www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 158, 2026 | DOI: 10.69849/yk2qyt53

Comparação entre sistemas rotatórios e reciprocantes na instrumentação endodôntica: implicações biomecânicas

Comparison between rotary and reciprocating systems in endodontic instrumentation: biomechanical implications.

Nicollas Machado Campos[1]

Laura Moura Araujo[1]

Bianca de Souza Mendes[1]

Ana Lucia Ferreira de Almeida Albano[2]

RESUMO

A instrumentação do sistema de canais radiculares é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico, sendo influenciada pela cinemática dos sistemas mecanizados de níquel-titânio (NiTi). Este estudo tem como objetivo comparar os sistemas rotatório contínuo e reciprocante quanto às suas implicações biomecânicas e segurança clínica. Trata-se de uma revisão de literatura baseada em estudos atuais. Os sistemas rotatórios apresentam eficiência na modelagem, porém maior acúmulo de tensões mecânicas, aumentando o risco de fratura. Já os sistemas reciprocantes, por utilizarem movimentos alternados, reduzem o estresse mecânico e apresentam maior resistência à fadiga cíclica. Conclui-se que ambos os sistemas são eficazes, porém o movimento reciprocante oferece maior segurança, especialmente em canais curvos e anatomias complexas.

Palavras-chave: preparo de canal radicular; ligas de níquel-titânio; instrumentos mecanizados; fadiga de materiais; segurança clínica.

ABSTRACT

[1]Acadêmico (a) do Curso de Odontologia da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva- FAIT, Itapeva/SP - Brasil. E-mail: nicollasmachadocampos@alunos.fait.edu.br

[2]Docente do curso de Odontologia da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva- FAIT, Itapeva/SP - Brasil.

Root canal instrumentation is essential for the success of endodontic treatment, and is influenced by the kinematics of mechanized nickel-titanium (NiTi) systems. This study aims to compare continuous rotary and reciprocating systems regarding their biomechanical implications and clinical safety. This is a literature review based on current studies. Rotary systems are efficient in shaping, but accumulate more mechanical stress, increasing the risk of fracture. Reciprocating systems, on the other hand, use alternating movements, reducing mechanical stress and exhibiting greater resistance to cyclic fatigue. It is concluded that both systems are effective, but the reciprocating motion offers greater safety, especially in curved canals and complex anatomies.
Keywords: root canal preparation; nickel-titanium alloys; mechanized instruments; material fatigue; clinical safety.

1 INTRODUÇÃO

A instrumentação do sistema de canais radiculares constitui etapa fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico, estando diretamente relacionada à adequada limpeza, modelagem e desinfecção dos canais. Com os avanços da Endodontia moderna, a introdução de sistemas mecanizados, especialmente aqueles baseados em ligas de níquel-titânio (NiTi), representou um marco significativo, proporcionando maior flexibilidade, capacidade de adaptação às curvaturas radiculares e maior previsibilidade clínica (WALIA; BRANTLEY; GERSTEIN, 1988; PETERS, 2004).

Os sistemas rotatórios contínuos foram amplamente incorporados à prática clínica por promoverem maior padronização do preparo, eficiência na modelagem dos canais radiculares e redução do tempo operatório (CAPAR et al., 2016; PETERS, 2004). Entretanto, essa cinemática está associada ao acúmulo progressivo de tensões mecânicas ao longo do instrumento, especialmente em canais com curvaturas acentuadas, favorecendo a ocorrência de fadiga cíclica e aumentando o risco de fratura instrumental (SATTAPAN et al., 2000).

Nesse contexto, o movimento reciprocante foi introduzido como uma alternativa com o objetivo de minimizar o estresse mecânico gerado durante a instrumentação endodôntica. Caracterizado por movimentos alternados nos sentidos horário e anti-horário, esse tipo de cinemática permite a dissipação das tensões acumuladas, reduzindo a incidência de falhas por fadiga cíclica e estresse torsional, além de proporcionar maior segurança durante o preparo biomecânico (YARED, 2008; DE-DEUS et al., 2010; DE-DEUS et al., 2017).

Adicionalmente, avanços no processamento metalúrgico das ligas de NiTi, como os tratamentos térmicos M-Wire, Gold e Blue, contribuíram para o desenvolvimento de

instrumentos com maior flexibilidade e resistência mecânica, favorecendo melhor desempenho clínico, sobretudo em canais radiculares com anatomia complexa (PLOTINO et al., 2017).

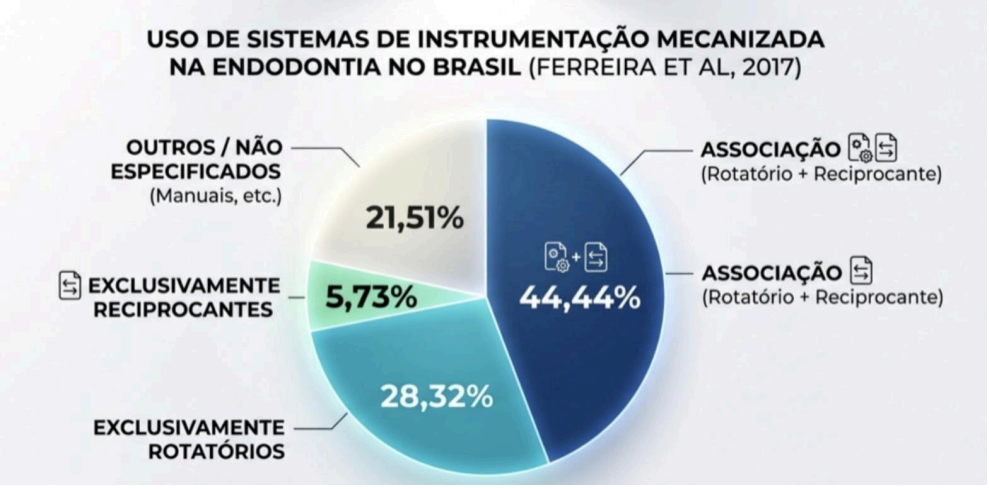
Evidências científicas recentes reforçam a relevância do movimento reciprocante, demonstrando que esses sistemas apresentam maior resistência à fadiga cíclica quando comparados aos sistemas rotatórios contínuos, especialmente em canais curvos, o que representa uma vantagem significativa em termos de segurança e previsibilidade clínica (DE PEDRO-MUÑOZ et al., 2024; ALGHAMDI et al., 2024).

Embora ambos os sistemas sejam eficazes na modelagem e limpeza dos canais radiculares, sem superioridade absoluta na eliminação de microrganismos, a escolha da cinemática deve considerar fatores biomecânicos, anatômicos e clínicos, destacando-se o movimento reciprocante como uma abordagem que alia eficiência, simplicidade operatória e redução do risco de falhas (OKABAIASHI et al., 2015; TAVARES, 2019).

Dessa forma, torna-se essencial compreender as implicações biomecânicas e microbiológicas dos diferentes sistemas de instrumentação. Nesse sentido, o presente trabalho propõe analisar comparativamente os sistemas rotatórios e reciprocantes, com ênfase nas vantagens do movimento reciprocante, especialmente no que se refere à resistência mecânica, segurança e previsibilidade durante o preparo do sistema de canais radiculares.

2 DESENVOLVIMENTO

A instrumentação mecanizada tornou-se parte essencial da prática endodôntica contemporânea, sendo amplamente adotada por especialistas no Brasil. Estudos indicam que grande parte dos profissionais utiliza sistemas rotatórios e reciprocantes na rotina clínica, destacando-se que 44,44% associam ambas as cinemáticas durante o preparo dos canais radiculares, enquanto 28,32% utilizam exclusivamente sistemas rotatórios e 5,73% optam apenas por sistemas reciprocantes (Figura 1). Esses dados demonstram a ampla incorporação das tecnologias mecanizadas na prática endodôntica atual (FERREIRA et al., 2017).



Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2017).

O desenvolvimento e a introdução dos instrumentos de níquel-titânio (NiTi) representaram um marco importante na evolução da instrumentação do sistema de canais radiculares. Em comparação com as limas de aço inoxidável, os instrumentos de NiTi apresentam maior flexibilidade e capacidade de adaptação às curvaturas do canal, permitindo melhor manutenção da trajetória original da anatomia radicular e reduzindo a ocorrência de complicações como transporte apical, perfurações e fraturas de instrumentos. Essas características contribuem para preparos mais seguros, previsíveis e com melhor centralização durante o tratamento endodôntico (WALIA; BRANTLEY; GERSTEIN, 1988; VILAS-BOAS et al., 2013).

Com os avanços tecnológicos, os sistemas rotatórios mecanizados passaram a ser amplamente empregados na prática clínica, proporcionando maior eficiência no preparo do canal radicular, além de reduzir o tempo clínico e promover melhor regularidade na instrumentação quando comparados às técnicas manuais (CAPAR et al., 2016). Entretanto, apesar dessas vantagens, o movimento rotatório contínuo pode favorecer o acúmulo progressivo de tensões mecânicas no instrumento ao longo do preparo, especialmente em canais com curvaturas acentuadas, o que pode aumentar o risco de fadiga cíclica e eventual fratura das limas.

Nesse contexto, o movimento reciprocante foi introduzido como alternativa para minimizar o estresse mecânico gerado durante a instrumentação. Essa cinemática é caracterizada por rotações alternadas nos sentidos horário e anti-horário, permitindo a liberação periódica das tensões acumuladas no instrumento durante o preparo do canal radicular. Como consequência, observa-se aumento da resistência à fadiga cíclica dos

instrumentos de NiTi e maior segurança durante o procedimento endodôntico (YARED, 2008; DE-DEUS et al., 2017).

Além das modificações relacionadas à cinemática dos sistemas de instrumentação, avanços no processamento metalúrgico das ligas de NiTi também contribuíram significativamente para melhorar o desempenho mecânico desses instrumentos. Tratamentos térmicos modernos, como as tecnologias M-Wire, Gold e Blue, foram desenvolvidos com o objetivo de aumentar a flexibilidade das limas e sua resistência à fratura, favorecendo melhor adaptação às curvaturas do canal radicular e maior segurança durante a instrumentação endodôntica (PLOTINO et al., 2017).

2.1 Biomecânica da instrumentação endodôntica

A biomecânica da instrumentação endodôntica está diretamente relacionada às propriedades físicas dos instrumentos e à cinemática empregada durante o preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares. O objetivo desse processo é promover adequada modelagem do canal, possibilitando a remoção de tecidos contaminados, microrganismos e debris, ao mesmo tempo em que se preserva a anatomia original da estrutura radicular.

Nesse contexto, além das propriedades metalúrgicas dos instrumentos, a cinemática de movimento exerce influência direta no comportamento mecânico das limas durante a instrumentação, afetando fatores como distribuição de estresse, resistência à fadiga e segurança clínica do procedimento.

2.2 Biomecânica dos movimentos rotatório e reciprocante

Os sistemas rotatórios operam por meio de rotação contínua no sentido horário, na qual o instrumento realiza movimentos completos de 360° ao redor de seu próprio eixo durante a instrumentação. Esse tipo de cinemática promove corte progressivo da dentina e permite modelagem uniforme do canal radicular, contribuindo para maior eficiência e rapidez no preparo quando comparado às técnicas manuais (PETERS, 2004).

Entretanto, durante esse movimento contínuo, os instrumentos podem sofrer acúmulo progressivo de tensões mecânicas, principalmente quando utilizados em canais radiculares curvos. Nessas situações, as limas são submetidas simultaneamente a forças de compressão e tração a cada ciclo de rotação, o que pode levar ao desenvolvimento de fadiga cíclica e aumentar o risco de fratura instrumental (SATTAPAN et al., 2000).

Com o objetivo de reduzir o estresse mecânico associado à rotação contínua, foi desenvolvido o movimento reciprocante. Essa cinemática caracteriza-se por movimentos alternados em sentidos opostos, geralmente com maior ângulo no sentido de corte e menor ângulo no sentido contrário, permitindo avanço gradual do instrumento no interior do canal radicular (YARED, 2008).

A alternância de movimentos possibilita a liberação parcial das tensões acumuladas durante a instrumentação, reduzindo a concentração de estresse no instrumento e aumentando sua resistência à fadiga cíclica. Além disso, o movimento reciprocante diminui o risco de travamento da lima nas paredes do canal, contribuindo para menor incidência de fraturas por estresse torsional.

A anatomia do sistema de canais radiculares representa um dos principais desafios para a instrumentação endodôntica. A presença de curvaturas, canais acessórios, istmos e irregularidades dentinárias pode dificultar o acesso dos instrumentos a todas as regiões do canal, além de aumentar o estresse mecânico aplicado às limas durante o preparo (PETERS, 2004).

Em canais curvos, os instrumentos são submetidos repetidamente a ciclos de flexão durante a instrumentação, o que favorece o desenvolvimento de fadiga cíclica e aumenta o risco de fratura. Nesse contexto, a escolha da cinemática de movimento torna-se um fator relevante para a segurança do procedimento.

Estudos indicam que instrumentos operando em movimento reciprocante apresentam melhor desempenho na instrumentação de canais curvos, pois a alternância de movimentos permite melhor adaptação às curvaturas e reduz a concentração de tensões mecânicas no instrumento (DE-DEUS et al., 2010; YARED, 2008).

2.3 Distribuição de estresse mecânico nos instrumentos

O estresse torsional ocorre quando a ponta do instrumento fica presa no interior do canal radicular enquanto o motor continua aplicando torque ao longo do eixo da lima. Nessa situação, a região presa deixa de girar enquanto o restante do instrumento continua em rotação, gerando acúmulo de tensão até atingir o limite de resistência do material, o que pode resultar na fratura da lima (SATTAPAN et al., 2000). Esse tipo de falha está frequentemente associado a canais estreitos ou com irregularidades que dificultam o movimento livre do instrumento durante a instrumentação.

O estresse flexural ocorre principalmente quando os instrumentos são utilizados em canais curvos. Durante a instrumentação, a lima sofre ciclos repetidos de compressão e tração nas regiões de curvatura do canal, sendo constantemente submetida a forças que provocam sua flexão.

Esse processo repetitivo pode gerar microfissuras estruturais no metal, que se acumulam progressivamente até resultar na fratura do instrumento, fenômeno conhecido como fadiga cíclica.

O movimento reciprocante contribui para reduzir o acúmulo de estresse mecânico durante a instrumentação. A alternância entre movimentos horário e anti-horário permite a liberação parcial das tensões acumuladas a cada ciclo de movimento, diminuindo a concentração de forças no instrumento.

Como consequência, há redução do risco de fratura por fadiga cíclica e por estresse torsional, tornando essa cinemática particularmente vantajosa em situações clínicas que envolvem canais radiculares curvos ou com anatomia complexa (YARED, 2008; DE-DEUS et al., 2010).

2.4 Fadiga cíclica em canais radiculares curvos

A fadiga cíclica ocorre quando um instrumento é submetido repetidamente a ciclos de flexão durante a instrumentação em canais curvos. Esse processo provoca alternância entre forças de compressão e tração na estrutura do metal, levando ao desenvolvimento progressivo de microfissuras até que ocorra a fratura do instrumento.

Quanto maior a curvatura do canal radicular, maior será o grau de flexão imposto ao instrumento durante a instrumentação. Essa condição aumenta significativamente o número de ciclos de estresse mecânico suportados pela lima, elevando o risco de fadiga cíclica e fratura instrumental.

A fratura de instrumentos endodônticos pode comprometer o sucesso do tratamento, especialmente quando o fragmento permanece no interior do canal radicular e dificulta a continuidade do preparo biomecânico e da desinfecção. Por essa razão, compreender os fatores que influenciam a fadiga cíclica é essencial para aumentar a previsibilidade e segurança clínica durante a instrumentação.

2.5 Influência do tratamento térmico das ligas NiTi

Inicialmente, os instrumentos de NiTi eram fabricados a partir de ligas convencionais. Com o avanço das pesquisas em metalurgia, foram desenvolvidos tratamentos térmicos capazes de modificar a estrutura cristalina do material, originando ligas com propriedades mecânicas aprimoradas.

Os instrumentos submetidos a tratamentos térmicos apresentam maior flexibilidade quando comparados às ligas convencionais. Essa característica permite melhor adaptação às curvaturas do canal radicular e reduz a concentração de tensões durante a instrumentação.

Além da maior flexibilidade, os tratamentos térmicos aumentam significativamente a resistência dos instrumentos à fadiga cíclica, reduzindo a probabilidade de fratura durante o preparo biomecânico. Esses avanços contribuíram para tornar a instrumentação mecanizada mais segura e previsível na prática clínica.

2.6 Segurança e previsibilidade na modelagem de canais radiculares complexos

A manutenção da anatomia original do canal radicular é um dos principais objetivos da instrumentação endodôntica. Instrumentos com maior flexibilidade e design adequado permitem melhor adaptação às curvaturas naturais do canal, reduzindo o risco de desvios, transporte apical e perfurações.

Apesar dos avanços tecnológicos, a fratura de instrumentos ainda representa uma das principais complicações da instrumentação mecanizada. Fatores como curvatura do canal, tipo de cinemática utilizada, propriedades metalúrgicas do instrumento e técnica operatória podem influenciar diretamente esse risco.

A compreensão da biomecânica dos instrumentos e dos fatores que influenciam seu comportamento mecânico é essencial para aumentar a segurança clínica durante o preparo do sistema de canais radiculares. A seleção adequada do sistema Sde instrumentação deve considerar não apenas a eficiência de corte, mas também aspectos relacionados à resistência mecânica e à preservação da estrutura dentária.

2.7 Comparação entre sistemas rotatórios e reciprocantes

Título do trabalho	Resultados	Autor(es)
Endodontia mecanizada: a evolução dos sistemas rotatórios contínuos	O artigo apresenta uma revisão de literatura sobre a evolução da endodontia mecanizada, com foco nos sistemas rotatórios contínuos de níquel-titânio (NiTi),	Semaan FS, Fagundes FS, Haragushiku G,

Título do trabalho	Resultados	Autor(es)
	destacando suas características, mecanismos de ação, vantagens e limitações. Os autores evidenciam que esses sistemas representam um avanço significativo em relação à técnica manual, proporcionando maior rapidez, melhor modelagem dos canais radiculares e menor extrusão de debris.	Leonardi DP, Baratto Filho F., 2009.
Análise das vantagens e desvantagens dos sistemas rotatório contínuo e reciprocante nos tratamentos endodônticos – revisão de literatura	O artigo aborda os sistemas de instrumentação rotatório contínuo e reciprocante na endodontia, destacando que ambos são eficazes na limpeza e modelagem dos canais radiculares. O sistema rotatório contínuo realiza movimento em um único sentido e contribui para maior agilidade e padronização do preparo, porém apresenta maior risco de fraturas devido ao estresse gerado nos instrumentos. Já o sistema reciprocante, com movimento alternado, gera menor estresse mecânico, aumentando a resistência e a vida útil das limas, além de reduzir o risco de fratura e simplificar a técnica.	Okabaiashi et al., 2015.
Sistemas rotatórios e reciprocantes na Endodontia	Os sistemas reciprocantes apresentam maior rapidez na instrumentação, menor risco de fratura devido ao movimento alternado e possibilitam o uso de uma única lima, o que simplifica o procedimento. Já os sistemas rotatórios oferecem boa capacidade de modelagem e preservação da anatomia do canal, com eficácia semelhante na limpeza, porém podem demandar maior número de instrumentos e mais tempo clínico.	Campos FAT; Silva CAM; Aguiar JP; Vieira APSB; Ferreira JMC; Ferreira MF., 2018.
Cyclic fatigue resistance of rotary versus reciprocating endodontic instruments: a systematic review and meta-analysis	A meta-análise, por meio de uma revisão sistemática que incluiu 16 estudos in vitro realizados em canais artificiais, concluiu que, embora ambos os sistemas tenham desempenho semelhante quanto ao tempo até a fratura, os sistemas reciprocantes são mais resistentes à fadiga cíclica, especialmente em canais com maior curvatura, o que pode representar uma vantagem clínica em termos de segurança durante o preparo endodôntico.	De Pedro-Muñoz A; Rico-Romano C; Sánchez-Llobet P; Montiel-Company JM; Mena-Álvarez J., 2024.
Cyclic fatigue resistance of rotary versus reciprocating endodontic instruments: a systematic review and meta-analysis	Instrumentos com movimentos reciprocantes apresentam maior resistência à fadiga cíclica quando comparados aos sistemas rotatórios contínuos. O movimento alternado reduz o estresse acumulado e aumenta o número de ciclos até a fratura, apresentando padrão consistente de superioridade mecânica mesmo diante da heterogeneidade entre os estudos incluídos.	Alghamdi PM et al., 2024.
Técnicas de instrumentação endodôntica com sistemas de limas rotatórias e reciprocantes em relação à capacidade de limpeza: uma revisão integrativa	Essa revisão integrativa sugere que tanto sistemas rotatórios quanto reciprocantes são capazes de promover redução significativa de microrganismos no interior dos canais. Contudo, nenhum dos sistemas demonstrou superioridade absoluta na eliminação bacteriana em regiões anatômicas complexas.	Tavares EBL., 2019.
Avaliação da extrusão de debris dentinários utilizando dois sistemas de instrumentação mecanizada, rotatório e	Esse estudo concluiu que, independentemente da cinemática utilizada ou do comprimento de trabalho adotado, todos os sistemas mecanizados avaliados apresentaram extrusão apical de debris.	Vasconcelos MMSB de M et al., 2025.

Título do trabalho	Resultados	Autor(es)
reciprocante, em diferentes comprimentos de trabalho		
Shaping ability of rotary and reciprocating systems	Este estudo comparativo demonstrou que sistemas rotatórios e reciprocantes apresentam volumes de dentina removida semelhantes, sem diferença estatisticamente significativa entre as cinemáticas avaliadas.	Silva EJNL et al., 2020.
Sistema Reciproc® em Endodontia: revisão da literatura	O artigo apresenta uma revisão de literatura sobre um sistema que utiliza movimento reciprocante com instrumento único de liga níquel-titânio (NiTi), oferecendo maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica, o que reduz significativamente o risco de fraturas e erros durante a instrumentação dos canais radiculares. Os estudos analisados indicam que o Reciproc proporciona preparo mais rápido, seguro e com menor incidência de iatrogenias quando comparado às limas manuais e, em alguns aspectos, aos sistemas rotatórios.	Aguiar CM de; Rocha MP da., 2019.
Micro-CT evaluation of rotary and reciprocating glide path and shaping systems outcomes in maxillary molar curved canals	O estudo avaliou, por meio de microtomografia computadorizada (micro-CT), a instrumentação endodôntica em canais curvos de molares superiores, comparando sistemas rotatórios e reciprocantes. Os resultados mostraram que ambos são eficazes em manter a centralização do canal e preservar sua anatomia original. No entanto, o sistema reciprocante apresenta maior alargamento, com aumento de volume e área, especialmente em regiões de curvatura, indicando maior capacidade de desbridamento. Já o sistema rotatório demonstra um preparo mais conservador, com menor desgaste dentinário. Além disso, nenhum sistema promove limpeza completa do canal radicular.	Alovisi M et al., 2021.
A comparison of the shaping ability of three nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study via a contrast radiopaque technique in vitro	O estudo comparou a capacidade de modelagem de três sistemas em canais radiculares simulados por meio de microtomografia computadorizada (micro-CT) com análise tridimensional. De modo geral, os sistemas foram eficazes na instrumentação, porém com diferenças relevantes no desempenho. O Reciproc destaca-se pela eficiência e ampliação apical, enquanto o K3XF oferece maior precisão e controle na modelagem do canal radicular.	Wei Z; Cui Z; Yan P; Jiang H., 2017.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A instrumentação mecanizada revolucionou a Endodontia ao proporcionar maior eficiência e previsibilidade no preparo dos canais radiculares, especialmente com o uso de ligas de níquel-titânio (NiTi), que oferecem maior flexibilidade e melhor adaptação às curvaturas radiculares.

Entretanto, a fratura de instrumentos ainda representa uma complicação relevante, estando associada principalmente à fadiga cíclica e ao estresse torsional. Nesse contexto,

embora os sistemas rotatórios apresentem elevada eficiência, podem favorecer o acúmulo de tensões mecânicas durante a instrumentação.

Como alternativa, o movimento reciprocante surge com o objetivo de minimizar esses efeitos, promovendo a liberação periódica das tensões e maior resistência à fadiga cíclica. Associado às ligas de NiTi submetidas a tratamentos térmicos, esse sistema proporciona maior segurança clínica, melhor adaptação à anatomia radicular e menor risco de falhas durante o preparo químico-mecânico, destacando-se principalmente em casos de maior complexidade.

REFERÊNCIAS

AHMED, H. M. A.; FAROOK, M. S. Micro-computed tomography analysis and ex-vivo detection of six root canals in a four-rooted mandibular first premolar. **BMC Oral Health**, v. 25, n. 1, p. 498, 2025. DOI: https://doi.org/10.1186/s12903-025-05781-1.

ALGHAMDI, P. M. *et al.* Cyclic fatigue resistance of rotary versus reciprocating endodontic instruments: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Clinical Medicine**, v. 13, 2024.

ALVES, N. P. S. **Irrigação intracanalar durante tratamento endodôntico não cirúrgico**: quantificação de tempo e de volume. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2018. Disponível em: https://share.google/0l22LYgIgjKMfeaDh. Acesso em: 20 dez. 2025.

AMINOSHARIAE, A.; KULILD, J. C. Master apical file size — smaller or larger: a systematic review. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 3, p. 321-327, 2018. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25113106/. Acesso em: 20 dez. 2025.

ARSLAN, H. *et al.* Effect of photon-initiated photoacoustic streaming on removal of smear layer. **Lasers in Medical Science**, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2014. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24456170/. Acesso em: 20 dez. 2025.

AZIM, A. A. *et al.* Comparison between XP-Endo Finisher and passive ultrasonic irrigation in removal of root canal filling remnants. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 6, p. 986-989, 2018. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30417226. Acesso em: 20 dez. 2025.

BOUTSIOUKIS, C. *et al.* Flow dynamics of irrigants in the root canal: a computational fluid dynamics study. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 10, p. 909-916, 2010. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20618877/. Acesso em: 20 dez. 2025.

BUENO, M. R. *et al.* Root canal anatomy and morphology. **International Endodontic Journal**, v. 53, n. 7, p. 893-902, 2020. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/334505448_Root_Canal_Morphology_and_Anatomy. Acesso em: 20 dez. 2025.

CAMPOS, C. N.; CAMPOS, A. O.; BELLEI, M. C. Tecnologia a serviço da Endodontia: avanços no diagnóstico e tratamento de canais radiculares. **HU Revista**, v. 44, n. 1, p. 55-61, 2019. DOI: https://doi.org/10.34019/1982-8047.2018.v44.13928.

CAMPOS, F. A. T. *et al.* Sistemas rotatórios e reciprocantes na Endodontia. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 5, p. 189-212, 2018.

DE-DEUS, G. *et al.* Mechanical behavior of reciprocating endodontic instruments. **Journal of Endodontics**, 2017.

DE-DEUS, G. *et al.* Micro-CT analysis of isthmus preparation in mesial roots of mandibular molars. **International Endodontic Journal**, v. 52, n. 12, p. 1688-1696, 2019. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16011775/. Acesso em: 20 dez. 2025.

DE-DEUS, G.; MOREIRA, E. J. L.; LOPES, H. P.; ELIAS, C. N. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 12, p. 1063-1068, 2010.

DIVITO, E. *et al.* Photon-induced photoacoustic streaming (PIPS) in endodontics. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 7, p. 1008-1012, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314902292. Acesso em: 20 dez. 2025.

DUQUE, J. A. *et al.* Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitation techniques for debris removal. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 2, p. 326-331, 2017. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27989584/. Acesso em: 20 dez. 2025.

GETTLEMAN, B. H.; SADRKHANI, M.; JOHNS, L. D. **Endodontic history**. Chicago: American Association of Endodontists, 2021. Disponível em: https://www.aae.org/specialty/endodontic-history/. Acesso em: 20 dez. 2025.

GU, L. *et al.* Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 6, p. 791-804, 2009. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19482174/. Acesso em: 20 dez. 2025.

HAAPASALO, M. *et al.* Irrigation in endodontics. **British Dental Journal**, v. 216, n. 6, p. 299-303, 2014. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24651335/. Acesso em: 20 dez. 2025.

LIANG, Y.; YUE, L. Evolution and development: engine-driven endodontic rotary nickel-titanium instruments. **International Journal of Oral Science**, v. 14, 2022. DOI: https://doi.org/10.1038/s41368-021-00154-0.

MARINO, N. **Irrigação intracanalar durante tratamento endodôntico não cirúrgico**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2019. Disponível em: http://hdl.handle.net/10284/8512. Acesso em: 20 dez. 2025.

MARX, J. *et al.* Influence of ultrasonic activation of endodontic irrigants on microbial reduction and postoperative pain. **Dentistry Journal**, v. 13, n. 10, p. 459, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/dj13100459.

MOHAMMADI, Z. *et al.* Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 6, p. 789-799, 2020.

MORENO, D. *et al.* Comparison of the volume of root canal irrigant collected. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 5, p. 791-795, 2018.

OLIVEIRA NETO, R. S. *et al.* Evolução das propriedades mecânicas da liga de níquel-titânio. **Salusvita**, v. 42, n. 1, 2023.

PETERS, O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems. **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 8, p. 559-567, 2004.

PLOTINO, G. *et al.* Ultrasonic irrigation effectiveness in root canal cleaning. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 3, p. 279-282, 2007.

RÖDIG, T. *et al.* Effectiveness of sonic activation of irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 6, p. 1067-1070, 2010.

SATTAPAN, B. *et al.* Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. **Journal of Endodontics**, v. 26, n. 3, p. 161-165, 2000.

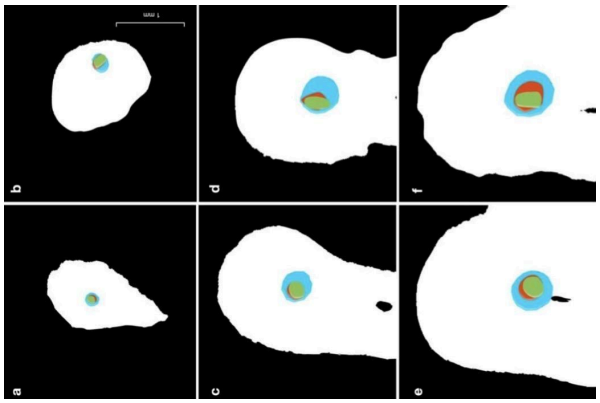
SIQUEIRA JÚNIOR, J. F.; RÔÇAS, I. N. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 11, p. 1291-1301, 2008.

YARED, G. Canal preparation using only one NiTi rotary instrument. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 4, p. 339-344, 2008.

ANEXOS

ANEXO A – IMAGEM MICRO-CT DA COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS ENDODÔNTICOS

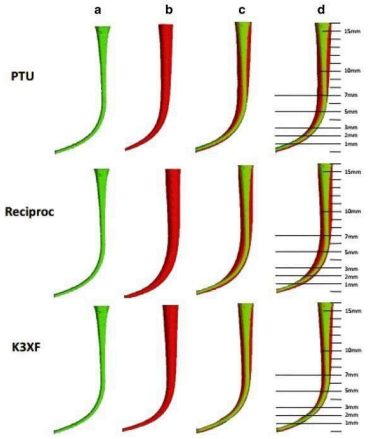
A análise da Figura 2 (ANEXO A) confirma os achados, evidenciando que ambos os sistemas promovem preparo adequado do canal radicular. No entanto, o sistema reciprocante apresenta maior alargamento, com aumento de volume e área, especialmente em regiões de curvatura, indicando maior capacidade de desbridamento. Já o sistema rotatório demonstra um preparo mais conservador, com menor desgaste dentinário.



Fonte: Adaptado de ALOVISI et al. (2021).

ANEXO B – PAINÉIS TRIDIMENSIONAIS (3D) DOS CANAIS SIMULADOS

Simulados nos grupos PTU (ProTaper Universal), Reciproc e K3XF. (a) reconstrução pré-operatória; (b) reconstrução pós-operatória; (c) sobreposição das imagens; (d) pontos de mensuração da largura do canal. A cor verde representa o canal pré instrumentação e a vermelha pós instrumentação. Evidencia-se, que o sistema Reciproc promoveu maior aumento do volume do canal, especialmente na região apical, indicando elevada capacidade de desbridamento. Embora outros sistemas apresentem melhor centralização, o desempenho do Reciproc destaca-se como uma alternativa clínica vantajosa, principalmente pela otimização do preparo endodôntico (Zhao W. et al. (2017).



Fonte: Adaptado de Saber et al. (2016).