

INFLUÊNCIA DO SISTEMA RECIPOCRANTE NA RESISTÊNCIA À FRATURA DOS INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS: REVISÃO DA LITERATURA

INFLUENCE OF THE RECIPOCRANT SYSTEM ON THE FRACTURE RESISTANCE OF ENDODONTIC INSTRUMENTS: LITERATURE REVIEW

INFLUENCIA DEL SISTEMA RECIPOCRANTE EN LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE LOS INSTRUMENTOS ENDODÓNICOS: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Antônio Marcos Pereira da Silva¹

Jamires Macedo de Oliveira²

Ana Beatriz Hermínia Ribeiro Ducati de Sampaio³

Caio Vinicius Teixeira Nogueira⁴

Naíza Evangelista Matias Neta⁵

João Igo Araruna Nascimento⁶

Cicero Lucas Gomes Ramalho⁷

RESUMO: A endodontia é uma especialidade odontológica voltada para o tratamento de alterações da polpa dentária e dos tecidos periapicais. A instrumentação do sistema de canais radiculares é um dos pilares para o sucesso clínico, e pode ser realizada com limas manuais ou sistemas mecanizados. Com o avanço da tecnologia, surgiram os sistemas reciprocantes, que se destacam por reduzir o risco de fratura dos instrumentos, especialmente em canais curvos, onde há maior ocorrência de fadiga cíclica. Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura para avaliar a influência do movimento reciprocante na resistência à fratura dos instrumentos endodônticos. Foram analisados estudos publicados nos últimos cinco anos, os quais indicaram que os sistemas reciprocantes, em especial aqueles fabricados com ligas NiTi termicamente tratadas, apresentam desempenho superior quanto à resistência mecânica, flexibilidade e segurança clínica. Conclui-se que o uso desses sistemas representa uma alternativa eficaz à instrumentação convencional, proporcionando maior durabilidade dos instrumentos e previsibilidade no tratamento endodôntico.

4105

Palavras-chave: Endodontia. NiTi. Reciprocante.

ABSTRACT: Endodontics is a dental specialty focused on the treatment of alterations in the dental pulp and periapical tissues. The instrumentation of the root canal system is one of the key factors for clinical success and can be performed using manual files or mechanized systems. With technological advancements, reciprocating systems have emerged, standing out for reducing the risk of instrument fracture, especially in curved canals, where cyclic fatigue is more prevalent. This study aimed to conduct a literature review to evaluate the influence of reciprocating motion on the fracture resistance of endodontic instruments. Studies published in the last five years were analyzed, indicating that reciprocating systems, particularly those manufactured with thermally treated NiTi alloys, demonstrate superior performance in terms of mechanical resistance, flexibility, and clinical safety. It is concluded that the use of these systems represents an effective alternative to conventional instrumentation, providing greater instrument durability and predictability in endodontic treatment.

Keywords: Endodontics. NiTi. Reciprocating.

¹ Discente do curso de Odontologia, Faculdade CECAPE, Ceará, Brasil.

² Discente do curso de Odontologia, Faculdade CECAPE, Ceará, Brasil.

³ Docente do curso de Odontologia, Faculdade CECAPE, Ceará, Brasil.

⁴ Docente do curso de Odontologia, Faculdade CECAPE, Ceará, Brasil.

⁵ Docente do curso de Odontologia, Faculdade CECAPE, Ceará, Brasil.

⁶ Docente do curso de Odontologia, Faculdade CECAPE, Ceará, Brasil.

⁷ Docente do curso de Odontologia, Faculdade CECAPE, Ceará, Brasil.

RESUMEN: La endodoncia es una especialidad odontológica enfocada en el tratamiento de alteraciones en la pulpa dental y los tejidos periapicales. La instrumentación del sistema de conductos radiculares es uno de los pilares del éxito clínico y puede realizarse con limas manuales o sistemas mecanizados. Con los avances tecnológicos, han surgido los sistemas reciprocantes, que se destacan por reducir el riesgo de fractura de los instrumentos, especialmente en conductos curvos, donde la fatiga cíclica es más común. Este estudio tuvo como objetivo realizar una revisión bibliográfica para evaluar la influencia del movimiento reciprocante en la resistencia a la fractura de los instrumentos endodónticos. Se analizaron estudios publicados en los últimos cinco años que indican que los sistemas reciprocantes, especialmente aquellos fabricados con aleaciones de NiTi tratadas térmicamente, ofrecen un rendimiento superior en términos de resistencia mecánica, flexibilidad y seguridad clínica. La conclusión es que estos sistemas representan una alternativa eficaz a la instrumentación convencional, proporcionando mayor durabilidad y previsibilidad de los instrumentos en el tratamiento endodóntico.

Palabras clave: Endodoncia. NiTi. Reciprocante.

INTRODUÇÃO

A endodontia é uma especialidade odontológica que visa o tratamento das doenças da polpa dentária e dos tecidos periapicais. Para garantir o sucesso do tratamento endodôntico, é fundamental realizar uma adequada instrumentação do canal radicular, processo que se tornou mais eficiente com o uso de instrumentos mecanizados de níquel-titânio (NiTi). Esses instrumentos apresentam alta flexibilidade e resistência, mas estão sujeitos à fratura durante o uso clínico em decorrência da fadiga cíclica, o que pode comprometer o prognóstico do tratamento (GONÇALVES et al., 2024).

4106

Os sistemas recíprocantes, deferente dos sistemas rotatórios contínuos, operam por meio de movimentos alternados, horário e anti-horário minimizando o estresse sobre a lima endodôntica. Entre os principais sistemas disponíveis, destacam-se Reciproc®, WaveOne Gold® e ProDesign R®, cada um com suas características específicas de liga metálica, conicidade e angulação do movimento que podem influenciar na sua resistência a fratura (LIMA & CORNÉLIO, 2020).

Os sistemas reciprocantes surgiram como uma alternativa aos sistemas rotatórios convencionais, oferecendo maior segurança na instrumentação ao reduzir o risco de fratura. Isso ocorre porque a movimentação alternada do instrumento reduz o estresse mecânico acumulado. No entanto, ainda existem dúvidas sobre sua real influência na resistência dos instrumentos endodônticos, especialmente em comparação com os sistemas rotatórios tradicionais (AYDIN et al., 2023).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo descrever a influência dos sistemas

reciprocantes na resistência à fratura dos instrumentos endodônticos, por meio de uma revisão da literatura. A compreensão desses fatores é essencial para auxiliar os profissionais na escolha do sistema mais seguro e eficaz para a prática clínica (RAMOS, 2021).

MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como uma revisão de literatura, de caráter qualitativo, com o objetivo de reunir, analisar e discutir informações científicas disponíveis acerca da influência dos sistemas reciprocantes na resistência à fratura dos instrumentos endodônticos. A busca dos artigos foi realizada nas principais bases de dados científicas: SciELO, PubMed, Google Acadêmico e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS).

Foram utilizados os seguintes descritores em combinações variadas, com operadores booleanos “AND” e “OR”: “endodontia”, “sistemas reciprocantes”, “instrumentos endodônticos”, “fadiga cíclica”, “fratura de instrumentos”, “resistência à fratura” e seus correspondentes em inglês e espanhol. O recorte temporal adotado foi de 2020 a 2025, priorizando publicações atualizadas que refletem os avanços recentes no tema.

Como critérios de inclusão, artigos completos disponíveis em português, inglês ou espanhol, estudos laboratoriais, clínicos, revisões narrativas e revisões sistemáticas; trabalhos que abordassem diretamente a resistência à fratura ou a fadiga cíclica em sistemas reciprocantes. Os critérios de exclusão utilizados foram artigos publicados antes de 2020; trabalhos repetidos em mais de uma base de dados, resumos simples, editoriais, cartas ao editor e opiniões sem base científica, estudos que não abordassem resistência à fratura ou fadiga cíclica dos instrumentos, trabalhos repetidos em mais de uma base de dados.

Inicialmente, foram identificados 78 artigos. Após leitura dos títulos e resumos, 42 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Dos 36 artigos selecionados para leitura completa, 23 foram excluídos por não abordarem diretamente a temática proposta. Dessa forma, 13 artigos compuseram a versão final desta revisão e embasaram a discussão.

REVISÃO DE LITERATURA

Anatomia e complexidade dos canais radiculares

O conhecimento da anatomia interna dos dentes é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico. Os canais radiculares apresentam variações morfológicas significativas, como curvaturas acentuadas, múltiplos canais, ramificações laterais e canais atrésicos que tornam a

instrumentação mais complexa . Essas particularidades anatômicas aumentam o risco de acidentes operatórios, como transporte de canal, perfurações e fratura de instrumentos, especialmente em canais curvos (XU et al., 2024).

Canais curvos, ramificações, canais acessórios e canais com forma oval ou achatada dificultam o acesso completo com os instrumentos endodônticos, aumentando o risco de erros operatórios. Essas particularidades anatômicas podem causar acúmulo de detritos, menor eficácia da irrigação e maior risco de fratura dos instrumentos devido ao acúmulo de tensões (KELES; KESKIN, 2021).

Figura 1: Complexidade dos canais radiculares



Fonte: Google imagens (2025)

Fraturas de instrumentos ocorre em canais curvos e estreitos, locais onde os instrumentos sofrem maior flexão durante o uso. Essa flexão repetitiva leva à chamada fadiga cíclica, um dos principais mecanismos de fratura em instrumentos de níquel-titânio (NiTi). Além disso, o contato prolongado com as paredes do canal pode gerar torque excessivo, resultando em fratura torsional (DUQUE et al., 2020).

Compreender a anatomia interna também auxilia na escolha adequada do sistema de instrumentação. Sistemas mecanizados com maior flexibilidade e design adaptável às curvaturas canaliculares são preferíveis em canais de anatomia desafiadora. O uso de sistemas reciprocantes, por exemplo, tem se mostrado eficaz em preservar a anatomia original dos canais e minimizar a ocorrência de acidentes (ALSULAIMAN; ALSOFI; ALHABIB, 2025).

Portanto, a compreensão anatômica é não apenas um requisito técnico, mas uma etapa crítica do planejamento endodôntico, que influencia diretamente na escolha dos instrumentos e na prevenção de fraturas durante a instrumentação. Os canais radiculares podem apresentar uma anatomia complexa que exige estudo e suas particularidades não podem ser desprezadas como

pode ser vista na imagem logo abaixo (ARSLAN et al., 2023).

Instrumentação endodôntica

A instrumentação do sistema de canais radiculares é uma etapa fundamental do tratamento endodôntico, pois visa a remoção do conteúdo pulpar contaminado, modelagem do canal e facilitação da ação dos irrigantes. A evolução dos instrumentos endodônticos tem permitido maior eficiência, segurança e previsibilidade nos procedimentos clínicos (XU et al., 2024).

Historicamente, a instrumentação era realizada com limas manuais de aço inoxidável, as quais, embora eficazes, apresentavam limitações quanto à flexibilidade e adaptação às curvaturas do canal. Com a introdução dos instrumentos de níquel-titânio (NiTi), houve uma revolução na endodontia mecanizada. Essa liga metálica apresenta propriedades de superelasticidade e memória de forma, o que permite aos instrumentos melhor acompanhamento das curvaturas canaliculares, reduzindo o risco de transporte de canal e perfurações (KARAKUS et al., 2021; ARSLAN et al., 2023).

A instrumentação pode ser realizada por meio de movimentos manuais ou automatizados, sendo estes últimos divididos em dois principais sistemas: rotatórios contínuos e reciprocantes. O movimento rotatório contínuo utiliza uma rotação uniforme no sentido horário, o que proporciona uma instrumentação eficiente, porém com maior acúmulo de tensão no instrumento ao longo do tempo. Já o movimento reciprocante alterna os sentidos de rotação, promovendo menor estresse mecânico e, consequentemente, maior resistência à fratura (KESKIN et al., 2020; KELEŞ et al., 2022).

Além do tipo de movimento, o design do instrumento também influencia diretamente no desempenho clínico. Fatores como o ângulo de conicidade, o número de espiras, o tipo de ponta e o tratamento térmico da liga NiTi são determinantes para a flexibilidade e resistência à fadiga cíclica. Instrumentos tratados termicamente, como aqueles fabricados com M-Wire, Blue ou Gold NiTi, apresentam desempenho superior em relação aos convencionais (HADDE FILHO et al., 2022).

Com o avanço das tecnologias digitais e dos sistemas automatizados, os protocolos atuais de instrumentação endodôntica tendem a priorizar a eficiência, a preservação da anatomia original do canal e a segurança do instrumento. Isso torna essencial que o profissional conheça as características dos diferentes sistemas e saiba indicar o mais apropriado para cada situação

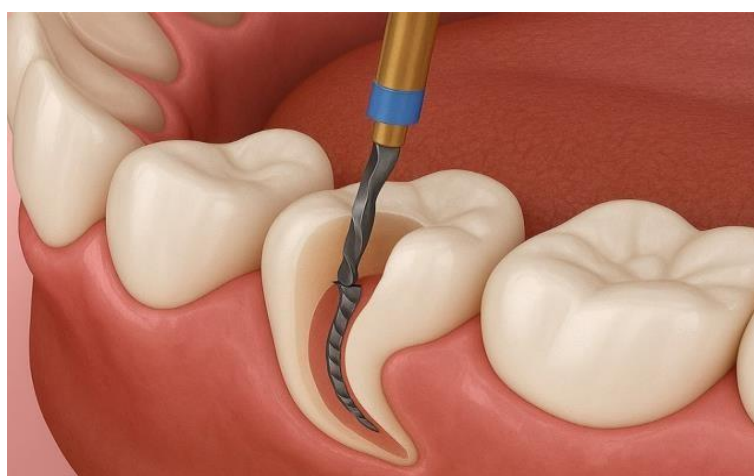
clínica (KESKIN et al., 2021; ZHANG et al., 2023).

Fratura de instrumentos endodônticos

A fratura de instrumentos endodônticos é uma complicação significativa durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares, podendo comprometer a desinfecção e o selamento tridimensional do sistema de canais. Quando um fragmento de instrumento é separado dentro do canal, o acesso à parte apical pode ser obstruído, dificultando a limpeza e aumentando o risco de insucesso do tratamento (SOUSA et al., 2020).

Existem dois mecanismos principais envolvidos na fratura de instrumentos de níquel-titânio (NiTi): fadiga cíclica e fadiga por torque (torcional). A fadiga cíclica ocorre quando o instrumento é submetido a flexões repetidas durante a instrumentação de canais curvos. A alternância constante entre compressão e tensão provoca microtrincas na estrutura do instrumento, levando à sua ruptura após determinado número de ciclos (SILVA et al., 2023). A fadiga cíclica pode ser observada na imagem a seguir:

Figura 2: Fadiga Cíclica



Fonte: Chat GPT (2025)

Já a fadiga torcional acontece quando a ponta do instrumento fica presa no canal, enquanto a parte superior a continua a girar. Essa rotação contínua sob resistência gera um acúmulo de tensão que excede o limite elástico do metal, resultando em fratura abrupta. Esse tipo de fratura é mais comum em canais estreitos ou com obstruções, onde o instrumento pode travar facilmente. A fadiga torcional está representada na imagem abaixo (SOUSA et al., 2020; DUQUE et al., 2020).

Figura 3: Fadiga Torcional



Fonte: Chat GPT (2025)

Além do tipo de movimento e da anatomia do canal, outros fatores influenciam a resistência dos instrumentos à fratura:

Design do instrumento: formato das espiras, conicidade e tipo de ponta ativa ou inativa.

Número de usos: a reutilização de instrumentos pode acumular microdanos estruturais.

Tratamento térmico da liga NiTi: instrumentos com ligas modificadas, como M-Wire ou Blue, apresentam maior resistência à fadiga cíclica.

Lubrificação e irrigação adequada: diminuem o atrito com as paredes do canal, reduzindo o estresse no instrumento.

A prevenção da fratura depende de práticas clínicas cuidadosas, como respeitar os limites de uso recomendados pelos fabricantes, utilizar torque e velocidade adequados, fazer movimentos suaves e intercalar instrumentos sempre que necessário. A escolha do sistema de instrumentação também é crucial — estudos mostram que sistemas reciprocantes tendem a apresentar menor incidência de fraturas devido à redução da tensão acumulada durante o uso (PEDULLÀ et al., 2021; ALSULAIMAN et al., 2025).

Sistema de instrumentação reciprocante

O movimento reciprocante foi criado como uma alternativa ao movimento rotatório contínuo, com o objetivo de reduzir a fadiga do instrumento e, consequentemente, o risco de fratura. Esse sistema utiliza movimentos alternados de rotação no sentido horário e anti-horário, promovendo menor estresse no instrumento durante a instrumentação (KELES et al., 2021; PEDULLÀ et al., 2022).

Dentre os sistemas reciprocantes mais utilizados destacam-se o Reciproc® (VDW), e o WaveOne® (Dentsply Sirona), que podem ser visto nas imagens abaixo, ambos desenvolvidos com ligas de NiTi tratadas termicamente, como M-Wire, Gold ou Blue, que conferem maior flexibilidade e resistência à fratura. Esses sistemas utilizam geralmente um único instrumento para a instrumentação completa do canal, o que também reduz o tempo clínico e o risco de contaminação cruzada (LÓPEZ et al., 2023).

Além disso, o movimento reciprocante tem sido associado a menor quantidade de debris extrusado apicalmente e menor risco de transporte de canal, contribuindo para um tratamento mais seguro e eficaz (ZANZA et al., 2023).

Figura 4: Sistema Reciprocante



Fonte: Google Imagens (2025)

Resistência à fratura dos instrumentos

A resistência à fratura dos instrumentos endodônticos está diretamente relacionada à sua composição, design e tipo de movimento aplicado durante o uso clínico. Estudos mostram que instrumentos fabricados com ligas NiTi tratadas termicamente apresentam maior resistência à fadiga cíclica em comparação com os instrumentos convencionais (ZANZA et al., 2023).

O movimento reciprocante promove uma distribuição mais equilibrada do estresse, reduzindo o número de ciclos de flexão contínua e, com isso, aumentando a vida útil do instrumento. Além disso, o uso de um único instrumento por dente, como ocorre em muitos sistemas reciprocantes, reduz a manipulação e o desgaste acumulado (KESKIN et al., 2021).

Figura 5: Sistema WaveOne Gold



Fonte: Google Imagens (2025)

A resistência dos instrumentos também pode ser influenciada pela curvatura do canal, pela presença de irregularidades na superfície do instrumento e pela presença de tensões internas durante a fabricação (ÇAPAR et al., 2021).

Estudos comparativos

Diversos estudos na literatura têm comparado os sistemas reciprocantes com os rotatórios contínuos em relação à resistência à fratura. demonstraram que instrumentos reciprocantes apresentaram maior resistência à fadiga cíclica do que os rotatórios, especialmente em canais curvos (ÇAPAR et al., 2021; ZANZA et al., 2023).

4113

Por outro lado, alguns autores apontam que a eficácia e segurança dos sistemas dependem não apenas do tipo de movimento, mas também da técnica utilizada e da experiência do profissional. Sendo assim, a escolha do sistema deve considerar múltiplos fatores clínicos e técnicos (ZANZA et al., 2022).

Espera-se através desse estudo a obtenção de dados na literatura acerca da eficiência e resistência a fratura dos sistemas reciprocantes, evidenciando suas principais indicações de uso, vantagens e limitações e consequentemente possibilitar aos cirurgiões-dentistas a escolha e segurança no uso correto desses instrumentos.

Domínio do mecanismo de ação

Espera-se que ao fim desse estudo seja possível facilitar a compreensão do mecanismo de ação dos sistemas reciprocantes, assim como identificar e destacar as principais falhas durante essa etapa clínica e com isso gerar impactos positivos na redução de fraturas de limas e uma

otimização dos prognósticos nos tratamentos de canais.

Avanços tecnológicos

Espera-se através dos comparativos entre sistema rotatório e reciprocante ou entre limas que componham esse mesmo sistema de execução, deixar evidente que a endodontia é uma ciência de evolução constante e que é imprescindível a atualização contínua por parte dos profissionais, tendo em vista a manutenção de protocolos clínicos que reduzam as limitações na realização de tratamentos.

RESULTADOS

Tabela 1: Estudos analisados na revisão.

Autor/ Ano	Objetivo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusão
Aydin et al. (2023)	Comparar resistência à fadiga cíclica de sistemas reciprocantes e rotatórios.	Revisão sistemática e meta-análise.	Sistemas reciprocantes mostraram maior resistência.	Reciprocantes são mais resistentes à fadiga cíclica.
Duque et al., (2020)	Avaliar fadiga cíclica após uso simulado.	Teste laboratorial.	Reciprocantes mantiveram resistência após uso simulado.	Movimento reciprocante aumenta a resistência.
Pedullà et al., (2021)	Avaliar resistência de instrumentos em rotação contínua x reciprocante.	Revisão sistemática e testes in vitro.	Reciprocantes apresentaram menos fraturas.	Movimento reciprocante reduz risco de fratura.
Çapar et al., (2021)	Avaliar impacto do design na resistência dos instrumentos.	Revisão sistemática.	Design e tratamento térmico impactam fortemente a resistência.	Reciprocantes termicamente tratados são mais eficazes.
Zanza et al., (2023)	Avaliar desempenho dos sistemas reciprocantes.	Revisão narrativa.	Reciprocantes oferecem maior resistência e menor fadiga.	Confirmada eficácia dos sistemas reciprocantes.
Keskin et al., (2021)	Comparar resistência em canais curvos.	Testes in vitro.	Reciprocantes apresentaram melhor desempenho.	Movimento reciprocante oferece maior segurança clínica.
López et al., (2023)	Comparar resistência flexural e fadiga.	Teste comparativo.	Reciprocantes apresentaram maior flexibilidade.	Reciprocantes são mais seguros em anatomias complexas.

DISCUSSÃO

Por meio da análise dos estudos selecionados, observa-se um consenso de que os sistemas reciprocantes oferecem maior resistência à fadiga cíclica, sendo mais seguros, especialmente em

canais com curvaturas acentuadas. De acordo com Aydin et al. (2023), em uma revisão sistemática e meta-análise, esses sistemas demonstraram ser significativamente mais resistentes à fadiga cíclica quando comparados aos sistemas rotatórios contínuos. Esse achado é corroborado por Pedullà et al. (2021), que destacam que o movimento alternado dos sistemas reciprocantes reduz o acúmulo de tensões, contribuindo diretamente para o aumento da durabilidade dos instrumentos.

Duque et al. (2020) reforçam que, mesmo após uso simulado em condições clínicas, os sistemas reciprocantes mantêm sua resistência, o que demonstra um desempenho mais seguro e confiável em situações reais. Além do tipo de movimento, estudos como os de Çapar et al. (2021) e Zanza et al. (2023) evidenciam que fatores como o design dos instrumentos e o tratamento térmico das ligas de níquel-titânio (NiTi) são determinantes para o aumento da resistência à fratura. Instrumentos que passam por tratamentos térmicos, como os presentes nos sistemas WaveOne Gold® e Reciproc®, apresentam desempenho significativamente superior frente à fadiga cíclica.

Keskin et al. (2021) reforçam que, em canais extremamente curvos, o risco de fratura é consideravelmente menor com o uso do movimento reciprocante, justamente pela menor concentração de tensões nas áreas críticas do instrumento. Complementando, López et al. (2023) concluem que, além de maior resistência, os sistemas reciprocantes oferecem também elevada flexibilidade, o que os torna especialmente seguros e eficazes em canais de anatomia complexa.

4115

Dessa forma, os dados analisados confirmam que a adoção dos sistemas reciprocantes representa uma estratégia altamente eficaz para minimizar o risco de fratura dos instrumentos endodônticos, proporcionando maior segurança, durabilidade e previsibilidade nos tratamentos clínicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas reciprocantes oferecem maior resistência à fratura dos instrumentos endodônticos, especialmente quando comparados aos sistemas manuais e rotatórios contínuos. Essa vantagem se deve principalmente ao movimento alternado, que diminui o acúmulo de tensões e reduz a fadiga cíclica, uma das principais causas de fratura durante o tratamento endodôntico.

Além do tipo de movimento, outros fatores influenciam diretamente na resistência dos instrumentos, como o tratamento térmico das ligas de níquel-titânio (NiTi), o design dos

instrumentos e a curvatura dos canais radiculares. Os sistemas reciprocantes, por utilizarem ligas tratadas termicamente, apresentam maior flexibilidade, durabilidade e menor risco de fraturas e acidentes operatórios.

Os dados desta revisão reforçam a importância da escolha correta do sistema de instrumentação, destacando que os sistemas reciprocantes, quando associados a uma técnica adequada e ao cumprimento dos protocolos, proporcionam um tratamento endodôntico mais seguro, eficiente e com melhores resultados clínicos.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos laboratoriais e clínicos mais amplos, que avaliem não apenas a resistência dos instrumentos, mas também sua eficácia na remoção de debris, na manutenção da anatomia original dos canais e na desinfecção do sistema de canais radiculares.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. M. de et al. Comparação da resistência à fratura cíclica de instrumentos endodônticos rotatórios e reciprocantes: revisão de literatura. *Revista de Odontologia da UNESP, Araçatuba*, v. 51, e20220068, 2022.

ALSULAIMAN, M.; ALSOFI, L.; ALHABIB, M. Shaping ability of NiTi reciprocating file systems R-Motion and WaveOne Gold in mesial canals of mandibular molars: a micro-CT study. *Scientific Reports*, v. 15, p. 747, 2025.

ARSLAN, H.; GÜRBÜZ, S.; YILMAZ, M.; DEMİR, S.; KAYA, S.; KOCASOY, M. Comparison of the cyclic fatigue resistance of NiTi instruments manufactured with different heat treatments in double-curved canals. *BMC Oral Health*, v. 23, p. 112, 2023.

AYDIN, C.; KAZANCI, S.; YILMAZ, A.; GÜRBÜZ, S. Comparison of the cyclic fatigue resistance of NiTi reciprocating and rotary systems: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, v. 56, n. 4, p. 444-452, 2023.

ÇAPAR, I. D.; ÇETİN, A. R.; YILMAZ, M.; DEMİR, S.; KAYA, S.; GÜRBÜZ, S. The impact of the design and material of NiTi instruments on fracture resistance and fatigue failure: A systematic review. *International Endodontic Journal*, v. 54, n. 8, p. 1205-1213, 2021.

ÇAPAR, I. D.; ÇETİN, A. R.; YILMAZ, M.; DEMİR, S.; KAYA, S.; GÜRBÜZ, S. Comparison of cyclic fatigue resistance of reciprocating and continuous rotary nickel-titanium instruments in simulated curved canals. *Restorative Dentistry & Endodontics*, v. 46, n. 1, p. e11, 2021.

DUQUE, J. A.; BRAMANTE, C. M. ; DUARTE, M. A. H.; ALCALDE, M. P.; SILVA,

E. J. N. L.; VIVAN, R. R. . Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Reciprocating Instruments after Simulated Clinical Use. *Journal Of Endodontics*, v. 46, n. 11, p. 1771-1775,

2020.

GONÇALVES, EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS RECIPROCANES E SEU IMPACTO NA EFICÁCIA DO TRATAMENTO. *Revista CPAQV-Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida*, v. 15, n. 3, p. 6-6, 2024.

HADDAD FILHO, M. S.; TOGNETTI, V. M.; PEDRON, I. G.; GODOI, B. C.; SHITSUKA, C.; MEDEIROS, J. M. F. . Estudo comparativo da capacidade de corte e resistência de instrumentos rotatórios de Ni-Ti Waveone® Gold e Trunatomy® durante o preparo do canal radicular. *Research, Society And Development*, São Francisco, v. 12, n. 5, p. 1-22, 2023.

KAMAL, N. M. et al. Cyclic fatigue resistance of reciprocating and rotary nickel-titanium endodontic instruments: A systematic review and meta-analysis. *Australian Endodontic Journal*, Hoboken, v. 46, n. 3, p. 337-347, 2020.

KARAKUS, B.; KARAKUS, M.; YILMAZ, S.; KARA, S.; KARA, S.; KARA, S. Evaluation of the shaping ability and canal transportation of different NiTi file systems in curved canals: a micro-CT study. *Journal of Dental Sciences*, v. 16, n. 4, p. 1152-1158, 2021.

KELEŞ, A.; DEMİR, S.; GÜRBÜZ, S.; YILMAZ, B.; ÇELİK, M.; YAVUZ, M. Comparative evaluation of the cyclic fatigue resistance of reciprocating and rotary nickel-titanium instruments in curved canals. *Journal of Endodontics*, v. 47, n. 3, p. 314-320, 2021.

KELEŞ, A.; EYMİRLİ, A.; UYANIK, O.; NAGAS, E. Reciprocating motion reduces cyclic fatigue of NiTi instruments in severely curved canals: a comparative micro-CT and fatigue study. *Scientific Reports*, v. 12, p. 2445, 2022.

4117

KELEŞ A. E KESKIN C. Effects of canal curvature and cross-sectional anatomy on the incidence of fracture and debris extrusion during instrumentation: A CBCT-based study. *Journal of Endodontics*, vol. 47, no. 8, pp. 1241-1247, 2021.

KESKIN, C.; GÜRBÜZ, S.; YILMAZ, A.; KAZANCI, S.; AYDIN, C.; YILMAZ, M.;

GÜRBÜZ, S. Comparison of cyclic fatigue resistance of novel nickel-titanium rotary systems with continuous and reciprocating motion. *Journal of Endodontics*, v. 46, n. 5, p. 751-755, 2020.

KESKIN, C.; GÜRBÜZ, S.; YILMAZ, A.; KAZANCI, S.; AYDIN, C.; YILMAZ, M.;

GÜRBÜZ, S. Evaluation of the shaping ability and canal transportation of different NiTi file systems in curved canals: a micro-CT study. *Journal of Dental Sciences*, v. 16, n. 4, p. 1152-1158, 2021.

KESKIN, C.; GÜRBÜZ, S.; YAVUZ, M.; KAYA, S.; DEMİR, S.; KOCASOY, M. Comparison of cyclic fatigue resistance of reciprocating and rotary nickel-titanium instruments in curved canals. *Journal of Endodontics*, v. 47, n. 3, p. 314-320, 2021.

LIMA, L. C.; CORNÉLIO, A. L. G.. Instrumentação com Sistema Reciprocante: Revisão de Literatura. *R Odontol Planal Cent*, Vicente Pires, v. 1, n. 18, p. 1-17, 2020.

LÓPEZ, J.; GÓMEZ, A.; PÉREZ, D.; FERRER, M.; MARTÍNEZ, R. Performance of reciprocating nickel-titanium systems: a comparison of flexural resistance and cyclic fatigue. *Journal of Endodontics*, v. 49, n. 2, p. 175-181, 2023.

PEDULLÀ, E.; ALMEIDA, M. A.; PULCINI, L.; DONADIO, M.; GATTI, S.; PALLAVICINI, M.; PELLEGRINI, G. Cyclic fatigue resistance of nickel-titanium instruments used in continuous rotation or reciprocation: systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, v. 47, n. 2, p. 231-240, 2021.

RAMOS, A. M. A. e KAWAKAMI, M. K. Y. Endodontia mecanizada: sistemas rotatórios e reciprocantes. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Centro Universitário UniGuairacá, Guarapuava, 2021.

SILVA, L. A.; PEREIRA, D. S.; OLIVEIRA, R. M.; SANTOS, M. A.; LIMA, L. M.; SOUSA, F. G.; FERREIRA, R. P. Mecanismos de falha em instrumentos endodônticos de níquel-titânio: uma revisão crítica. *Revista Brasileira de Endodontia*, v. 30, n. 1, p. 45-52, 2023.

SOUSA, B. C. ; ARAÚJO, L. A. C.; MACIEL, E. A.; ARAUJO, M. B.; VIANA, L. C. T. M. C. ; MATOS, H. R. M. Resistência à fratura por fadiga cíclica de instrumentos endodônticos reciprocantes de níquel titânio tratados termicamente. *Rsbo, Sobral*, v. 17, n. 2, p. 130-138, 2021.

XU, M.; REN, H.; LIU, C.; ZHAO, X.; LI, X. Systematic review and meta-analysis of root morphology and canal configuration of permanent premolars using cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health*, v. 24, p. 656, 2024.

ZANZA, A.; GALLI, M.; BARTOLI, M.; ROSSINI, G.; FERRARI, M. Influence of operator experience on the shaping ability and safety of nickel-titanium rotary and reciprocating instruments: a systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, v. 11, n. 21, p. 6425, 2022. 4118

ZANZA, A.; GALLI, M.; BARTOLI, M.; ROSSINI, G.; FERRARI, M. Reciprocating systems in endodontics: A review on the performance and mechanical properties. *Journal of Clinical Dentistry*, v. 34, n. 3, p. 215-222, 2023.

ZANZA, A.; GALLI, M.; BARTOLI, M.; ROSSINI, G.; FERRARI, M. Reciprocating versus continuous rotary systems in cyclic fatigue resistance: a systematic review and meta-analysis *Materials*, v. 16, n. 4, p. 1356, 2023.

ZHANG, F.; LI, X.; WANG, Y.; LIU, Z.; ZHANG, H.; LI, X.; CHEN, C.; YANG, J.; ZHAO, J. Digital workflow in endodontic treatment: Impact on efficiency, safety, and anatomical preservation. *BMC Oral Health*, v. 23, p. 98, 2023.