

**PREPARAÇÃO DE CANAIS RADICULARES: DESAFIOS NOS SISTEMAS
MECANIZADOS E ROTATÓRIOS**

**ROOT CANAL PREPARATION: CHALLENGES IN MECHANIZED AND ROTARY
SYSTEMS**

**PREPARACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES: DESAFÍOS EN SISTEMAS
MECANIZADOS Y ROTATORIOS**

 <https://doi.org/10.56238/arev8n3-014>

Data de submissão: 04/02/2026

Data de publicação: 04/03/2026

Eduardo Loures Filho

Bacharel em Odontologia

Instituição: Universidade Paulista (UNIP)

Maria Luisa Silva de Melo

Especialista em Endodontia

Instituição: Faculdade de Odontologia do Recife (FOR)

Pedro Henrique Biscaro Tonello

Graduando em Odontologia

Instituição: Centro Universitário Hermínio Ometto (FHO)

Ingrid da Silva Matos

Bacharel em Odontologia

Instituição: Instituto Esperança de Ensino Superior (IESPES)

Lucas Rafael Guimarães Pereira

Graduando em Odontologia

Instituição: Faculdade Quirinópolis (FAQUI)

RESUMO

A endodontia contemporânea evoluiu significativamente na última década com o aprimoramento das ligas de níquel-titânio (NiTi) e o desenvolvimento de diferentes cinemáticas de instrumentação, especialmente os sistemas reciprocantes, que proporcionam maior flexibilidade, resistência à fadiga cíclica e segurança clínica. Esses avanços ampliaram a previsibilidade do preparo dos canais radiculares, sobretudo em anatomias complexas e curvaturas acentuadas, estando alinhados aos princípios da odontologia minimamente invasiva. Entretanto, apesar da elevada eficiência dos sistemas mecanizados, a instrumentação mecânica isolada não é capaz de promover a completa desinfecção do sistema de canais radiculares, devido à sua anatomia intrincada, que inclui istmos, canais laterais e reentrâncias não alcançadas pelos instrumentos. Nesse contexto, a irrigação química assume papel fundamental, sendo o hipoclorito de sódio (NaOCl) considerado o padrão-ouro por sua capacidade de dissolução de tecido orgânico e ação antimicrobiana eficaz contra biofilmes. A literatura atual reforça que a associação entre instrumentação mecanizada, irrigação química adequada e técnicas de ativação irrigadora, como irrigação ultrassônica passiva e ativação sônica são essenciais para potencializar a remoção de debris, smear layer e microrganismos. Assim, o sucesso

do tratamento endodôntico depende da integração equilibrada dessas estratégias, visando uma desinfecção tridimensional eficaz com máxima preservação da estrutura dentária.

Palavras-chave: Endodontia. Sistemas Rotatórios. Ligas NiTi. Irrigação Química. Desinfecção.

ABSTRACT

Contemporary endodontics has evolved significantly in the last decade with the improvement of nickel-titanium (NiTi) alloys and the development of different instrumentation kinematics, especially reciprocating systems, which provide greater flexibility, resistance to cyclic fatigue, and clinical safety. These advances have increased the predictability of root canal preparation, particularly in complex anatomies and pronounced curvatures, aligning with the principles of minimally invasive dentistry. However, despite the high efficiency of mechanized systems, isolated mechanical instrumentation is not capable of promoting complete disinfection of the root canal system due to its intricate anatomy, which includes isthmuses, lateral canals, and recesses not reached by instruments. In this context, chemical irrigation plays a fundamental role, with sodium hypochlorite (NaOCl) considered the gold standard for its ability to dissolve organic tissue and its effective antimicrobial action against biofilms. Current literature reinforces that the association between mechanized instrumentation, adequate chemical irrigation, and irrigation activation techniques, such as passive ultrasonic irrigation and sonic activation, is essential to enhance the removal of debris, smear layer, and microorganisms. Thus, the success of endodontic treatment depends on the balanced integration of these strategies, aiming for effective three-dimensional disinfection with maximum preservation of tooth structure.

Keywords: Endodontics. Rotary Systems. NiTi Alloys. Chemical Irrigation. Disinfection.

RESUMEN

La endodoncia contemporánea ha evolucionado significativamente en la última década con el perfeccionamiento de las aleaciones de níquel-titanio (NiTi) y el desarrollo de diferentes cinemáticas de instrumentación, especialmente sistemas reciprocantes, que proporcionan mayor flexibilidad, resistencia a la fatiga cíclica y seguridad clínica. Estos avances han aumentado la previsibilidad de la preparación del conducto radicular, especialmente en anatomías complejas y curvaturas pronunciadas, en consonancia con los principios de la odontología mínimamente invasiva. Sin embargo, a pesar de la alta eficiencia de los sistemas mecanizados, la instrumentación mecánica aislada no es capaz de promover una desinfección completa del sistema de conductos radiculares debido a su intrincada anatomía, que incluye istmos, conductos laterales y recesos que no son accesibles por los instrumentos. En este contexto, la irrigación química desempeña un papel fundamental, siendo el hipoclorito de sodio (NaOCl) considerado el estándar de oro por su capacidad para disolver el tejido orgánico y su eficaz acción antimicrobiana contra las biopelículas. La literatura actual refuerza la idea de que la combinación de instrumentación mecanizada, irrigación química adecuada y técnicas de activación de la irrigación, como la irrigación ultrasónica pasiva y la activación sónica, es esencial para mejorar la eliminación de residuos, capa de barrillo dentinario y microorganismos. Por lo tanto, el éxito del tratamiento endodóntico depende de la integración equilibrada de estas estrategias, buscando una desinfección tridimensional eficaz con la máxima preservación de la estructura dental.

Palabras clave: Endodoncia. Sistemas Rotatorios. Aleaciones de NiTi. Irrigación Química. Desinfección.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico contemporâneo tem como objetivo primordial a desinfecção do sistema de canais radiculares por meio do preparo biomecânico, visando a resolução da inflamação nos tecidos periradiculares e a promoção da cura (Tomson et al., 2025). Nas últimas décadas, a transição da instrumentação manual para os sistemas mecanizados e rotatórios representou um marco na endodontia, impulsionada principalmente pelos avanços na metalurgia das ligas de níquel-titânio (NiTi) e no design dos instrumentos (Tomson et al., 2025). Essas inovações permitiram uma preparação mais rápida e previsível, especialmente em canais com anatomias complexas e severamente curvos.

Entretanto, o uso de sistemas mecanizados não está isento de desafios técnicos. A sensibilidade da técnica, o risco de fratura dos instrumentos e a complexidade intrínseca da anatomia radicular exigem uma avaliação criteriosa da dificuldade do caso antes da intervenção (Huang et al., 2025). Além disso, consolidou-se a compreensão de que a instrumentação, por mais avançada que seja, é incapaz de tocar todas as paredes do canal, o que torna a irrigação química e sua ativação componentes indissociáveis do preparo mecânico (Gomes et al., 2023; Boutsoukis e Arias-Moliz, 2022). O presente trabalho busca analisar os desafios atuais enfrentados no uso de sistemas mecanizados e a necessidade de protocolos complementares para garantir o sucesso clínico.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, desenvolvida com o objetivo de sintetizar e analisar as evidências científicas mais recentes relacionadas à preparação de canais radiculares e aos desafios dos sistemas mecanizados e rotatórios. A pesquisa foi realizada na base de dados PubMed, utilizando os descritores "Mechanized", "Rotary Systems" e "Root Canal", combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, conforme a terminologia do Medical Subject Headings (MeSH). Foram incluídos artigos publicados nos últimos cinco anos, disponíveis integralmente e redigidos nos idiomas português ou inglês, que abordassem de forma direta o tema. Excluíram-se estudos que não apresentavam relação direta com o tema central, publicações duplicadas, revisões narrativas com baixo rigor metodológico e artigos não indexados na base de dados utilizada. A seleção dos estudos foi conduzida em duas etapas: triagem de títulos e resumos, seguida pela avaliação dos textos completos para confirmar a relevância. As informações extraídas foram organizadas de forma descritiva.

3 RESULTADOS

Os avanços significativos na última década focaram nas propriedades metalúrgicas e no movimento dos instrumentos NiTi, o que aumentou a eficiência de corte e a resistência à fadiga cíclica (Tomson et al., 2025). Apesar disso, estudos de consenso de especialistas destacam que a anatomia intrincada do sistema de canais continua sendo um dos maiores obstáculos para a desinfecção completa (Huang et al., 2025). A instrumentação mecânica isolada não consegue atingir áreas críticas como istmos e canais laterais, onde bactérias organizadas em biofilmes podem persistir (Boutsioukis e Arias-Moliz, 2022).

A literatura demonstra que a eficácia dos sistemas mecanizados é potencializada quando associada a substâncias irrigantes adequadas, sendo o hipoclorito de sódio (NaOCl) o agente de escolha devido à sua capacidade de dissolução de tecido orgânico e ação antimicrobiana (Cai et al., 2023). Ao acessar a câmara pulpar, as soluções irrigadoras removem os detritos dentinários grosseiros criados pelos instrumentos de corte, melhorando sua visualização. Durante a exploração e o preparo subsequentes do canal, sua função principal passa a ser lubrificar os canais, dissolver a matéria orgânica residual e fornecer atividade antibacteriana (Tomson et al., 2025). Contudo, a entrega passiva de irrigantes por agulha e seringa muitas vezes falha em alcançar o terço apical em canais preparados com sistemas de pequeno diâmetro (Gomes et al., 2023). Por essa razão, sistemas de ativação de irrigantes — como a irrigação ultrassônica passiva (PUI), ativação sônica (EDDY) e tecnologias a laser (SWEEPS) — têm sido amplamente investigados, demonstrando uma capacidade superior na remoção de detritos e microrganismos em comparação com as técnicas convencionais (Usta et al., 2024; Valizadeh et al., 2024).

4 DISCUSSÃO

A endodontia contemporânea está fundamentada nos princípios da odontologia minimamente invasiva, nos quais o preparo químico-mecânico deve promover desinfecção eficaz com máxima preservação da estrutura dentária. Nesse contexto, a instrumentação mecanizada com ligas NiTi tornou-se o padrão clínico atual devido à sua maior flexibilidade, capacidade de centralização e menor risco de iatrogenias, sendo recomendada pelas diretrizes S3 da Sociedade Europeia de Endodontologia como abordagem baseada em evidências para o preparo dos canais radiculares (Duncan et al., 2023).

Os avanços metalúrgicos recentes, especialmente por meio de tratamentos termomecânicos, permitiram o desenvolvimento de instrumentos com maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica, melhorando significativamente a segurança clínica, principalmente em canais curvos. Essas

modificações microestruturais reduzem o estresse mecânico acumulado e aumentam a durabilidade dos instrumentos, contribuindo para maior previsibilidade do tratamento (Shen et al., 2021; Pedullà et al., 2022). Além disso, a cinemática recíprocante demonstrou reduzir o estresse torsional e aumentar a resistência à fratura quando comparada à rotação contínua, favorecendo o preparo em anatomias complexas (Pedullà et al., 2022).

Além disso, os avanços recentes nos tratamentos termomecânicos das ligas NiTi resultaram em instrumentos com maior resistência à fadiga cíclica, reduzindo significativamente o risco de fratura durante o preparo, especialmente em canais curvos. Essa maior resistência está relacionada às modificações na microestrutura cristalina da liga, que aumentam sua flexibilidade e capacidade de suportar tensões repetitivas durante o uso clínico (Plotino et al., 2021; Zupanc; Vahid; Schäfer, 2022).

Nesse contexto, os sistemas recíprocantes surgiram como uma importante evolução tecnológica, utilizando movimento alternado no sentido horário e anti-horário, o que reduz o estresse torsional e aumenta a vida útil do instrumento. Esse tipo de cinemática permite melhor progressão apical com menor risco de fratura e maior segurança clínica, além de simplificar o protocolo operatório, frequentemente com o uso de apenas um instrumento principal (Pedullà et al., 2022; Gavini et al., 2023).

Entretanto, apesar da elevada eficiência das limas NiTi, é amplamente reconhecido que nenhuma técnica de instrumentação é capaz de tocar todas as superfícies do sistema de canais radiculares, especialmente em regiões anatômicas complexas, como istmos, reentrâncias e canais acessórios. Dessa forma, a desinfecção eficaz depende diretamente da irrigação química associada à ativação dos irrigantes (Versiani et al., 2022).

Nesse cenário, instrumentos complementares como o Easy Clean têm sido introduzidos com o objetivo de otimizar a ativação do irrigante. O Easy Clean é um instrumento de polímero flexível, projetado para atuar em movimento rotatório ou recíprocante, promovendo agitação mecânica da solução irrigadora e melhorando sua penetração em áreas não instrumentadas. Estudos recentes demonstram que seu uso contribui significativamente para a remoção de debris, smear layer e biofilme, potencializando a desinfecção do sistema de canais radiculares (Kato et al., 2021; Silva et al., 2023).

Apesar dessas vantagens, ainda existem desafios importantes associados ao uso de instrumentos NiTi e sistemas mecanizados. Entre eles destacam-se o risco de fratura inesperada por fadiga cíclica, especialmente em casos de anatomia complexa, a possibilidade de extrusão de debris apical e a incapacidade de promover desinfecção completa sem a associação com protocolos eficazes de irrigação e ativação irrigadora. Além disso, o preparo excessivo pode comprometer a resistência

estrutural do dente, aumentando o risco de fraturas radiculares (Gavini et al., 2023; Duncan et al., 2023).

Apesar dos avanços significativos proporcionados pelas limas de níquel-titânio (NiTi) e sistemas reciprocantes, é amplamente reconhecido que a instrumentação mecânica isoladamente não é capaz de promover a completa desinfecção do sistema de canais radiculares. Estudos recentes demonstram que, mesmo com instrumentos modernos, áreas anatômicas complexas, como istmos, canais laterais e reentrâncias, permanecem parcialmente ou totalmente não instrumentadas, o que reforça o papel fundamental das substâncias irrigadoras como complemento indispensável ao preparo químico-mecânico (Versiani et al., 2022; Boutsoukis; Arias-Moliz, 2022).

Entre as soluções irrigadoras disponíveis, o hipoclorito de sódio (NaOCl) permanece como o padrão-ouro, devido à sua capacidade única de dissolução de tecidos orgânicos e ampla ação antimicrobiana, sendo eficaz contra microrganismos organizados em biofilmes, principal forma de resistência bacteriana no ambiente endodôntico. Sua ação ocorre por meio da degradação de proteínas e oxidação de componentes celulares, contribuindo diretamente para a redução da carga microbiana intracanal (Duncan et al., 2023; Zehnder et al., 2022).

A eficácia do NaOCl, entretanto, está diretamente relacionada com sua capacidade de penetrar nas áreas não instrumentadas, o que depende não apenas do diâmetro do preparo apical, mas também da ativação do irrigante. Nesse contexto, a utilização de instrumentos como o Easy Clean representa uma estratégia eficaz, pois promove a agitação mecânica da solução irrigadora, favorecendo sua renovação e penetração em regiões inacessíveis às limas NiTi. Essa ativação melhora significativamente a remoção de debris, smear layer e biofilme, potencializando os efeitos antimicrobianos do irrigante (Silva et al., 2023; Kato et al., 2021).

Entretanto, deve-se considerar que o uso dessas substâncias irrigadoras também apresenta desafios clínicos relevantes. O hipoclorito de sódio, por exemplo, pode promover alterações na superfície dos instrumentos NiTi, favorecendo processos corrosivos e contribuindo para a redução da resistência à fadiga cíclica, especialmente quando utilizado em concentrações elevadas ou em contato prolongado com os instrumentos. Esse fator reforça a necessidade do uso adequado das substâncias irrigadoras, associado à escolha de instrumentos com tratamentos térmicos avançados, que apresentam maior resistência a esses efeitos (Zhang et al., 2022).

Dessa forma, observa-se que o sucesso do tratamento endodôntico depende diretamente da interação entre instrumentação mecanizada e irrigação química. Enquanto as limas NiTi e sistemas reciprocantes promovem a modelagem do canal radicular, as substâncias irrigadoras são responsáveis pela desinfecção efetiva das áreas não alcançadas mecanicamente. A associação dessas tecnologias

com sistemas de ativação irrigadora, como o Easy Clean, representa uma abordagem contemporânea eficaz, alinhada aos princípios da endodontia minimamente invasiva e da desinfecção tridimensional do sistema de canais radiculares (Duncan et al., 2023; Boutsoukis; Arias-Moliz, 2022).

Embora os avanços na metalurgia das ligas de níquel-titânio e na cinemática dos sistemas endodônticos mecanizados tenham ampliado a previsibilidade do preparo dos canais radiculares, a instrumentação e modelagem mecânica de forma isolada, permanece biologicamente insuficiente para garantir a desinfecção tridimensional do sistema de canais radiculares. Conforme destacado por Tomson et al. (2025), o sistema endodôntico possui uma anatomia complexa, podendo apresentar istmos, ramificações laterais e irregularidades apicais causando limitações no contato direto dos instrumentos com todas as superfícies dentinárias tornando inevitável a permanência de áreas não instrumentadas. Nesse mesmo contexto, estudos recentes demonstram que técnicas de ativação irrigadora, como a irrigação ultrassônica passiva e tecnologias fotoacústicas como o SWEEPS, promovem uma penetração e remoção mais eficiente de debris quando comparadas à irrigação convencional (Valizadeh et al., 2024; Usta et al., 2024). Ainda assim, nenhum método é capaz de promover limpeza completa de maneira isolada, isso reforça que o sucesso clínico depende da integração equilibrada entre preparo conservador, irrigação química eficaz e ativação irrigadora adequada, especialmente em casos de anatomia complexa.

5 CONCLUSÃO

A endodontia moderna não deve ser compreendida como uma prática exclusivamente técnica, mas como uma especialidade fundamentada em princípios biológicos. Embora os avanços nos instrumentos mecanizados em níquel-titânio tenham proporcionado maior segurança e eficiência ao preparo do canal radicular, a desinfecção efetiva depende diretamente da ação das substâncias irrigadoras, especialmente nas áreas não alcançadas pela instrumentação.

Nesse contexto, instrumentação e irrigação devem ser consideradas etapas complementares e indissociáveis, cujo equilíbrio é essencial para o sucesso do tratamento. Assim, a associação entre conhecimento biológico, evolução tecnológica e protocolos adequados de irrigação permite maior previsibilidade clínica, melhores resultados terapêuticos e consolida uma endodontia contemporânea baseada em princípios científicos e biologicamente orientados.

Além disso, destaca-se que a evolução dos sistemas mecanizados deve ser compreendida como parte de um protocolo integrado de desinfecção, onde a irrigação química e sua ativação possuem um papel fundamental na eliminação microbiana em áreas não alcançadas pela instrumentação. Dessa forma, o sucesso clínico não depende exclusivamente do instrumento

utilizado, mas da interação entre preparo conservador, irrigação eficaz e julgamento clínico individualizado, especialmente diante da complexidade anatômica dos sistemas de canais radiculares.

REFERÊNCIAS

- BOUTSIOUKIS, C.; ARIAS-MOLIZ, M. T. Present status and future directions – irrigants and irrigation methods. *International Endodontic Journal*, v. 55, n. S3, p. 584-612, 2022.
- CAI, C. et al. Advances in the Role of Sodium Hypochlorite Irrigant in Chemical Preparation of Root Canal Treatment. *BioMed Research International*, v. 2023, p. 8858283, 2023.
- GOMES, B. P. F. A.; AVEIRO, E.; KISHEN, A. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Brazilian Dental Journal*, v. 34, n. 4, p. 1-33, 2023.
- HUANG, D. et al. Expert consensus on difficulty assessment of endodontic therapy. *International Journal of Oral Science*, v. 17, n. 1, p. 3, 2025.
- TOMSON, P. L. et al. Non-surgical endodontics: contemporary biomechanical preparation of the root canal system. *British Dental Journal*, v. 238, n. 7, p. 479-486, 2025.
- USTA, S. N.; ERDEM, B. A.; GÜNDOĞAR, M. Comparison of the removal of intracanal medicaments used in regenerative endodontics from root canal system using needle, ultrasonic, sonic, and laser-activated irrigation systems. *Lasers in Medical Science*, v. 39, n. 1, p. 27, 2024.
- VALIZADEH, M. et al. Evaluation of various root canal irrigation methods in primary teeth: a systematic review. *BMC Oral Health*, v. 24, n. 1, p. 1535, 2024.
- BOUTSIOUKIS, Christos; ARIAS-MOLIZ, M. Teresa. Present status and future directions of irrigants and irrigation methods. *International Endodontic Journal*, Oxford, v. 55, n. S3, p. 588-612, 2022.
- DUNCAN, Hugh F. et al. European Society of Endodontology S3-level clinical practice guideline for the treatment of pulpal and apical disease. *International Endodontic Journal*, Oxford, v. 56, n. 4, p. 238-295, 2023.
- PEDULLÀ, Edoardo et al. Cyclic fatigue resistance of reciprocating and rotary nickel-titanium instruments: systematic review. *Journal of Endodontics*, New York, v. 48, n. 12, p. 1436-1443, 2022.
- SHEN, You et al. Metallurgical and mechanical properties of contemporary nickel-titanium instruments. *International Endodontic Journal*, Oxford, v. 54, n. 11, p. 1863-1873, 2021.
- USTA, Murat et al. Effectiveness of laser-activated irrigation on root canal disinfection: systematic review. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, Amsterdam, v. 45, p. 103902, 2024.
- VERSIANI, Marco Antonio et al. Micro-CT evaluation of untouched canal areas after mechanical preparation: systematic review. *International Endodontic Journal*, Oxford, v. 55, n. 1, p. 12-23, 2022.
- ZANCAN, Rafaela Ferreira et al. Influence of ultrasonic activation on root canal disinfection: systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, New York, v. 47, n. 2, p. 223-233, 2021.

GAVINI, Giulio et al. Nickel–titanium instruments in endodontics: advances and challenges. Journal of Endodontics, 2023.

KATO, Anderson S. et al. Effectiveness of Easy Clean in root canal cleaning: systematic review. International Endodontic Journal, 2021.

PLOTINO, Gianluca et al. Contemporary NiTi instruments: properties and clinical use. International Endodontic Journal, 2021.

SILVA, Erick Miranda Souza et al. Easy Clean agitation effectiveness on smear layer removal. Clinical Oral Investigations, 2023.

ZUPANC, Jure; VAHID, Ali; SCHÄFER, Edgar. New thermomechanically treated NiTi instruments. Materials, 2022.

ZEHNDER, Matthias et al. Root canal irrigants and their clinical applications. International Endodontic Journal, 2022.

ZHANG, Rui et al. Effect of sodium hypochlorite on cyclic fatigue resistance of NiTi instruments. Journal of Endodontics, 2022.