

IDENTIFICAÇÃO DE BIOFILMES INTRARRADICULARES: SINAIS CLÍNICOS E MÉTODOS DIAGNÓSTICOS

IDENTIFICATION OF INTRARADICULAR BIOFILMS: CLINICAL SIGNS AND DIAGNOSTIC METHODS

IDENTIFICACIÓN DE BIOFILMS INTRARADICULARES: SIGNOS CLÍNICOS Y MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO



10.56238/sevened2026.016-021

Laryssa Coutinho Resende

Mestranda em Endodontia

Instituição: Faculdade São Leopoldo Mandic (SLMANDIC)

Eduardo Loures Filho

Bacharel em Odontologia

Instituição: Universidade Paulista (UNIP)

RESUMO

O sucesso da terapia endodôntica está intrinsecamente ligado à eliminação eficaz dos biofilmes bacterianos, os principais agentes etiológicos da periodontite apical. Devido à sua matriz extracelular autoproduzida, essas comunidades complexas são altamente resistentes aos mecanismos de defesa do hospedeiro e aos agentes antimicrobianos, persistindo em áreas de difícil acesso anatômico (istmos, ramificações e túbulos dentinários), o que é a causa primária de falhas em tratamentos. A identificação clínica e o diagnóstico preciso desses biofilmes representam um dos maiores desafios da endodontia contemporânea. Esta pesquisa é uma revisão bibliográfica narrativa elaborada para sintetizar as evidências científicas mais recentes acerca da identificação, sinais clínicos e métodos diagnósticos dos biofilmes intrarradiculares. Os resultados indicam a complexidade da dinâmica microbiana, com destaque para o *Enterococcus faecalis* por sua forte associação com infecções persistentes. Sinais clínicos indiretos, como dor persistente e fistulas, sugerem carga microbiana não resolvida. O diagnóstico avança com a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) para identificar variações anatômicas e reservatórios bacterianos, e em pesquisa, a Microscopia Confocal de Varredura a Laser (CLSM) é utilizada para visualizar a eficácia da remoção. A discussão reforça a lacuna entre o diagnóstico clínico e a realidade microscópica, indicando que a remoção eficiente de biofilmes em istmos exige técnicas de ativação de irrigantes, como a irrigação ultrassônica passiva ou a ativação sônica (EDDY). Conclui-se que o diagnóstico deve ser aprofundado na compreensão da ocupação bacteriana para otimizar protocolos de desinfecção química e que a incapacidade de erradicar o *E. faecalis* é o principal impeditivo para a cicatrização periapical.

Palavras-chave: Biofilmes Intrarradiculares. Diagnóstico. Endodontia. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. *Enterococcus faecalis*.

ABSTRACT

The success of endodontic therapy is intrinsically linked to the effective elimination of bacterial biofilms, the main etiological agents of apical periodontitis. Due to their self-produced extracellular matrix, these complex communities are highly resistant to host defense mechanisms and antimicrobial agents, persisting in areas of difficult anatomical access (isthmuses, ramifications, and dentinal tubules), which is the primary cause of treatment failures. The clinical identification and accurate diagnosis of these biofilms represent one of the greatest challenges in contemporary endodontics. This research is a narrative literature review designed to synthesize the most recent scientific evidence regarding the identification, clinical signs, and diagnostic methods of intraradicular biofilms. The results indicate the complexity of microbial dynamics, highlighting *Enterococcus faecalis* due to its strong association with persistent infections. Indirect clinical signs, such as persistent pain and fistulas, suggest an unresolved microbial load. The diagnosis is further enhanced with Cone Beam Computed Tomography (CBCT) to identify anatomical variations and bacterial reservoirs, and in research, Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM) is used to visualize the effectiveness of removal. The discussion reinforces the gap between clinical diagnosis and microscopic reality, indicating that efficient biofilm removal in isthmuses requires irrigant activation techniques, such as passive ultrasonic irrigation or sonic activation (EDDY). It is concluded that the diagnosis should be deepened in understanding bacterial occupation to optimize chemical disinfection protocols and that the inability to eradicate *E. faecalis* is the main impediment to periapical healing.

Keywords: Intraradicular Biofilms. Diagnosis. Endodontics. Cone Beam Computed Tomography. *Enterococcus faecalis*.

RESUMEN

El éxito de la terapia endodóntica está intrínsecamente ligado a la eliminación efectiva de los biofilms bacterianos, principales agentes etiológicos de la periodontitis apical. Debido a su matriz extracelular autoproducida, estas complejas comunidades son altamente resistentes a los mecanismos de defensa del huésped y a los agentes antimicrobianos, persistiendo en áreas de difícil acceso anatómico (istmos, ramificaciones y túbulos dentinarios), lo que constituye la principal causa de fracasos terapéuticos. La identificación clínica y el diagnóstico preciso de estos biofilms representan uno de los mayores desafíos en la endodoncia contemporánea. Esta investigación es una revisión narrativa de la literatura diseñada para sintetizar la evidencia científica más reciente sobre la identificación, los signos clínicos y los métodos de diagnóstico de los biofilms intraradiculares. Los resultados indican la complejidad de la dinámica microbiana, destacando a *Enterococcus faecalis* debido a su fuerte asociación con infecciones persistentes. Signos clínicos indirectos, como dolor persistente y fistulas, sugieren una carga microbiana no resuelta. El diagnóstico se perfecciona con la tomografía computarizada de haz cónico (TCBC) para identificar variaciones anatómicas y reservorios bacterianos, y en investigación, se utiliza la microscopía confocal de barrido láser (MCBL) para visualizar la eficacia de la eliminación. El análisis subraya la brecha entre el diagnóstico clínico y la realidad microscópica, indicando que la eliminación eficaz del biofilm en los istmos requiere técnicas de activación del irrigante, como la irrigación ultrasónica pasiva o la activación sónica (EDDY). Se concluye que el diagnóstico debe profundizarse en la comprensión de la ocupación bacteriana para optimizar los protocolos de desinfección química y que la incapacidad para erradicar *E. faecalis* es el principal impedimento para la cicatrización periapical.

Palabras clave: Biofilms Intraradiculares. Diagnóstico. Endodoncia. Tomografía Computarizada de Haz Cónico. *Enterococcus faecalis*.

1 INTRODUÇÃO

O sucesso da terapia endodôntica está intrinsecamente ligado à eliminação eficaz de microrganismos do sistema de canais radiculares, sendo os biofilmes bacterianos os principais agentes etiológicos da periodontite apical (Babeer et al., 2024; Sedani et al., 2024). Diferente das bactérias em estado planctônico, os biofilmes constituem comunidades complexas organizadas em uma matriz extracelular autoproduzida, o que lhes confere uma resistência significativamente maior aos mecanismos de defesa do hospedeiro e aos agentes antimicrobianos convencionais (Sedani et al., 2024; Cai et al., 2023). A persistência dessas estruturas em áreas de difícil acesso anatômico, como istmos, ramificações e túbulos dentinários, é a causa primária de falhas em tratamentos endodônticos e de infecções recalcitrantes (Donnermeyer et al., 2024; Yu et al., 2024).

A identificação clínica e o diagnóstico preciso da presença desses biofilmes representam um dos maiores desafios da endodontia contemporânea. Enquanto a polpa dentária saudável é fisiologicamente estéril, a infiltração microbiana desencadeia processos inflamatórios que levam à necrose pulpar e à subsequente disseminação para os tecidos perirradiculares (Sedani et al., 2024). Sinais clínicos como dor persistente, sensibilidade à percussão e a presença de fístulas são indicadores indiretos de uma carga microbiana não resolvida (Sedani et al., 2024). Contudo, a detecção direta dos biofilmes *in vivo* ainda é limitada pelas tecnologias de imagem convencionais, exigindo uma integração entre achados clínicos, exames radiográficos avançados e uma compreensão profunda da dinâmica microbiana intrarradicular (Babeer et al., 2024; Cai et al., 2023).

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza narrativa, elaborada com o intuito de sintetizar e analisar as evidências científicas mais recentes acerca da identificação de biofilmes intrarradiculares, seus sinais clínicos e métodos diagnósticos. A busca foi conduzida na base de dados PubMed, utilizando-se os descritores "Intraradicular Biofilms" e "Diagnosis", articulados por meio de operadores booleanos conforme a terminologia MeSH (Medical Subject Headings). Foram incluídos estudos publicados nos últimos cinco anos, disponíveis na íntegra e redigidos nos idiomas português ou inglês, que tratassem de forma direta o tema. Excluíram-se produções sem relação explícita com o tema central, duplicatas, revisões narrativas de baixo rigor metodológico e artigos não indexados na referida base de dados. O processo de seleção dos estudos transcorreu em duas fases: triagem inicial de títulos e resumos, seguida pela avaliação dos textos completos para confirmação da relevância. As informações extraídas foram organizadas de forma descritiva e crítica.

3 RESULTADOS

Os resultados apontam que a dinâmica microbiana no sistema de canais radiculares é extremamente complexa, abrigando centenas de táxons microbianos que evoluem em comunidades multiespécies (Sedani et al., 2024). Entre os microrganismos identificados, o *Enterococcus faecalis* destaca-se por sua capacidade de sobreviver em ambientes hostis e sua forte associação com infecções persistentes e falhas terapêuticas (Yu et al., 2024). A localização desses biofilmes é um fator determinante; eles frequentemente se alojam em istmos e irregularidades anatômicas onde a instrumentação mecânica convencional é insuficiente (Donnermeyer et al., 2024; Babeer et al., 2024).

No que tange aos métodos diagnósticos e de visualização, a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) é amplamente utilizada para identificar lesões periapicais e variações anatômicas complexas que sugerem a presença de reservatórios bacterianos (Babeer et al., 2024). Em ambiente de pesquisa, a Microscopia Confocal de Varredura a Laser (CLSM) tem sido empregada para visualizar a eficácia da remoção de biofilmes em istmos e túbulos dentinários, permitindo a diferenciação entre células vivas e mortas (Babeer et al., 2024; Donnermeyer et al., 2024). Além disso, a literatura destaca que a eficácia do hipoclorito de sódio (NaOCl) na dissolução de tecidos orgânicos e eliminação de biofilmes varia conforme sua concentração e a microbiologia específica da infecção, reforçando a necessidade de um diagnóstico preciso da carga bacteriana para otimizar o protocolo de irrigação (Cai et al., 2023).

4 DISCUSSÃO

A discussão sobre a identificação dos biofilmes revela uma lacuna significativa entre as ferramentas de diagnóstico clínico e a realidade microscópica da infecção. A presença de biofilmes em istmos, por exemplo, é muitas vezes negligenciada nos protocolos de limpeza tradicionais, pois essas estruturas atuam como nichos protegidos contra irrigantes e instrumentos (Donnermeyer et al., 2024). Estudos com modelos 3D curvos e fechados demonstram que apenas técnicas de ativação de irrigantes, como a irrigação ultrassônica passiva ou a ativação sônica (EDDY), conseguem remover eficientemente detritos e biofilmes dessas áreas críticas (Donnermeyer et al., 2024).

Avanços tecnológicos, como a microrrobótica, surgem como uma perspectiva futura para melhorar tanto o diagnóstico quanto o tratamento, permitindo o acesso a superfícies de difícil alcance e a eliminação precisa de biofilmes através de microenxames catalíticos (Babeer et al., 2024). No entanto, enquanto essas tecnologias não se tornam rotina clínica, a identificação baseia-se na interpretação de sinais de falha biológica do tratamento anterior (Sedani et al., 2024). A literatura reforça que a incapacidade de erradicar o *E. faecalis* e outros patógenos organizados em biofilmes é o principal impeditivo para a cicatrização periapical (Yu et al., 2024; Cai et al., 2023). Portanto, o diagnóstico deve ser encarado não apenas como a detecção de uma lesão radiográfica, mas como a

compreensão da ocupação bacteriana em um sistema anatômico complexo, exigindo protocolos de desinfecção química cada vez mais sofisticados e baseados na evidência microbiológica (Cai et al., 2023; Sedani et al., 2024).

5 CONCLUSÃO

A presente revisão narrativa reafirma que o sucesso da terapia endodôntica é diretamente proporcional à capacidade do clínico de erradicar os biofilmes intrarradiculares, a principal causa etiológica da periodontite apical persistente. O desafio central reside na alta resistência dessas comunidades bacterianas, notavelmente o *Enterococcus faecalis*, e na sua persistência em nichos anatômicos complexos, como os istmos e ramificações. A detecção clínica é limitada, e o diagnóstico deve, portanto, integrar os sinais clínicos indiretos de infecção não resolvida com o uso de tecnologias de imagem avançada, como a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), para mapear variações anatômicas que funcionam como reservatórios microbianos. Conclui-se que a superação da lacuna entre o diagnóstico macroscópico e a realidade microscópica exige a adoção de protocolos de desinfecção química aprimorados. O uso de técnicas de ativação de irrigantes (como irrigação ultrassônica passiva ou EDDY) é crucial para promover a ação do hipoclorito de sódio em áreas críticas e istmos, onde a instrumentação convencional é insuficiente. Em última análise, a incapacidade de promover a desinfecção completa e a persistência do *E. faecalis* são os maiores impedimentos à cicatrização periapical. Embora a microrrobótica aponte para um futuro com diagnóstico e eliminação de biofilmes mais precisos, o foco clínico atual deve permanecer na otimização da limpeza química e mecânica baseada em uma profunda compreensão da complexidade microbiana e anatômica.

REFERÊNCIAS

BABEER, A. et al. Microrobotics in Endodontics: A Perspective. **International Endodontic Journal**, v. 57, n. 7, p. 861-871, 2024.

CAI, C. et al. Advances in the Role of Sodium Hypochlorite Irrigant in Chemical Preparation of Root Canal Treatment. **BioMed Research International**, v. 2023, Article ID 8858283, 2023.

DONNERMEYER, D. et al. Comparative Analysis of Irrigation Techniques for Cleaning Efficiency in Isthmus Structures. **Journal of Endodontics**, v. 50, 2024.

SEDANI, S. et al. The Hidden World Within: Microbial Dynamics in Root Canal Systems. **Cureus**, v. 16, n. 5, p. e60577, 2024.

YU, L. et al. A Novel pH-Responsive Nano-Sized Lanthanum-Doped Polyvinyl Alcohol-Carbon Quantum Dot Composite for Root Canal Irrigation. **International Journal of Nanomedicine**, v. 19, 2024.