FORMAÇÃO DE BIOFILMES NAS INFECÇÕES ASSOCIADAS ÀS PRÓTESES ARTICULARES: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

BIOFILMS FORMATION IN INFECTIONS ASSOCIATED WITH JOINT PROSTHESES: AN INTEGRATIVE REVIEW

Felipe Oliveira Santos[1], Flávio Alves Oliveira[1], Pedro Costa Campos Filho[2]

1. Acadêmicos do curso de Medicina da Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna

2. Professor do curso de Medicina da Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna e da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: pedro.campos@afya.com.br e pccfilho@uesc.br

Eixo Temático: Saúde

RESUMO

Introdução: Os biofilmes estão relacionados à instalação, persistência e recorrência das infecções periprotéticas articulares. A formação de uma matriz extracelular protetora favorece a persistência microbiana e reduz a eficácia dos antimicrobianos, dificultando o diagnóstico e o tratamento. **Objetivo:** Analisar as evidências sobre a formação, o diagnóstico e o tratamento do biofilme nas infecções periprotéticas articulares. **Método:** Trata-se de uma revisão integrativa, de caráter qualitativo e descritivo. A busca foi realizada nas bases PubMed/MEDLINE, LILACS e SciELO, utilizando descritores relacionados a biofilmes, próteses articulares, infecções relacionadas a próteses e artroplastia, combinados por AND e OR. Foram incluídos estudos publicados entre 2022 e 2026, disponíveis integralmente, em português, inglês ou espanhol, e excluídas revisões, estudos em modelos animais, relatos de caso, editoriais, cartas, resumos de congressos e duplicatas. **Resultados:** Foram selecionados sete estudos sobre formação, diagnóstico e tratamento do biofilme. A matriz extracelular favoreceu a persistência microbiana e a resistência aos antimicrobianos. O diagnóstico exigiu a associação de avaliação clínica, marcadores séricos e sinoviais, culturas e exames de imagem. O DAIR apresentou relevância nas infecções agudas, enquanto a revisão da prótese, especialmente em dois estágios, destacou-se nos casos crônicos com biofilme maduro. **Conclusão:** O biofilme constitui importante fator de persistência e resistência nas infecções periprotéticas articulares. A abordagem integrada e individualizada é fundamental, sendo necessários novos estudos para aprimorar sua detecção, prevenção e erradicação.

Palavras-chave: Biofilmes. Próteses articulares. Infecções relacionadas a próteses. Artroplastia.

ABSTRACT

Introduction: Biofilms are associated with the onset, persistence, and recurrence of periprosthetic joint infections. The formation of a protective extracellular matrix promotes microbial persistence and reduces the effectiveness of antimicrobial agents, making diagnosis and treatment more difficult. **Objective:** To analyze the evidence on biofilm formation, diagnosis, and treatment in periprosthetic joint infections. **Method:** This was an integrative review with a qualitative and descriptive approach. The search was conducted in the PubMed/MEDLINE, LILACS, and SciELO databases using descriptors related to biofilms, joint prostheses, prosthesis-related infections, and arthroplasty, combined with AND and OR operators. Studies published between 2022 and 2026, available in full text and in Portuguese, English, or Spanish, were included. Reviews, animal studies, case reports, editorials, letters, conference abstracts, and duplicate publications were excluded. **Results:** Seven studies addressing biofilm formation, diagnosis, and treatment were selected. The extracellular matrix promoted microbial persistence and antimicrobial resistance. Diagnosis required the combination of clinical assessment, serum and synovial markers, cultures, and imaging studies. DAIR was relevant in acute infections, whereas prosthesis revision, particularly two-stage revision, was more prominent in chronic cases with mature biofilms. **Conclusion:** Biofilms are an important factor contributing to persistence and resistance in periprosthetic joint infections. An integrated and individualized approach is essential, and further studies are needed to improve biofilm detection, prevention, and eradication.

Keywords: Biofilms. Joint prostheses. Prosthesis-related infections. Arthroplasty.

INTRODUÇÃO

A cirurgia de implantação de próteses articulares representa um importante avanço na medicina ortopédica e uma alternativa terapêutica para pacientes com dor crônica e perda de mobilidade. As próteses substituem articulações danificadas, restaurando a função articular, aliviando o desconforto e melhorando a qualidade de vida.[1]

Nesse contexto, a infecção periprotética articular (IPA) constitui uma complicação grave, especialmente no período pós-operatório precoce. Está associada à necessidade de múltiplas cirurgias de revisão, infecções recorrentes, antibioticoterapia prolongada, maior tempo de hospitalização, afrouxamento asséptico tardio e resultados funcionais desfavoráveis. Estima-se que ocorra em aproximadamente 1–2% das substituições articulares, correspondendo a 13% das artroplastias de revisão de quadril e a 23% das de joelho. Quando a revisão articular é necessária, a IPA representa 39,6% dos procedimentos cirúrgicos.[2]

A relevância da IPA está relacionada à capacidade dos microrganismos de colonizar a superfície dos implantes e formar biofilmes. Essas estruturas também estão presentes em outras infecções associadas a procedimentos cirúrgicos, sendo o *Staphylococcus aureus* uma das principais espécies envolvidas.[3]

Os biofilmes são comunidades organizadas de microrganismos inseridas em uma matriz de substâncias poliméricas extracelulares produzida pelos próprios microrganismos. Podem aderir a superfícies vivas ou não vivas e, em comparação com a forma planctônica, apresentam alterações na taxa de crescimento e na expressão gênica. A matriz extracelular, composta principalmente por polissacarídeos, proteínas e ácidos nucleicos, contribui para a estrutura do biofilme, a adesão às superfícies e a resistência a diferentes estressores. Assim, favorece a sobrevivência microbiana, a resistência aos antimicrobianos e a manutenção de infecções crônicas.[4,5]

O aumento da realização de artroplastias totais de joelho e quadril apresenta impacto social e econômico relevante, motivando estudos epidemiológicos e financeiros, especialmente em países desenvolvidos. No Brasil, entretanto, ainda são escassas as informações sobre esses procedimentos. Embora existam dados nacionais do Sistema Único de Saúde, disponibilizados pelo Ministério da Saúde, esses indicadores não expressam integralmente a dimensão assistencial em relação à população brasileira.[6]

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo analisar as evidências disponíveis sobre a formação, o diagnóstico e o tratamento do biofilme nas infecções periprotéticas articulares.

MÉTODO

Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura, de caráter qualitativo e descritivo, desenvolvido a partir da definição do tema e da pergunta norteadora, do estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão, da extração e análise dos dados e síntese dos resultados.

Para a formulação da pergunta, utilizou-se a estratégia PCC (População, Conceito e Contexto); (P) corresponde a indivíduos com infecção periprotética articular, (C) ao biofilme associado às próteses articulares, considerando sua formação, diagnóstico e tratamento, e (C) às infecções relacionadas às próteses articulares. Assim, a questão norteadora foi: "Quais são as evidências disponíveis sobre a formação, o diagnóstico e o tratamento do biofilme nas infecções periprotéticas articulares?"

A busca bibliográfica foi realizada em agosto de 2026 nas bases SciELO, LILACS e PubMed/MEDLINE, utilizando os descritores DeCS e seus correspondentes MeSH: "Biofilmes" (Biofilms), "Próteses Articulares" (Joint Prosthesis), "Infecções Relacionadas a Próteses" (Prosthesis-Related Infections) e "Artroplastia" (Arthroplasty), combinados pelos operadores booleanos AND e OR.

Foram incluídos artigos originais, ensaios clínicos e estudos observacionais publicados entre 2016 e 2026, disponíveis na íntegra, gratuitamente e nos idiomas português, inglês ou espanhol, além de estudos diretamente relacionados ao tema. Foram excluídos artigos incompletos, revisões de literatura, estudos em modelos animais (*in vitro* ou *in vivo*), relatos de caso, editoriais, cartas ao editor e resumos de congressos. Nos casos de duplicidade, foi mantida apenas uma versão.

RESULTADOS

A revisão integrativa resultou na seleção de sete estudos após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. As publicações, compreendidas entre 2022 e 2026, abordaram a formação, o diagnóstico e o tratamento do biofilme na IPA, possibilitando uma compreensão abrangente das diferentes dimensões relacionadas ao tema.

Formação do biofilme

Os implantes biomédicos devem apresentar biocompatibilidade, resistência e capacidade de integração aos tecidos. Entretanto, por constituírem superfícies abióticas, podem favorecer a adesão de microrganismos e a formação de biofilmes. Essas estruturas correspondem a comunidades microbianas tridimensionais envolvidas por uma matriz

polimérica extracelular, denominada EPS, que proporciona sustentação e proteção aos agentes nela inseridos.[7, 8]

A matriz do biofilme reduz a penetração dos antimicrobianos e dificulta a eliminação dos microrganismos pelas defesas imunológicas do hospedeiro, devido à alteração da expressão gênica, à redução da penetração dos fármacos e às propriedades protetoras da própria matriz de EPS.[8, 9]

Nas artroplastias, a contaminação da prótese pode ocorrer durante o procedimento cirúrgico, por disseminação hematogênica ou por extensão direta de uma infecção adjacente. Uma vez estabelecido, o biofilme favorece a persistência microbiana e o desenvolvimento da infecção periprotética articular.[9]

A etiologia da IPA pode variar conforme a articulação acometida, o tempo transcorrido desde a implantação da prótese e a localização geográfica. Nas próteses de quadril e joelho, destacam-se *Staphylococcus aureus*, estafilococos coagulase-negativos e *Pseudomonas aeruginosa*. No ombro, *Cutibacterium acnes* apresenta particular importância, indicando que as condições locais podem favorecer diferentes espécies.[8, 10]

Diagnóstico

O diagnóstico da IPA é desafiador e requer a combinação de diferentes métodos de investigação, incluindo exame físico, exames laboratoriais de sangue e líquido sinovial e cultura de microrganismos. Embora não exista uma definição padrão para o diagnóstico de IPA, as definições compartilham critérios semelhantes, como presença de fístula arteriovenosa e múltiplas culturas positivas.[10, 11]

A investigação deve integrar avaliação clínica, marcadores séricos e sinoviais e exames microbiológicos. A velocidade de hemossedimentação, a proteína C-reativa e o D-dímero podem ser utilizados na triagem inicial, mas resultados normais não excluem a infecção. Os marcadores do líquido sinovial apresentam bom desempenho diagnóstico, embora possam ser influenciados pela resposta imunológica e pelas condições clínicas do paciente.[12]

As culturas microbiológicas possibilitam identificar o agente etiológico e orientar a escolha da antibioticoterapia. Contudo, sua sensibilidade pode variar devido à falta de padronização da coleta, do processamento das amostras e dos meios de cultura. Também não existe consenso sobre qual tecido periprotético apresenta maior capacidade de detectar os microrganismos, reforçando a necessidade de combinar diferentes métodos diagnósticos.[12]

Os exames de imagem apresentam baixa especificidade para confirmar a IPA, mas podem auxiliar na avaliação da extensão do comprometimento e no planejamento terapêutico. Radiografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética com redução de artefatos

metálicos podem demonstrar soltura do implante, defeitos ósseos e osteomielite. Em situações específicas, especialmente diante de punção seca ou da necessidade de diferenciar soltura asséptica de infecção, métodos de medicina nuclear associados à tomografia podem complementar a investigação.[11]

Tratamento

Antes de iniciar o tratamento, é fundamental identificar corretamente o agente etiológico e avaliar se o paciente apresenta estabilidade clínica para tolerar intervenções cirúrgicas. O DAIR (desbridamento, antibioticoterapia e retenção do implante) pode ser eficaz nas infecções periprotéticas hematogênicas agudas e pós-operatórias precoces. A duração da antibioticoterapia e o patógeno responsável são aspectos essenciais para o sucesso desse procedimento. Recomenda-se terapia intravenosa por quatro a seis semanas nas infecções estafilocócicas ou quando não for possível utilizar terapia combinada com rifampicina.[2, 11]

Como alternativa ao DAIR, a troca da prótese em dois estágios é considerada o "padrão-ouro" para o tratamento das infecções periprotéticas tardias e crônicas. Essa abordagem é geralmente reservada aos pacientes com sintomas prolongados e presença de biofilmes maduros, sendo mais aplicável às infecções periprotéticas crônicas.[2]

A revisão em estágio único é indicada quando a etiologia é conhecida e sensível à antibioticoterapia disponível, não há comprometimento sistêmico e o paciente não é imunocomprometido. Entretanto, é contraindicada quando há lesão de partes moles que impeça o fechamento primário da ferida, fístula que não possa ser excisada juntamente com a cicatriz do acesso anterior, impossibilidade de desbridamento rigoroso, defeito ósseo grave, microrganismo multirresistente ou ausência de antibioticoterapia efetiva contra o agente isolado.[2, 11]

CONCLUSÃO

Conclui-se que a formação de biofilmes constitui importante mecanismo de persistência das infecções periprotéticas articulares, promovendo proteção microbiana, resistência aos antimicrobianos e dificuldade de erradicação da infecção. O diagnóstico da IPA permanece desafiador e requer a integração de dados clínicos, laboratoriais e de imagem. A escolha do tratamento depende do tempo de evolução, da etiologia, das condições clínicas do paciente e da estabilidade da prótese. Nesse contexto, o DAIR apresenta maior relevância nas infecções agudas, enquanto a revisão da prótese é frequentemente indicada nos casos crônicos associados à presença de biofilme maduro.

A análise das evidências reforça a importância de uma abordagem multidisciplinar e individualizada para aumentar a precisão diagnóstica, orientar a escolha terapêutica e melhorar os resultados clínicos. Destaca-se, ainda, a necessidade de novos estudos para aprimorar os métodos de detecção dos biofilmes e desenvolver estratégias mais eficazes de prevenção, controle e erradicação dessas infecções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.Marsura CL, Hirota AB, Klüber I, Oliveira TD de, Zambon GF, Basaglia TRF, et al. Próteses articulares: uma revisão integrativa acerca das complicações e riscos. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences. 14 de setembro de 2023;5(4):1969–78. doi:10.36557/2674-8169.2023v5n4p1969-1978

2.Longo UG, de Salvatore S, Bandini B, Lalli A, Barillà B, Budhiparama NC, et al. Debridement, antibiotics, and implant retention (DAIR) for the early prosthetic joint infection of total knee and hip arthroplasties: a systematic review. Journal of ISAKOS. fevereiro de 2024;9(1):62–70. doi:10.1016/j.jisako.2023.09.003

3.van Roy Z, Arumugam P, Bertrand BP, Shinde DD, Thomas VC, Kielian T. Tissue niche influences immune and metabolic profiles to Staphylococcus aureus biofilm infection. Nature Communications. 17 de outubro de 2024;15(1):8965. doi:10.1038/s41467-024-53353-8

4.Rather MA, Gupta K, Mandal M. Microbial biofilm: formation, architecture, antibiotic resistance, and control strategies. Brazilian Journal of Microbiology. 23 de dezembro de 2021;52(4):1701–18. doi:10.1007/s42770-021-00624-x

5.Almatroudi A. Investigating Biofilms: Advanced Methods for Comprehending Microbial Behavior and Antibiotic Resistance. Frontiers in Bioscience-Landmark. 29 de março de 2024;29(4). doi:10.31083/j.fbl2904133

6.Filho CAMS, Aragão MT, Santos RS. Perfil clínico e epidemiológico de infecções relacionadas às próteses articulares. Archives of Health. 1º de dezembro de 2020;1(1):7–16. doi:10.46919/archv1n1-002

7.Azad MA, Patel R. Practical Guidance for Clinical Microbiology Laboratories: Microbiologic diagnosis of implant-associated infections. Clinical Microbiology Reviews. 13 de junho de 2024;37(2). doi:10.1128/cmr.00104-23

8.Liberatore A, Bertoldi A, Balboni A, Gabrielli L, Cantiani A, Lanna F, et al. Biofilm Formation, c-di-GMP Production, and Antimicrobial Resistance in Staphylococcal Strains Isolated from Prosthetic Joint Infections: A Pilot Study in Total Hip and Knee Arthroplasty Patients. International Journal of Molecular Sciences. 13 de setembro de 2025;26(18):8929. doi:10.3390/ijms26188929

9.Ayoade F, Li D, Mabrouk A, Todd JR. Periprosthetic Joint Infection. 2026. PubMed PMID: 28846340.

10.Piuzzi NS, Klika AK, Lu Q, Higuera-Rueda CA, Stappenbeck T, Visperas A. Periprosthetic joint infection and immunity: Current understanding of host–microbe interplay. Journal of Orthopaedic Research. 4 de janeiro de 2024;42(1):7–20. doi:10.1002/jor.25723

11.Barretto JM, Campos ALS, Ooka NHM. Infecção periprotética do joelho – Parte 2: Tratamento. Revista Brasileira de Ortopedia. 27 de abril de 2022;57(02):193–9. doi:10.1055/s-0041-1729936

12.Mozella A de P, Cobra HA de AB, Minamoto STN, Salim R, Leal AC. Acurácia dos marcadores sorológicos, do líquido sinovial, da cultura microbiológica e do exame histopatológico para o diagnóstico de infecção periprotética do joelho. Revista Brasileira de Ortopedia. 8 de dezembro de 2023;58(06):e917–23. doi:10.1055/s-0043-1776907