



RESISTÊNCIA À FRATURA POR FADIGA CÍCLICA EM DIFERENTES TIPOS DE LIMAS ENDODÔNTICAS: UMA REVISÃO SISTEMATIZADA

CYCLIC FATIGUE FRACTURE RESISTANCE OF DIFFERENT TYPES OF ENDODONTIC FILES: A SYSTEMATIC REVIEW

Markelane Santana SILVA

Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

E-mail: markelanesantana@unifsa.com.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2933-1431>

Marina Guimarães Araújo SOUZA

Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

E-mail: marijay400@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-8484-2831>

Iohanna Silva ROLDÃO

Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

E-mail: iohanna12roldao@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-5385-4067>

RESUMO

As limas endodônticas são instrumentos fundamentais para a limpeza e modelagem dos canais radiculares. A fratura do instrumento decorrente da fadiga cíclica do metal representa um desafio clínico que pode comprometer o sucesso do tratamento. Este estudo teve como objetivo comparar a resistência à fratura por fadiga cíclica entre limas rotatórias e reciprocantes. Trata-se de uma revisão integrativa de literatura realizada nas bases de dados Europe PMC, Pubmed, SciELO e portal de periódicos da CAPES incluindo artigos publicados entre 2022 e 2025. Foram inicialmente identificados 150 estudos dos quais, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, sete compuseram a amostra final. Os resultados apontaram maior resistência à fadiga cíclica das limas reciprocantes em comparação às rotatórias, especialmente em canais com curvaturas mais acentuadas. Conclui-se que a escolha do tipo de lima deve considerar não apenas a técnica empregada, mas também a segurança e a durabilidade do instrumento, contribuindo para maior previsibilidade e efetividade dos tratamentos endodônticos.

Palavras-chave: Fadiga cíclica. Lima rotatória. Lima reciprocante.

ABSTRACT

Endodontic files are essential instruments for cleaning and shaping root canals. Instrument fracture due to cyclic metal fatigue poses a clinical challenge that can compromise treatment success. This study aimed to compare the resistance to cyclic fatigue fracture between rotary and reciprocating files. This is an integrative literature review conducted in the Europe PMC, Pubmed, SciELO, and CAPES journal portal databases, including articles published between 2022 and 2025. A total of 150 studies were initially identified, of which seven comprised the final sample after applying the inclusion and exclusion criteria. The results indicated greater resistance to cyclic fatigue of reciprocating files compared to rotary files, especially in canals with steeper curvatures. It is concluded that the choice of file type should consider not only the technique used, but also the safety and durability of the instrument, contributing to greater predictability and effectiveness of endodontic treatments.

Keywords: Cyclic fatigue. Rotary file. Reciprocate file.

INTRODUÇÃO

A Endodontia é a especialidade da Odontologia que se destaca no tratamento de canais radiculares permitindo que o elemento dentário permaneça na cavidade bucal do paciente. Para um tratamento endodôntico eficaz e resolutivo é necessário realizar o diagnóstico das alterações endodônticas corretas e da correta execução das técnicas, exames odontológicos, obturação do canal radicular e a restauração final (Silva *et al*, 2024).

Nesse âmbito, a endodontia moderna destaca as limas endodônticas como um dos pilares para a limpeza e modelagem dos canais radiculares (Ferraz *et al*, 2022). Há uma necessidade contínua de avanços em materiais e tecnologias de fabricação de limas endodônticas para otimizar os resultados clínicos e aumentar a segurança dos procedimentos endodônticos. Assim, novas ligas metálicas foram introduzidas para fabricação de instrumentos endodônticos, como a utilização da liga de níquel- titânio (NiTi), o que resultou em limas mais flexíveis, com baixo módulo de elasticidade, maior manutenção da trajetória dos canais radiculares e maior resistência à torção,

permitindo minimizar falhas no tratamento endodôntico principalmente de canais curvos (Deus, 2014; Silva *et al*, 2024).

A anatomia interna complexa e a presença de curvatura nos canais radiculares estão relacionadas às fraturas dos instrumentos durante o seu uso. A fadiga do metal e sua consequente fratura é um problema comum durante a instrumentação e pode comprometer significativamente o prognóstico do tratamento endodôntico, o que representa um grande desafio a ser vencido (Ferraz *et al*, 2022; Prill, 2021). Ademais, a fratura por fadiga cíclica é resultado do desgaste do metal por repetidas séries de tensão e compressão em áreas da lima submetida a áreas de curvatura nos canais radiculares, causando microdeformações em sua estrutura que resultam na fratura do instrumento (Sunde, 2022).

Levando em consideração a importância de analisar a eficácia das limas endodônticas utilizadas no tratamento endodôntico, o objetivo desse estudo foi realizar uma revisão de literatura sistematizada para comparar a resistência à fratura por fadiga cíclica de limas rotatórias e reciprocantes.

METODOLOGIA

Este estudo é uma revisão integrativa sistemática que é um método bastante utilizado para desenvolver pesquisas, pois proporciona uma análise de conhecimento e incorporação da aplicabilidade de resultados atuais e importantes para a comunidade. Tendo como foco principal analisar, verificar e discutir os dados achados relacionados a temática em questão. Assim, esse método constitui basicamente um instrumento da Prática Baseada em Evidências (PBE) e contém pontos característicos, como a definição do problema, identificação das informações relevantes, trajeto da busca pelos artigos, avaliação e análise crítica a identificação da aplicabilidade dos dados oriundos das publicações e a determinação de sua utilização (Ercole; Melo; Alcoforado, 2014).

Para a elaboração da questão que norteou o estudo, seguiu-se a estratégia PICO (P: População; I: Interesse; Co: Contexto) (Quadro 1). Essa estratégia foi utilizada para auxiliar na especificação da questão norteadora. Desta forma, o presente estudo apresenta as principais etapas na formulação de uma pergunta de pesquisa e descreve a estratégia PICO. Após montar o acrônimo, foi criada a questão de partida: Quais

fatores estão associados à fratura por fadiga cíclica entre as limas rotatórias e reciprocantes? (Araújo, 2020).

Quadro 1: Descrição da Estratégia PICO, Teresina-PI, 2025.

P	População	Limas endodônticas
I	Interesse	Resistência à fratura por fadiga cíclica
Co	Contexto	Limas rotatórias e reciprocantes

Fonte: Autoria própria (2025).

A pesquisa foi conduzida por publicações realizadas através da busca na base de dados da *Europe PubMed Central* (Europe PMC), Pubmed, Portal de periódicos da CAPES e *Scientific Electronic Library Online* (Scielo).

Durante a coleta de dados foi utilizado um formulário com dados relevantes para o estudo. A coleta de dados foi realizada em fevereiro de 2025 e foi realizado um levantamento das produções científicas sobre o tema abordado pelos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “*Cyclic fatigue*” and “*rotary file*” and “*reciprocate file*”.

Com isso, os critérios de inclusão aplicados nesse estudo foram artigos com texto completo relacionados ao tema e os objetivos propostos, publicados no período de 2022 a 2025. Os artigos de monografias, dissertações, relato de caso, editorial, jornal, revisão e os que fugiram do tema proposto não entraram no estudo.

Foram utilizadas cinco etapas para analisar os dados encontrados: o primeiro foi a seleção da pergunta da pesquisa, pesquisa bibliográfica, definição dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos e seleção da amostra; análise crítica dos achados. Na primeira etapa, foi realizada a leitura crítica com o intuito de organizar e resumir o conteúdo do artigo, sendo usada apenas para a obtenção da resposta na questão de partida (Galvão; Mendes; Silveira, 2010).

Os dados inseridos nos artigos selecionados foram organizados em duas partes, sendo a primeira falando das características das publicações, e o segundo, que trata dos resultados neles contidos, no qual constituiu forma ao estudo, sendo estes artigos categorizados por similaridade semântica.

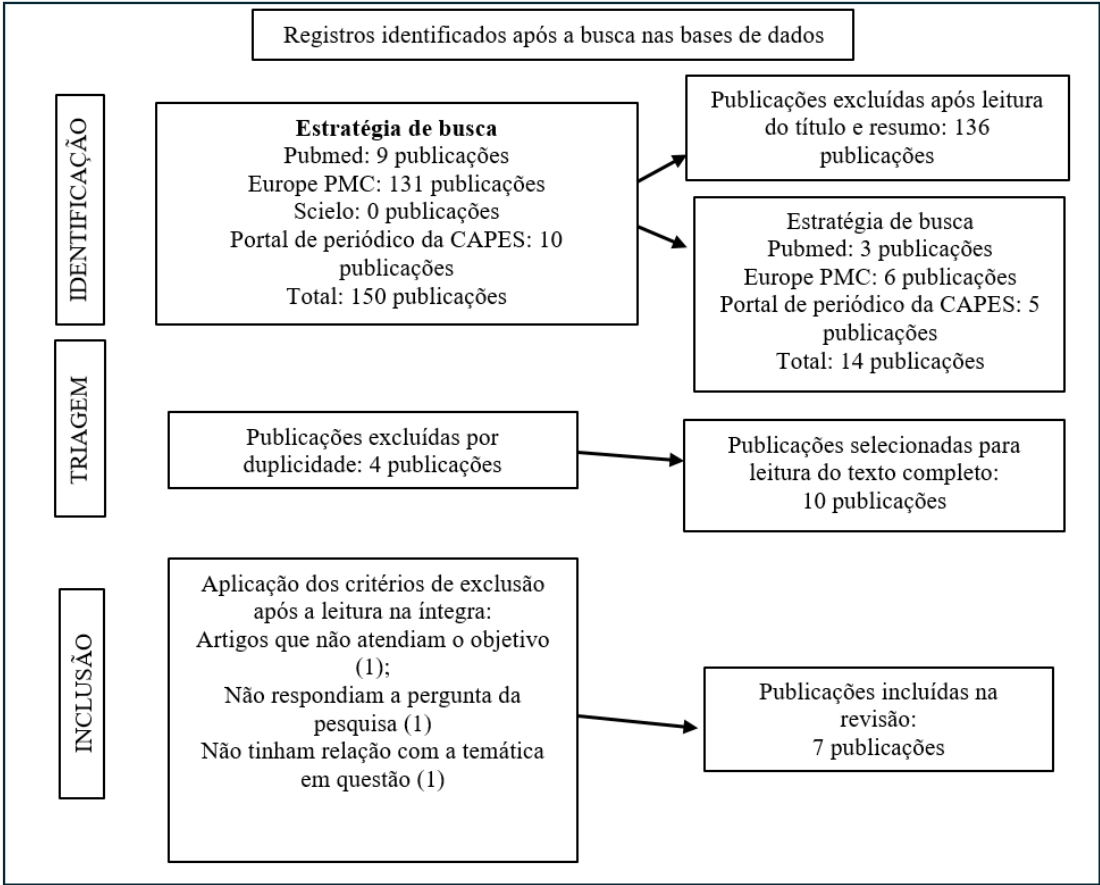
Os resultados dos dados obtidos foram demonstrados por meio de tabelas e quadros, a partir de porcentagem simples, bem como a formação de categorias pela similaridade semântica dos estudos, em que a discussão será descritiva, baseada nos artigos trabalhados neste estudo.

RESULTADOS

A partir das buscas realizadas nas bases de dados, foram identificados 150 artigos. Após a leitura de títulos e resumos, 136 publicações foram excluídas por não atenderem aos critérios de inclusão. Em seguida, 4 estudos foram eliminados por duplicidade, restando 10 artigos para leitura na íntegra. Desses, 3 foram excluídos: um por não atender aos objetivos do estudo, um por não responder à questão de partida e outro por não apresentar relação com a questão de partida.

Destaca-se que para seleção das publicações, seguiram-se as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* – PRISMA, conforme apresentado na Figura 1, a seguir:

Figura 1: Fluxograma de seleção dos estudos primários, elaborado a partir da recomendação PRISMA. Teresina, PI, Brasil, 2025.



Fonte: Autores segundo a base de dados, 2025.

A partir dos estudos levantados, estabeleceram-se variáveis pertinentes para a observação das produções científicas referentes à pesquisa, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição das produções científicas segundo o ano de publicação, abordagem metodológica e revista de publicação, Teresina, 2025.

VARIÁVEIS	N	%
ANO DE PUBLICAÇÃO		
2025	01	20,00
2024	03	40,00
2023	03	40,00
Total	07	100,00
ABORDAGEM METODOLÓGICA		
Quantitativa	06	60,00
Quantitativa e Qualitativa	01	10,00
Total	07	100,00
BASE DE DADOS		
Europe PMC	07	100,00
Total	07	100,00

Fonte: Banco de dados da Europe PMC, 2025.

De acordo com a Tabela 1, verificou-se maior concentração de publicações nos anos de 2023 e 2024, com três estudos em cada período. No que se refere à abordagem metodológica, destacou-se a predominância de investigações de caráter quantitativo, com destaque para pesquisas *in vitro*. Todos os estudos incluídos foram indexados na base Europe PMC.

Referente à análise dos estudos, o Quadro 2 mostra a distribuição dos artigos incluídos segundo autores, ano, título, base de dados, revista e tipo de estudo que embasará a discussão deles.

Quadro 2: Distribuição dos artigos selecionados segundo autor/ano de publicação, título, base de dados, revista e tipo de estudo. Teresina-PI, 2025.

Cód. Código	Ano/autor	Título	Revista	Base de dados	Tipo de estudo
A1	Dias <i>et al</i> , 2023	Análise comparativa da resistência à fadiga torcional e	Restorative Dentistry e Endodontics	Europe PMC	Pesquisa experimental, <i>in vitro</i> ,

		cíclica do ProGlider, WaveOne gold Glider e TruNatomy em canal curvo simulado			comparativa, quantitativo
A2	Martin <i>et al</i> , 2023	Análise comparativa de sistemas rotativos de lima única tratados termicamente com reciprocidade e face plana: Projeto, características metalúrgicas e desempenho mecânico	International Endodontic Journal	Europe PMC	Avaliação multimétodo, quanti-qualitativo
A3	Özyürek <i>et al</i> , 2023	Avaliação do impacto da experiência do operador na resistência à fadiga cíclica em limas NiTi reciprocantes e rotatórias: um estudo comparativo entre estudantes de odontologia e especialistas em odontopediatria	Frontiers in materials	Europe PMC	Ensaio laboratorial experimental <i>in vitro</i> , comparativo
A4	Srikumar <i>et al</i> , 2024	Uma avaliação comparativa <i>in vitro</i> da resistência à fadiga cíclica de dois sistemas de limas rotatórias e duas reciprocantes	Revista de Odontologia a Conservadora e Endodontia	Europe PMC	Estudo transversal, quanti-qualitativo

A5	Pujara <i>et al</i> , 2024	Avaliação Comparativa da Resistência à Fadiga Cíclica do WaveOne Gold em Movimento Recíprocante, do ProGlider em Movimento Rotatório e de Limas Manuais em uma Peça de Mão Recíprocante em Canais Curvos Simulados: Um Estudo <i>In Vitro</i>	Cureus Journal of Medical Science	Europe PMC	Estudo <i>In Vitro</i>
A6	Greco <i>et al</i> , 2024	Cyclic Fatigue Resistance of Four Heat-Treated Nickel-Titanium Files in Severely Curved Simulated Canals: An <i>In Vitro</i> Study.	Journal of Clinical Medicine	Europe PMC	Estudo <i>in vitro</i> , quantitative
A7	Nagpal <i>et al</i> , 2025	Efeito de movimentos rotatórios e recíprocantes contínuos na resistência à fadiga cíclica de duas limas endodônticas de níquel-titânio diferentes: um estudo <i>in vitro</i>	Journal of endodontics	Europe PMC	Estudo <i>In Vitro</i>

Fonte: Autores segundo as bases de dados, 2025.

O quadro 3 destaca o objetivo e os resultados dos estudos selecionados para a discussão dessa pesquisa.

Quadro 3: Caracterização das publicações em relação aos objetivos e resultados, 2025.

Cód. Código	Objetivo	Resultados
A1	O presente estudo teve como finalidade comparar a resistência à fadiga cíclica e torcional dos instrumentos ProGlider (PG), WaveOne Gold Glider (WGG) e TruNatomy Glider (TNG).	O grupo WGG apresentou resistência significativamente maior à fadiga cíclica em comparação aos grupos PG e TNG ($< 0,05$). No teste de fadiga torcional, o TNG mostrou o maior ângulo de rotação, seguido pelo PG e pelo WGG ($< 0,05$). Além disso, o TNG superou o PG em resistência torcional ($< 0,05$). A avaliação em MEV evidenciou morfologia dúctil, característica de ambos os tipos de fratura: cíclica e torcional.
A2	Comparar dois instrumentos rotatórios de lima única com design de lado plano a três sistemas reciprocantes de lima única por meio de uma análise multimétodo.	Os instrumentos testados mostraram número de lâminas semelhante, mas diferenças nos ângulos helicoidais e no acabamento superficial. Os de lado plano apresentaram irregularidades estruturais e falhas de homogeneidade, além de pior desempenho nos testes de fadiga cíclica, torque, ângulo de rotação, resistência à flambagem e flexibilidade, quando comparados aos reciprocantes. Houve também variações nas fases de transformação e na microdureza, sendo o AF F One Blue o de menor valor e o Reciproc o de maior. Conclui-se que os instrumentos rotatórios de lado plano foram inferiores aos reciprocantes, além de apresentarem inconsistências de fabricação.
A3	O objetivo deste estudo foi comparar o tempo de instrumentação (TI) e a resistência à fratura das limas de NiTi T-endo MUST (TEM), de cinemática reciprocante, e AF Baby File (ABF), de rotação contínua, considerando seu uso por especialistas em odontopediatria.	As limas TEM apresentaram resistência à fadiga significativamente superior em relação às ABF em todos os grupos. Contudo, no GE, tanto as TEM quanto as ABF exibiram menor resistência à fadiga quando comparadas ao GC. O tempo de instrumentação foi mais curto com o uso das TEM em comparação às ABF. Além disso, verificou-se que o nível de experiência não influenciou nem a resistência à fadiga nem o tempo de instrumentação em ambos os sistemas de limas.
A4	Avaliar e comparar a resistência à fadiga cíclica (RFC) de limas rotatórias e	Os sistemas de limas reciprocantes WOG e RPB apresentaram CFR superior, mais especialmente em canais com ângulo de curvatura abrupto de

	reciprocantes em canais simulados com ângulos de curvatura de 45°, 60° e 90°.	90° em comparação com ambos os sistemas de limas rotativas testados. Entre os sistemas de limas rotativas testados, o Neoendo Flex apresentou maior CFR do que o ProTaper Next.
A5	Este estudo avaliou a resistência à fadiga cíclica de limas de glide path em comparação com limas manuais acionadas por peça de mão reciprocante em canais curvos simulados, contemplando especificamente os instrumentos WaveOne Gold Glider, ProGlider, limas K de aço inoxidável (SS), limas K de níquel-titânio (NiTi) e limas K Flexo.	As limas Flexo apresentaram a maior média de resistência à fadiga cíclica ($1690,33 \pm 456,97$ s), seguidas por WaveOne Gold Glider ($872,13 \pm 210,08$ s), limas K de NiTi ($760,73 \pm 163,86$ s), limas K de aço inoxidável ($707,60 \pm 257,98$ s) e ProGlider ($371,00 \pm 66,02$ s). Não houve diferenças estatisticamente significativas no comprimento dos fragmentos entre os grupos. A análise de variância (ANOVA) indicou diferenças relevantes apenas na resistência à fadiga cíclica, mas não no comprimento dos fragmentos.
A6	Comparar a resistência à fadiga cíclica de três diferentes sistemas de lima única NiTi após o uso clínico: WaveOne Gold (WOG, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), One Curve (OC, Micro Mega, Besancon, França) e Reciproc Blue (RPC Blue, VDW, Munique, Alemanha).	Dentro das limitações deste estudo, as limas RPC Blue exibiram maior resistência à fadiga cíclica após o uso clínico.
A7	Analisar e comparar a resistência à fadiga cíclica (RFC) das limas endodônticas de níquel-titânio TruNatomy (TRN) e WaveOne Gold (WOG), quando utilizadas em movimentos de rotação contínua e reciprocante.	O movimento reciprocante aumentou a resistência à fadiga cíclica em relação ao rotatório. As WOG em reciprocante apresentaram a maior resistência, seguidas por TRN em reciprocante e TRN em rotação contínua. As WOG em rotação contínua tiveram a menor resistência. A análise microscópica mostrou fratura típica por fadiga cíclica, com padrão dúctil.

Fonte: Autores segundo as bases de dados, 2025.

DISCUSSÃO

Os estudos analisados reforçam a importância da cinemática empregada na instrumentação endodôntica na resistência à fadiga cíclica (RFC) das limas de níquel-titânio (NiTi). De maneira geral, os sistemas reciprocantes apresentaram desempenho superior em relação aos rotatórios.

Srikumar *et al.* (2024) demonstraram que os sistemas *WaveOne Gold* (WOG) e *Reciproc Blue* (RPB) obtiveram maior resistência à fadiga, principalmente em canais simulados com curvaturas severas (90°), em comparação aos sistemas rotatórios *Neoendo Flex* e *ProTaper Next*. Resultados semelhantes foram observados por Nagpal *et al.* (2025), que verificaram melhor desempenho do movimento reciprocante tanto para o WOG quanto para o *TruNatomy* (TRN), em relação ao movimento rotatório.

No mesmo sentido, Martin *et al.* (2023) destacaram que instrumentos rotatórios de lima única com design em lado plano apresentaram desempenho inferior aos sistemas reciprocantes (*Reciproc Blue* e *One Files Blue*), tanto em fadiga cíclica quanto em flexibilidade. Complementarmente, Dias *et al.* (2023) evidenciaram que o WOG Glider apresentou maior resistência à fadiga cíclica que o *ProGlider* e o *TruNatomy Glider*, confirmando a superioridade dos sistemas reciprocantes também em instrumentos de *glide path*.

Outro fator relevante foi a influência da curvatura do canal. Greco *et al.* (2024) mostraram que, em curvaturas de 90°, as diferenças entre os sistemas foram significativas, sendo o instrumento *FQ 25.06* o mais resistente, enquanto o *Blueshaper* apresentou desempenho inferior. Em contraste, em canais de 60° não foram observadas fraturas no tempo de avaliação, o que evidencia que a severidade da curvatura impacta diretamente a durabilidade das limas.

Além disso, Özyürek *et al.* (2023) verificaram que a experiência clínica do operador não influenciou a resistência à fadiga cíclica, embora o tempo de instrumentação tenha sido menor com sistemas reciprocantes. Esse achado é clinicamente relevante, pois indica que esses sistemas oferecem maior previsibilidade mesmo para operadores menos experientes.

Por fim, Pujara *et al.* (2024) confirmaram que os sistemas reciprocantes *WaveOne Gold Glider* apresentaram melhor desempenho que os rotatórios (*ProGlider*) e as limas manuais, reforçando a aplicabilidade clínica de sistemas reciprocantes em condições de canais curvos.

Dessa forma, observa-se uma convergência entre os estudos de que os sistemas reciprocantes, especialmente quando associados a ligas tratadas termicamente, apresentam maior resistência à fadiga cíclica, sendo uma opção mais segura e previsível na prática clínica endodôntica. Esse desempenho está relacionado

ao movimento alternado que reduz o estresse contínuo de flexão, ao design geométrico diferenciado e ao uso de ligas de níquel-titânio tratadas termicamente, que conferem maior flexibilidade e durabilidade às limas.

Outro achado relevante é que a experiência do operador não influencia de maneira significativa a resistência à fadiga das limas, embora os sistemas reciprocantes reduzam o tempo de instrumentação, tornando-os mais previsíveis e seguros, inclusive para profissionais com menor prática clínica. Além disso, verificou-se que sistemas reciprocantes se mostram vantajosos já na fase de preparo da trajetória de deslizamento (*glide path*), reduzindo a chance de fraturas precoces dos instrumentos.

Do ponto de vista prático, os resultados reforçam que a adoção de sistemas reciprocantes, como *WaveOne Gold* e *Reciproc Blue*, pode contribuir para maior segurança, previsibilidade e eficiência no tratamento endodôntico, minimizando o risco de fratura dos instrumentos e aumentando a taxa de sucesso clínico. Ademais, a compreensão do impacto da curvatura do canal e do tipo de liga utilizada auxilia o cirurgião-dentista na escolha da lima mais apropriada para cada caso, promovendo um planejamento individualizado e baseado em evidências.

Portanto, os principais achados consolidam os instrumentos reciprocantes como uma estratégia tecnológica que otimiza a prática clínica, reduz falhas instrumentais e favorece melhores desfechos em endodontia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos estudos revisados evidencia de forma consistente que os sistemas reciprocantes apresentam maior resistência à fadiga cíclica em comparação aos rotatórios, especialmente em canais curvos e severamente curvos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. C. O. **Recuperação da informação em saúde**. ConCI: Convergências em Ciência da Informação, v. 3, n. 2, p. 100-134, 2020. Disponível em: https://www.google.com/search?q=estrat%C3%A9gia+pico&rlz=1C10KWM_enBR893BR893&oq=estrat%C3%A9gia+pico&aqs=chrome..69i57j0i512l7.4184j0j4&sou rceid=chrome&ie=UTF-8. Acesso em: 11.set.2023.

RESISTÊNCIA À FRATURA POR FADIGA CÍCLICA EM DIFERENTES TIPOS DE LIMAS ENDODÔNTICAS: UMA REVISÃO SISTEMATIZADA. Markelane Santana SILVA; Marina Guimarães Araujo SOUZA; Iohanna Silva ROLDÃO. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 - MÊS DE OUTUBRO - Ed. 67. VOL. 01. Págs. 203-216. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

DEUS, G.; et al. Bending resistance and dynamic and static cyclic fatigue life of Reciproc and Wave One large instruments. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 4, p. 575-579, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.10.013>. Acesso em: 31.out.2023.

DIAS, P. de S. et al. Comparative analysis of torsional and cyclic fatigue resistance of ProGlider, WaveOne Gold Glider, and TruNatomy Glider in simulated curved canal. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 48, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2023.1224938/full>. Acesso em: 23 set. 2025.

ERCOLE, F. F; MELO, L.S.; ALCOFORADO, C.L.G.C. Revisão integrativa versus revisão sistemática. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9-12, mar, 2014. Disponível em: <http://www.reme.org.br/artigo/detalhes/904>. Acesso em: 10 out. 2021.

FERRAZ, K. G. et al. A evolução das limas endodônticas – revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, p. e226111739280–e226111739280, 26 dez. 2022. Disponível em: <http://www.reme.org.br/artigo/detalhes/904>. Acesso em: 10 out. 2021.

GRECO, K. et al. Cyclic Fatigue Resistance of Four Heat-Treated Nickel-Titanium Files in Severely Curved Simulated Canals: An In Vitro Study. **Journal of Clinical Medicine**, v. 13, n. 19, p. 5739–5739, 26 set. 2024. Disponível em: Acesso em: 20. fevereiro.2025

MARTINS, J. N. R. et al. Comparative analysis of reciprocating and flat-side heat-treated rotary single-file systems: Design, metallurgical characteristics, and mechanical performance. **International Endodontic Journal**, v. 56, n. 7, p. 896-908, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37029571/>. Acesso em: 23 set. 2025.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. Texto & Contexto - Enfermagem, v. 17, n. 4, p. 758–764, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>. Acesso em: 31.out.2023.

NAGPAL, R. et al. Efeito dos movimentos rotatórios e reciprocantes contínuos na resistência à fadiga cíclica de duas limas endodônticas diferentes de níquel-titânio: Um estudo in vitro. **Endodontology** 2025; v. 37, p. 85-9. Disponível em: <https://journals.lww.com/eddt>. Acesso em: 31.out.2025.

ÖZYÜREK, H. et al. Avaliação do impacto da experiência do operador na resistência à fadiga cíclica em limas NiTi reciprocantes e rotativas: um estudo comparativo entre estudantes de odontologia e especialistas em odontologia pediátrica. **Frontiers in Materials**, v. 10, art. 1224938, 2023. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2023.1224938/full>. Acesso em: 23 set. 2025.

RESISTÊNCIA À FRATURA POR FADIGA CÍCLICA EM DIFERENTES TIPOS DE LIMAS ENDODÔNTICAS: UMA REVISÃO SISTEMATIZADA. Markelane Santana SILVA; Marina Guimarães Araujo SOUZA; Iohanna Silva ROLDÃO. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 – MÊS DE OUTUBRO - Ed. 67. VOL. 01. Págs. 203-216. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

PRILL, M. V. S. Acidentes e complicações em endodontia: fratura de lima. **Revista Cathedral**, v. 3, n. 4, p. 35-43, 1 dez. 2021. Disponível em: <http://cathedral.ojs.galoa.com.br/index.php/cathedral/article/view/381>. Acesso em: 31.out.2024.

PUJARA, S. M. et al. Avaliação comparativa da resistência à fadiga cíclica do WaveOne Gold em movimento recíprocante, ProGlider em movimento rotativo e limas manuais em uma peça de mão recíprocante em canais curvos simulados: um estudo in vitro. **Cureus**, v. 16, n. 8, e67704, 24 ago. 2024. Disponível em: <https://www.cureus.com/articles/27704>. Acesso em: 23 set. 2025.

SILVA, L. B. A.; et al. Avaliação da resistência à fratura de diferentes tipos de limas endodônticas: uma análise comparativa. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 7, p. e5033-e5033, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/5033>. Acesso em: 31.out.2023.

SRIKUMAR *et al.* Uma avaliação comparativa in vitro da resistência à fadiga cíclica de dois sistemas de limas rotativas e dois recíprocantes. **Revista de Odontologia Conservadora e Endodontia**, v. 27, n. 7, p. 774-779, 1 jul. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.4103/jcde.jcde_2_24. Acesso em: 31.out.2023

SUNDE, P. T.; Microbiota of periapical lesions refractory to endodontic therapy. **Journal of Endodontics**, Los Angeles, EUA, v. 28, n. 04, p. 304 - 310, abr. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/00004770-200204000-00011>. Acesso em: 13 set. 2023.