WaveOne Gold e limas Genius (GEN).	HYF CM apresentou os melhores resultados, seguidos do grupo GEN = PTU = WOG
BUENO, C. <i>et al.</i> 2019 ¹⁶	Genius, WaveOne Gold Primary, EdgeFile X1	EdgeFile X1 teve a maior resistência à fadiga e Wave One Gold Primary a menor resistência. Limas Genius com resultados intermediários
AZIM, A. <i>et al.</i> 2018 ¹²	HyFlex EDM, Protaper Universal, WaveOne Gold, XP Shaper.	XP Shaper teve melhor desempenho, seguido por HyFlex EDM, WaveOne Gold e, por último, Protaper Universal.
SILVA, E. <i>et al.</i> 2018 ¹⁵	Prodesign R, Recipro Blue, WaveOne Gold	ProDesign R apresentou os melhores resultados, seguido de Recipro Blue e WaveOne Gold
USLU, G. <i>et al.</i> 2017 ⁸	Path File, R-pilot, Hyflex EDM	R-pilot com melhor resultado, seguido de Hyflex e EDM = Path File

Fonte: Acervo Próprio (2023)

No presente estudo de revisão de literatura integrativa, foram observados diversos fatores que contribuem para que ocorra a fadiga cíclica dos instrumentos, desde a influência do tipo de sistema utilizado (rotatório e recíprocante), a variação de temperatura empregada durante a fabricação dos instrumentos, as ligas das quais as limas são compostas, a sua secção transversal. Outros fatores adicionais também serão abordados neste estudo.

ALCADE, M. *et al.* 2017 realizaram um estudo com as limas Hyflex CM e Twisted File com objetivo de comparar a resistência à fadiga cíclica delas. Neste estudo, foi evidenciado que não houve diferença significativa entre esses dois instrumentos. Nos estudos de KAMALI, S. *et al.* 2021, o resultado foi que as limas de marca Twisted File apresentaram maior resistência à fadiga cíclica que Hyflex CM. Para PÈDULLA, E. *et al.* 2018 foi feita a comparação entre as mesmas limas Hyflex CM e Twisted File, tendo como resultado as limas Hyflex CM com melhor desempenho em todas as circunstâncias propostas por esse estudo.

Já para SHEN, Y. *et al.* 2018, as limas Hyflex CM tiveram menor resistência à fadiga cíclica quando comparadas as outras limas do sistema rotatório. Esse resultado pode ser justificado devido as condições que o estudo foi realizado, na qual os instrumentos foram imersos em água com diferentes temperaturas e para esses autores, as limas Hyflex CM não suportaram o resfriamento como os outros instrumentos avaliados. O que pode ser uma vantagem para melhorar a resistência à fadiga cíclica, para esse instrumento em específico, o resultado foi oposto.

GAMBARINI, G. *et al.* 2015 analisaram as limas TF Adaptative em diferentes circunstâncias, tendo um grupo trabalhado o canal sem movimento de escovação e o outro com movimento de escovação. Os resultados obtidos revelaram que o movimento de escovação pode potencializar a lima e torná-la mais resistente à fadiga cíclica. Com isso, as limas Twisted File podem apresentar melhor desempenho, caso esse que pode justificar os estudos de PÈDULLA, E. *et al.* 2018¹ e ALCADE, M. *et al.* 2017.

PIRANI, C. *et al.* 2011 tiveram como resultado que as limas NRT apresentam maior resistência à fadiga cíclica que as limas AlphaKite, Easy Shaper, ProTaper, respectivamente em ordem de melhor desempenho. KESKIN, C. *et al.* 2018, ALCADE, M. *et al.* 2017, KAMALI, S. *et al.* 2021 também realizaram estudos que envolvem a ProTaper ou variações de sua estrutura e todos os resultados foram semelhantes, a ProTaper apresenta o pior desempenho quanto a resistência à fadiga cíclica. Uma das

possíveis justificativas para esses autores, que utilizaram de metodologias semelhantes, seria o ângulo de curvatura que influencia a vida de fadiga dos instrumentos de NiTi.

GAMBARINI, *et al.* 2015 comprovaram que a flexibilidade e a resistência à fadiga cíclica foram aumentadas nos instrumentos de níquel-titânio tradicionais quando aplicado determinado tratamento térmico, como pode ser observado também no estudo de PLOTTINO, G. *et al.* 2012, que utilizou duas limas reciprocantes, Reciproc R25 e WaveOne Primary. Estas, possuem o mesmo tratamento térmico, M-wire, sendo um dos fatores para o aumento da resistência à fadiga cíclica.

LOUREIRO, MA. *et al.* 2022 realizaram um estudo recente acerca de sistemas reciprocantes, com as limas PrimaOne Gold e WaveOne Gold. O valor médio para a resistência à fadiga cíclica do PrimaOne Gold foi maior que o da WaveOne Gold. Diante dos resultados mostrados, fica evidente que a temperatura é um fator essencial a ser considerado nas fraturas por fadiga cíclica. Para esses autores, o sistema WOG, quando comparado a outros sistemas, como ProDesign Logic, ProDesign R, Reciproc e Reciproc Blue, apresentou menor resistência à fadiga cíclica à temperatura ambiente, resultado esse também obtido por SILVA, E. *et al.* 2020. Todos os autores enfatizam a necessidade de novos estudos que procurem entender as razões para esse déficit na resistência à fadiga cíclica da WOG.

SILVA, E. *et al.* 2020, compararam também sistemas reciprocantes, através das limas Reciproc blue, WaveOne gold, Pro Desing R e X1 blue file e os resultados foram diferentes. As limas Pro Design R e X1 blue file não tiveram diferença significativa em seus resultados, mas ainda, com resultado superior ao da Reciproc Blue e WaveOne Gold, revelando uma certa fragilidade da lima WaveOne Gold quando comparado a outros instrumentos reciprocantes. PLOTINO, G. *et al.* 2018 e VIEIRA, T. *et al.* 2021 também obtiveram os mesmos resultados e justificam o destaque da lima Reciproc Blue devido a nova tecnologia empregada em sua fabricação, a tecnologia blue.

VIEIRA, T. *et al.* 2021 e SHEN, Y. *et al.* 2018 analisaram a performance das limas Vortex e apresentaram resultados similares. Quando comparadas a limas de sistema reciprocante, as de marca Vortex apresentam resultados intermediários, necessitando de mais estudos para aperfeiçoar sua performance.

ÖZYÜREK, T. 2016 avaliou o tempo que as limas Reciproc R25, WaveOne Primary e WaveOne Gold Primary levavam até a fratura. Segundo as conclusões desse autor, a WaveOne Gold Primary teve melhor desempenho, seguido da Reciproc R25 e WaveOne Primary.

O mesmo resultado foi obtido no estudo de PLOTTINO, G. *et al.* 2012. Para este autor, uma possível diferença entre os dois instrumentos testados, apesar de terem formas de fabricação semelhantes, é a profundidade de penetração no conduto da Reciproc R25, que é superior à WaveOne Primary. As duas limas também apresentam design transversal diferente, o que vai determinar diretamente a capacidade de corte do instrumento e pode estar relacionado aos seus resultados nos testes. Foi relatado que o desenho transversal se torna mais relevante, muitas vezes, que o movimento executado pelo instrumento.

Com relação aos autores que compararam sistemas rotatórios e reciprocantes em seus estudos, PEDULLÀ, E. *et al.* 2022 avaliaram limas dos dois sistemas e obtiveram resultados semelhantes ao SILVA, E. *et al.* 2018, BUENO, C. *et al.* 2019 e AZIM, A. *et al.* 2018 quando comparados a lima WaveOne Gold. Como já relatado em estudos analisados nessa revisão, essa lima apresenta desvantagens com relação resistência à fadiga cíclica, sem justificativa específica na literatura, sendo necessário mais estudos acerca disso.

Para CAMARGO, C. *et al.* 2020 as limas Hyflex CM foram utilizadas e os resultados foram superiores as limas do sistema reciprocante (WaveOne Gold). Esse resultado pode ser justificado, segundo os autores, pelo tratamento térmico empregado nas duas limas. Na Hyflex CM, a memória elástica é removida permitindo que o instrumento possa ser pré-curvado. Apresenta um fio de memória controlada.

USLU, G. *et al.* 2017 compararam os dois sistemas, envolvendo as limas Hyflex EDM, que obtiveram resultados intermediários quando comparado as limas do sistema reciprocante (R-pilot). AZIM, A. *et al.* 2018 também abordaram os instrumentos Hyflex EDM e apresentaram os mesmos resultados. Para esses autores, essas limas rotatórias tiveram o melhor desempenho quanto à resistência à fadiga cíclica, perdendo apenas para XP Shaper, seguidos por WaveOne Gold e seguidos pela Protaper Universal.

BUENO, C. *et al.* 2019 obtiveram resultados semelhantes à CAMARGO, C. *et al.* 2020 com relação as limas Genius. Para ambos os autores, essas limas quando comparadas a limas do sistema rotatório, apresentam resultados intermediários, não tendo muito destaque na literatura atual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na literatura atual, o movimento recíprocante é mais eficaz na resistência à fadiga cíclica do que o movimento rotatório. A percepção após a construção deste trabalho é contraditória à literatura atual, pois muitas limas rotatórias apresentam melhor performance que as do sistema recíprocante. Outros fatores começam a aparecer de maneira mais relevante e influentes no que diz respeito a fadiga cíclica, tais como o tipo de tratamento térmico utilizado, a secção transversal da lima, o diâmetro do núcleo da lima, as condições as quais o instrumento é submetido. Dessa forma, dado o dinamismo do tema, entende-se que é necessária a continuidade deste estudo, de modo a dirimir as dúvidas que ainda norteiam o nosso caminho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Tabassum S, Zafar K, Umer F. **Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New?** European Endodontic Journal. Volume 4. 111 - 117. 2019. Outubro, 18.
- 2 - Motalvão D, Alçada F, Fernandes F, Correi S. **Structural Characterisation and Mechanical FE Analysis of Conventional and M-Wire Ni-Ti Alloys Used in Endodontic Rotary Instruments.** The Scientific World Journal, [S.I.], volume 2014. n. 1. p. 1-8, 2014. Janeiro, 20.
- 3 - Poveda, L.M. **Avaliação da resistência à fadiga cíclica flexural dos instrumentos Reciproc Blue e WaveOne Gold.** 2017. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2017.
- 4 - Pirani C, Cirulli PP, Chersoni S, Micele L, Ruggeri O, Prati C. **Cyclic fatigue testing and metallographic analysis of nickel-titanium rotary instruments.** Journal of Endodontics, Volume 37, número 7, 2011, Julho, 7.
- 5 - Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini, G. **Cyclic fatigue of reciproc and waveone reciprocating instruments.** Internacional Endodontic Journal. Volume 45. 614 – 618. 2012. Janeiro, 23.
- 6 - Gambarini G, Plotino G, Piasecki L, Al-Sudani D, Testarelli L, Sannino G. **Deformations and cyclic fatigue resistance of nickel-titanium instruments inside a sequence** A Journal of Odontostomalogic Sciencs. Volume 6. 2015. Maio, 18.
- 7 - Özyürek T. **Cyclic fatigue resistance of reciproc, waveone and waveone gold nickel Titanium instruments.** Journal of Endodontics. Volume 42. Edição 10. 1536 – 1539. 2016. Agosto, 9.
- 8 - Uslu G, Özyürek T, Yilmaz K, Gündoğar M. **Cyclic fatigue resistance of R-pilot, Hyflex EDM and Path file nickel-titanium glide path files in artificial canals with double (S-shaped) curvature.** International Endodontic Journal. Volume 51, 584 – 589. 2017. Agosto, 30.
- 9 - Alcade M, Duarte MA, Bramante C, Vasconcelos B, Filho T, Guerreiro J. *et al.* **Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated**

reciprocating nickel-titanium instruments. Clinical Oral Investigations. Volume 22. 1865 – 1871. 2018. Dezembro, 9.

10 - Pedullà E, Benites A, La Rosa M, Plotino G, Grande N, Rapisarda E. *et al.* **Cyclic fatigue resistance of heat-treated nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite and/or sterilization.** Journal of Endodontics. Volume 44. 648 – 653. 2018. Fevereiro, 4.

11 – Keskin C, Inan U, Guler D, Kalyoncuoglu E. **Cyclic fatigue resistance of XP-endo shaper, K3XF, and pro taper gold nickel-Titanium instruments.** Journal of Endodontics. Volume 44. Edição 7. 1164 – 1167. 2018. Julho, 1.

12 – Azim A, Tarrosh M, Azim K, Piasecki L. **Comparison between single-file Rotary systems: part 2 – The effect of length of the instrument subjected to cyclic loading on cyclic fatigue resistance.** Journal of Endodontics. Volume 44. Edição 12. 1837 – 1842. 2018. Dezembro, 1.

13 – Shen Y, Huang X, Wang Z, Wei X, Haapasalo M. **Low environmental temperature influences the fatigue resistance of nickel Titanium files.** Journal of Endodontics. Volume 44. Edição 4. 626 -629. 2018. Janeiro, 3.

14 - Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G, Castagnola R, Rossetti A. *et al.* **Cyclic Fatigue of Reciproc and Reciproc Blue Nickel-titanium Reciprocating Files at Different Environmental Temperatures.** Journal of Endodontics. Volume 44. 1549 – 1552. 2018. Agosto, 22.

15 - Silva E, Vieira V, Hecksher F, Oliveira M, Antunes H, Moreira E. **Cyclic fatigue using severely curved canals and torsional resistance of thermally treated reciprocating instruments.** Clinical Oral Investigations. Volume 22. 2633 – 2638. 2018. Fevereiro, 1.

16 - Bueno C, Cury M, Vasques AM, Araújo G, Jacinto R, Filho JE. **Cyclic fatigue resistance of novel Genius and Edgefile nickel-titanium reciprocating instruments.** Brazilian Oral Research. 2018. Agosto, 30.

- 17 - Silva E, Lima C, Vieira V, Antunes H, Moreira E, Versiani M. **Cyclic fatigue and Torsional Resistance of four martensite-based nickel titanium reciprocating instruments.** European Endodontic Journal. Volume 5. 231 – 235. 2021. Agosto, 19.
- 18 – Camargo C, Bittencourt T, Hasna A, Palo R, Carvalho C, Valera M. **Cyclic fatigue, torsional failure, and flexural resistance of rotary and reciprocating instruments.** Journal of Conservative Dentistry. Volume 23. 364 -369. 2021. Janeiro, 16.
- 19 – Kamali S, Turkeydin D. **Cyclic fatigue resistance and shaping ability of heat-treated nickel-titanium instruments after repeated use.** Nigerian Journal of Clinical Practice. Volume 24. 247 - 253. 2021. Fevereiro, 24.
- 20 - Pedullà E, Kharouf N, Caruso S, Jmal H, Haikel Y, Mancino D. **Torsional, Static, and Dynamic Cyclic Fatigue Resistance of Reciprocating and Continuous Rotating Nickel-Titanium Instruments.** Journal of Endodontics. Volume 48. 1421 – 1427. 2021. Agosto, 17.
- 21 – Vieira T, Cardoso R, Alves N, Menezes S, Batista S, Silva S. *et al.* **Cyclic Fatigue Resistance of Blue Heat-Treated Instruments at Different Temperatures.** Internacional Journal of Biomaterials. Volume 2021. 2021. Julho, 30.
- 22 – Loureiro MA, Calefi P, Ribeiro T, Vivian R, Duarte M, Siqueira P. *et al.* **Cyclic Fatigue and Torsional Strength of a New Thermally Treated Reciprocating System.** European Endodontic Journal. Volume 7. 198 – 202. 2022. Setembro, 7.
- 23 – Pedullà E, Rosa G, Franciosi G, Corsentino G, Rapisarda S, Savio F. *et al.* **Cyclic fatigue and torsional resistance evaluation of Reciproc R25 instruments after simulated clinical use.** Minerva Dental and Oral Science. Volume 71. 174 -179. 2022. Junho, 15.
- 24 – Pereira H, Silva E, Filho T. **Movimento recíprocante em endodontia: revisão de literatura.** Revista Brasileira de Odontologia. Volume 69. Número 2. 2012. Julho.
- 25 – Lima LC, Cornélio ALG. **Instrumentação com sistema recíprocante: revisão de Literatura.** Revista Odontológica Planal Cent. 2020. Janeiro - Junho. 19(1): 1-17.

