

DESAFIOS NO DIAGNÓSTICO, PREVENÇÃO E TRATAMENTO DAS INFECÇÕES EM FRATURAS EXPOSTAS

**CHALLENGES IN THE DIAGNOSIS, PREVENTION, AND TREATMENT OF
INFECTIONS IN OPEN FRACTURES**

Ciências da Saúde • 07/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/791149724](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/791149724)

Júnior Girardi¹

Débora Fernanda Dutra Souto Mendonça²

Bruna Dalcanale³

Fernando Malachias de Andrade Bergamo⁴

Karylaine Ribeiro⁵

Matheus de Sousa Albuquerque⁶

Victor Baptista Vidaurre Mathias Motta⁷

Mariana Tayt-Sohn Martuchelli Moço⁸

Edneia Tayt-Sohn Martuchelli Moço⁹

Maria Eduarda Assis Carneiro Viana¹⁰

RESUMO

As fraturas expostas constituem uma importante condição clínica caracterizada pela comunicação entre o foco da fratura e o meio externo, geralmente decorrente de traumas de alta energia. A exposição dos tecidos ósseos e das estruturas adjacentes aumenta o risco de contaminação e desenvolvimento de infecções, podendo comprometer a cicatrização, favorecer complicações como osteomielite e prolongar o período de recuperação do paciente. O presente estudo tem como objetivo analisar os principais desafios relacionados ao diagnóstico, à prevenção e ao tratamento das infecções em pacientes com fraturas expostas. Trata-se de uma revisão da literatura, realizada por meio de buscas nas bases de dados PubMed e Google Acadêmico, considerando estudos publicados nos últimos cinco anos, nos idiomas português, inglês e espanhol, que abordassem as infecções em fraturas expostas, incluindo fatores de risco, métodos diagnósticos, estratégias preventivas e abordagens terapêuticas. Foram excluídos relatos de casos, estudos duplicados e artigos que não contemplassem o objetivo proposto. Os estudos analisados evidenciam que as fraturas expostas apresentam elevado risco de infecção em decorrência da comunicação da lesão com o meio externo, da contaminação dos tecidos e da extensão dos danos associados ao trauma. O diagnóstico precoce e a identificação dos fatores de risco são fundamentais para direcionar a conduta, enquanto medidas como antibioticoterapia adequada, limpeza e desbridamento da ferida, estabilização da fratura e abordagem cirúrgica oportuna contribuem para a prevenção de complicações. Além disso, o tratamento das infecções pode ser dificultado pela presença de microrganismos resistentes, comprometimento dos tecidos e evolução para complicações como osteomielite e falha na consolidação óssea. Conclui-se que o manejo das fraturas expostas exige abordagem

multidisciplinar e atuação precoce, sendo fundamental a integração entre diagnóstico adequado, medidas preventivas e tratamento individualizado para reduzir a ocorrência de complicações infecciosas e favorecer a recuperação funcional dos pacientes.

Palavras-chave: Diagnóstico; Fratura exposta; Infecção; Prevenção; Tratamento.

ABSTRACT

Open fractures constitute a significant clinical condition characterized by communication between the fracture site and the external environment, generally resulting from high-energy trauma. Exposure of bone tissue and adjacent structures increases the risk of contamination and infection, potentially compromising healing, promoting complications such as osteomyelitis, and prolonging the patient's recovery period. This study aims to analyze the main challenges related to the diagnosis, prevention, and treatment of infections in patients with open fractures. This is a literature review, conducted through searches in the PubMed and Google Scholar databases, considering studies published in the last five years, in Portuguese, English, and Spanish, that addressed infections in open fractures, including risk factors, diagnostic methods, preventive strategies, and therapeutic approaches. Case reports, duplicate studies, and articles that did not meet the proposed objective were excluded. The analyzed studies show that open fractures present a high risk of infection due to communication between the injury and the external environment, tissue contamination, and the extent of damage associated with the trauma. Early diagnosis and identification of risk factors are fundamental to guiding treatment, while measures such as appropriate antibiotic therapy, wound cleaning and debridement, fracture stabilization, and timely surgical intervention contribute to the prevention of complications.

Furthermore, the treatment of infections can be hampered by the presence of resistant microorganisms, tissue damage, and progression to complications such as osteomyelitis and failure of bone consolidation. In conclusion, the management of open fractures requires a multidisciplinary approach and early intervention, with the integration of accurate diagnosis, preventive measures, and individualized treatment being fundamental to reducing the occurrence of infectious complications and promoting the functional recovery of patients.

Keywords: Diagnosis; Open fracture; Infection; Prevention; Treatment.

1. INTRODUÇÃO

As fraturas expostas constituem lesões de elevada complexidade clínica, caracterizadas pela comunicação entre o foco da fratura e o ambiente externo por meio de uma lesão das partes moles. Essa condição representa uma emergência ortopédica, uma vez que a exposição dos tecidos aumenta a possibilidade de contaminação bacteriana e favorece o desenvolvimento de complicações infecciosas. O manejo inicial deve estar direcionado ao controle da contaminação, à preservação dos tecidos moles, à estabilização da fratura e à prevenção de complicações que possam comprometer a recuperação funcional do paciente (Ibiapina *et al.*, 2022).

A relevância das infecções associadas às fraturas expostas está relacionada não apenas à sua ocorrência, mas também à gravidade de suas repercussões clínicas e funcionais. A infecção relacionada à fratura pode comprometer o processo de reparo ósseo, favorecendo atraso da consolidação, perda funcional, comprometimento da qualidade de vida e, nos casos mais graves, necessidade de

amputação do membro acometido (Zalavras *et al.*, 2022). Além disso, pacientes que desenvolvem infecção do sítio cirúrgico podem necessitar de múltiplas intervenções cirúrgicas, tratamentos antimicrobianos prolongados e períodos maiores até a consolidação óssea, fatores que aumentam significativamente a complexidade do tratamento (Dong, 2022).

A possibilidade de infecção está diretamente relacionada às características da lesão e às condições clínicas do paciente. Fraturas decorrentes de traumas de alta energia, especialmente quando associadas à exposição óssea e a lesões extensas de tecidos moles, apresentam maior risco de desenvolver infecção relacionada à fratura. A tíbia, por exemplo, apresenta elevada ocorrência desse tipo de complicação, particularmente nos casos associados a trauma de alta energia e lesões múltiplas (Chen *et al.*, 2022). Da mesma forma, a gravidade da fratura, avaliada por sistemas de classificação, relaciona-se ao risco de infecção, que tende a aumentar conforme a extensão da lesão se torna maior (Ye *et al.*, 2021).

Outro aspecto relevante é a dificuldade de reconhecimento precoce das infecções. As manifestações clínicas podem ser inespecíficas, sobretudo durante o período pós-operatório inicial, quando sinais como dor, edema e inflamação podem estar presentes como parte da própria resposta ao trauma ou ao procedimento cirúrgico. Essa sobreposição pode retardar a identificação de uma infecção em desenvolvimento, favorecendo sua progressão para quadros crônicos e de maior complexidade terapêutica (Chen *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o diagnóstico não deve depender exclusivamente da avaliação clínica. Marcadores laboratoriais, como proteína C-reativa, velocidade de hemossedimentação e alterações na

contagem de leucócitos, podem fornecer informações complementares para a identificação e o acompanhamento de processos infecciosos. Além disso, alterações nas relações entre neutrófilos, linfócitos e monócitos também podem refletir respostas inflamatórias relacionadas à presença de infecção (Chen *et al.*, 2022). Esses parâmetros apresentam a vantagem de serem relativamente acessíveis e de baixo custo, podendo auxiliar o acompanhamento clínico em diferentes contextos (Çolak *et al.*, 2022).

A prevenção constitui outro componente essencial do manejo das fraturas expostas. A abordagem inicial envolve medidas como imobilização, administração de antibióticos, profilaxia antitetânica, caracterização da ferida e sua adequada cobertura, além da avaliação e tratamento das lesões associadas (Ibiapina *et al.*, 2022). A antibioticoprofilaxia tem como finalidade reduzir a carga microbiana no local do procedimento e deve ser realizada de maneira adequada para que sejam alcançadas concentrações eficazes do antimicrobiano durante o período cirúrgico (Castro *et al.*, 2022).

Entretanto, a prevenção da infecção não depende exclusivamente da utilização de antimicrobianos. O controle adequado da contaminação, a realização de desbridamento e irrigação, o manejo dos tecidos moles e a estabilização da fratura são componentes fundamentais da assistência. A ocorrência de infecção também pode ser influenciada por fatores relacionados ao paciente e ao próprio procedimento, incluindo tabagismo, diabetes mellitus, gravidade da fratura, duração da utilização de fixadores externos e características da lesão (Ye *et al.*, 2021).

Diante da complexidade dessas lesões, o tratamento das infecções estabelecidas pode exigir uma abordagem prolongada. A infecção

pode causar necrose óssea e de tecidos moles, dificultando o tratamento e aumentando a probabilidade de desbridamentos repetidos (Ye *et al.*, 2021). Além disso, complicações como osteomielite crônica e pseudoartrose podem prolongar significativamente o período de recuperação e exigir múltiplos procedimentos cirúrgicos (Rosslenbroich *et al.*, 2024).

Dessa forma, o diagnóstico, a prevenção e o tratamento das infecções em fraturas expostas devem ser compreendidos como etapas interdependentes de um processo assistencial complexo. A identificação dos fatores de risco, o reconhecimento precoce das alterações clínicas e laboratoriais e a adoção de medidas preventivas e terapêuticas adequadas são fundamentais para reduzir complicações e favorecer a recuperação. Assim, a análise dos desafios relacionados a essas etapas apresenta relevância para o aprimoramento da assistência aos pacientes com fraturas expostas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Caracterização das Fraturas Expostas e Classificação da Gravidade

As fraturas expostas apresentam características distintas em relação às fraturas fechadas em razão da comunicação entre o local da fratura e o ambiente externo. Essa comunicação facilita a entrada de microrganismos e aumenta a possibilidade de desenvolvimento de processos infecciosos, tornando essas lesões uma emergência ortopédica que necessita de abordagem precoce. Além do comprometimento ósseo, o trauma pode provocar diferentes graus de lesão muscular, vascular e cutânea, tornando necessária uma avaliação abrangente das condições locais e sistêmicas do paciente

(Jia *et al.*, 2024). (Jia *et al.*, 2024). O tratamento tem como objetivos controlar a contaminação, realizar o adequado manejo dos tecidos moles, estabilizar a fratura e preservar a função do membro acometido (Ibiapina *et al.*, 2022).

A gravidade da fratura exposta não está relacionada apenas à presença da comunicação com o ambiente externo, mas também à extensão da lesão de partes moles, ao mecanismo do trauma, à contaminação e às características do próprio paciente. Chen *et al.* (2022) destacam que as fraturas associadas a traumas de alta energia, especialmente quando localizadas na tíbia, apresentam maior risco de infecção relacionada à fratura. Nesse contexto, a intensidade do trauma pode determinar maior comprometimento dos tecidos e maior dificuldade para obtenção de condições adequadas para cicatrização e consolidação óssea.

A relação entre gravidade da lesão e ocorrência de infecção também é observada nos estudos de Zalavras *et al.* (2022), segundo os quais o risco de infecção relacionada à fratura aumenta progressivamente conforme a gravidade do trauma. Esse aspecto demonstra que a avaliação inicial deve considerar não apenas a fratura óssea, mas o conjunto de alterações provocadas pelo trauma, incluindo lesões de partes moles e condições que possam comprometer a recuperação do membro. Além do risco infeccioso, a complexidade dessas lesões está associada à possibilidade de alterações na consolidação, complicações neurovasculares, necessidade de procedimentos adicionais e perda funcional.

2.2. Abordagem Inicial e Controle da Contaminação

A abordagem inicial da fratura exposta representa uma etapa fundamental para reduzir a progressão da contaminação e estabelecer condições favoráveis para o tratamento definitivo. Entre as medidas descritas estão a imobilização do membro, a administração de antibióticos, a profilaxia antitetânica, a avaliação e caracterização da ferida e sua cobertura adequada. Essas medidas devem estar associadas ao controle das partes moles, ao desbridamento quando indicado e à estabilização da fratura (Ibiapina et al., 2022).

A exposição do foco de fratura permite o contato direto dos tecidos lesionados com o ambiente externo, criando condições favoráveis à entrada e multiplicação de microrganismos. Jia et al. (2024) ressaltam que a presença da ferida aberta facilita a infiltração bacteriana e pode resultar em complicações graves, entre elas a osteomielite. Dessa maneira, o controle da contaminação deve ser compreendido como parte central da abordagem inicial e não apenas como uma etapa complementar do tratamento.

O controle adequado dos tecidos moles também exerce papel importante na evolução da fratura. Lesões extensas podem comprometer a cobertura óssea e dificultar a recuperação do tecido, aumentando a possibilidade de necrose e infecção secundária. Ye et al. (2021) destacam que a gravidade das lesões de partes moles e a contaminação da ferida estão diretamente relacionadas à dificuldade do tratamento e ao prognóstico, sobretudo quando ocorre infecção secundária associada à necrose óssea ou dos tecidos adjacentes.

Portanto, a abordagem inicial deve buscar não somente a redução da contaminação existente, mas também a prevenção de condições

que favoreçam a persistência da infecção. A associação entre antibioticoterapia, desbridamento, controle das partes moles e estabilização adequada constitui uma estratégia integrada para diminuir complicações posteriores.

2.3. Perfil Microbiológico das Infecções Relacionadas às Fraturas

As infecções relacionadas às fraturas apresentam etiologia microbiológica diversificada. Yerosu et al. (2022), ao avaliarem pacientes com infecção relacionada à fratura, identificaram como microrganismos mais frequentemente cultivados o *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), o *Enterobacter cloacae* e o *Staphylococcus aureus* sensível à meticilina (MSSA), demonstrando a participação tanto de bactérias Gram-positivas quanto Gram-negativas nesses processos infecciosos.

O *Staphylococcus aureus* possui particular relevância nas infecções ósseas. Jia et al. (2024) apontam esse microrganismo como um dos principais agentes relacionados às infecções em fraturas, enquanto Chang et al. (2025) também destacam a participação de *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* nas infecções ósseas. Esses agentes podem atingir estruturas como a medula óssea e o periósteo, desencadeando processo inflamatório que pode evoluir com secreção purulenta, edema, dor, febre e necrose óssea.

A presença de diferentes agentes infecciosos também demonstra que a identificação do microrganismo é relevante para o direcionamento do tratamento. Yerosu et al. (2022) observaram ainda a importância de fatores relacionados ao hospedeiro e à lesão, incluindo diabetes mellitus, tabagismo, características da fratura, classificação da lesão e ocorrência de infecção polimicrobiana, como

elementos associados aos desfechos após infecção relacionada à fratura.

Assim, o perfil microbiológico das infecções em fraturas expostas deve ser analisado em conjunto com as características da lesão e do paciente. A diversidade dos agentes envolvidos reforça a necessidade de avaliação clínica adequada e de estratégias terapêuticas direcionadas de acordo com o contexto de cada infecção.

2.4. Resposta Inflamatória e Participação do Sistema Imunológico

A resposta inflamatória possui papel importante tanto na reparação dos tecidos quanto na evolução dos processos infecciosos relacionados às fraturas. Chen et al. (2022) destacam a participação de neutrófilos, linfócitos e monócitos na defesa contra a invasão de patógenos. Alterações nessas células podem refletir mudanças no equilíbrio entre a resposta imunológica do organismo e a presença de agentes infecciosos.

Os neutrófilos constituem uma das principais linhas de defesa contra agentes externos, participando da resposta inicial à invasão bacteriana. Os linfócitos, por sua vez, estão relacionados à resposta imune adaptativa, enquanto os monócitos participam de mecanismos inflamatórios e podem atuar na evolução das lesões ósseas infectadas. Chen et al. (2022) também descrevem a participação de quimiocinas derivadas de macrófagos e de citocinas inflamatórias na patogênese da osteomielite, interferindo em mecanismos relacionados aos osteoclastos e osteoblastos. Jia et al. (2024) também descrevem diferentes funções dos macrófagos no processo inflamatório. Os macrófagos M1 apresentam maior

atividade antibacteriana e inflamatória, enquanto os macrófagos M2 estão associados à resolução da inflamação e ao reparo dos tecidos. Esse equilíbrio é relevante para que a resposta inflamatória consiga controlar a infecção sem comprometer excessivamente os mecanismos necessários à regeneração tecidual.

Portanto, a infecção em uma fratura exposta não deve ser compreendida somente como a presença de bactérias no local da lesão. Trata-se também de um processo que envolve intensa interação entre microrganismos, tecidos lesionados e resposta imunológica, podendo interferir na recuperação óssea e na qualidade dos tecidos envolvidos.

2.5. Diagnóstico e Utilização de Marcadores Laboratoriais

O diagnóstico das infecções relacionadas às fraturas constitui um dos principais desafios do acompanhamento desses pacientes. Chen et al. (2022) ressaltam que essas infecções apresentam manifestações clínicas variadas e não possuem necessariamente sinais específicos, sobretudo durante o período pós-operatório inicial. A dificuldade de diferenciação entre alterações esperadas após o procedimento e sinais de infecção pode atrasar o reconhecimento do quadro e favorecer sua evolução para formas crônicas.

A avaliação clínica deve envolver anamnese e exame físico detalhados, associados à observação da evolução da ferida. Silva et al. (2023) destacam que a infecção do sítio cirúrgico pode ser difícil de reconhecer nos primeiros dias após a cirurgia, período em que dor, inflamação e alterações locais podem estar relacionadas ao próprio procedimento. Entre os sinais sugestivos de infecção estão vermelhidão, edema, aumento da temperatura local, dor, secreção

purulenta e odor desagradável. Em situações mais graves podem ocorrer febre, calafrios e fraqueza.

Nesse contexto, os exames laboratoriais podem fornecer informações complementares. Chen et al. (2022) destacam a importância da contagem de leucócitos, proteína C-reativa e velocidade de hemossedimentação como marcadores que podem contribuir para a identificação precoce da infecção. Çolak et al. (2022) ressaltam ainda que parâmetros como proteína C-reativa, velocidade de sedimentação, percentual de neutrófilos e relação neutrófilo-linfócito apresentam como vantagens a facilidade de obtenção, o baixo custo e a possibilidade de utilização no acompanhamento dos pacientes. Esses marcadores podem contribuir para a avaliação de possíveis infecções ósseas, embora devam ser interpretados em conjunto com os dados clínicos.

Dessa forma, a investigação diagnóstica deve ser dinâmica, considerando a evolução dos sinais clínicos e laboratoriais. A utilização isolada de um parâmetro não é suficiente para caracterizar todo o espectro das infecções relacionadas às fraturas, sendo necessária a integração entre avaliação clínica e exames complementares.

2.6. Condições Clínicas do Paciente e Fatores Associados AO Risco Infeccioso

As condições clínicas individuais também interferem na evolução das fraturas expostas. Entre os fatores associados ao risco de infecção estão diabetes mellitus, tabagismo, características antropométricas, tipo de lesão e gravidade da fratura. Yeramosu et al. (2022) incluíram esses elementos na análise de fatores

relacionados aos desfechos adversos após infecção relacionada à fratura. O diabetes merece atenção específica. Morisaki et al. (2023) demonstram que pacientes com diabetes mellitus apresentam maior risco de infecção do sítio cirúrgico e ressaltam a importância do controle glicêmico no período pré-operatório. Entretanto, diferentemente das cirurgias eletivas, o trauma ortopédico frequentemente exige intervenção em curto intervalo de tempo, reduzindo a possibilidade de realizar um período prolongado de controle metabólico antes do procedimento.

Diante dessa limitação, o manejo conjunto entre diferentes profissionais pode auxiliar na obtenção de melhor controle glicêmico mesmo quando a intervenção cirúrgica não pode ser postergada. Morisaki et al. (2023) destacam que a atuação conjunta com a clínica médica e os avanços no tratamento medicamentoso podem contribuir para a redução dos níveis de glicose no período pré-operatório. Esses aspectos demonstram que a prevenção das infecções não depende exclusivamente de medidas realizadas no centro cirúrgico. O reconhecimento e o manejo dos fatores relacionados ao paciente também fazem parte da estratégia de prevenção e devem ser considerados desde a avaliação inicial.

2.7. Estabilização da Fratura e Influência dos Fatores Intraoperatórios

A estabilização da fratura é fundamental para o tratamento das fraturas expostas, porém a escolha da estratégia de fixação deve considerar a gravidade da lesão e as condições das partes moles. Ye et al. (2021) descrevem que a fixação externa pode apresentar vantagens inicialmente em fraturas complexas, por permitir

estabilização rápida, restauração do comprimento do membro e redução de novos danos aos tecidos moles.

Por outro lado, a permanência prolongada do fixador externo pode estar relacionada a problemas como instabilidade, afrouxamento e comunicação dos trajetos dos pinos com o meio externo, favorecendo complicações infecciosas. Ye et al. (2021) também relatam que muitos pacientes apresentam preferência pela conversão precoce para fixação interna, embora essa decisão possa ser dificultada pela presença de trauma de alta energia, múltiplas lesões e comprometimento sistêmico.

O tempo cirúrgico também constitui fator importante. Dong (2022) identificou associação entre maior duração do procedimento e aumento da probabilidade de infecção do sítio cirúrgico, com aumento progressivo do risco conforme o tempo operatório se prolonga. A necessidade de equilibrar estabilização adequada e redução de fatores de risco torna o tratamento das fraturas expostas particularmente complexo. A escolha da técnica não deve considerar apenas a facilidade de fixação, mas também o estado das partes moles, a estabilidade obtida e as condições gerais do paciente.

2.8. Prevenção das Infecções e Antibioticoprofilaxia

A prevenção da infecção começa desde o atendimento inicial e continua durante os períodos pré, intra e pós-operatório. As medidas descritas incluem controle da contaminação, adequada preparação do paciente, antissepsia, esterilização, higiene das mãos, cuidados com a ferida e utilização adequada da antibioticoprofilaxia (Castro et al., 2022; Silva et al., 2023).

A profilaxia antimicrobiana cirúrgica tem como objetivo reduzir a carga microbiana no local da cirurgia, garantindo concentração adequada do antimicrobiano nos tecidos durante o período de maior risco de contaminação. Castro et al. (2022) descrevem que a administração deve ocorrer por via intravenosa, de forma que níveis bactericidas estejam presentes no momento da incisão e durante o procedimento, sendo recomendada a administração até uma hora antes da incisão.

A antibioticoprofilaxia deve ser diferenciada do tratamento de uma infecção já estabelecida. Segundo Castro et al. (2022), a profilaxia tem finalidade preventiva e busca reduzir a carga microbiana associada ao procedimento. Quando há uma infecção instalada, a conduta passa a ter finalidade terapêutica e deve ser orientada para o controle do processo infeccioso.

Yang et al. (2025) relatam que as cefalosporinas profiláticas são utilizadas rotineiramente na prevenção das infecções do sítio cirúrgico após fraturas expostas. Os autores destacam concordância quanto ao uso de cefalosporinas de primeira geração em fraturas de graus I e II, enquanto permanece controvérsia relacionada às fraturas de grau III. Além da antibioticoprofilaxia, Castro et al. (2022) descrevem medidas como banho pré-operatório, administração adequada do antimicrobiano, manutenção de concentração terapêutica durante o procedimento, tricotomia apropriada, antissepsia da pele e higiene adequada das mãos. A adoção conjunta dessas estratégias é importante porque a prevenção da infecção depende de um conjunto de medidas e não de uma única intervenção.

2.9. Complicações, Consolidação e Necessidade de Acompanhamento

Quando estabelecida, a infecção relacionada à fratura pode interferir diretamente no processo de consolidação óssea e na recuperação funcional. Zalavras et al. (2022) associam a infecção a consequências como não consolidação, perda funcional, redução da qualidade de vida e, em situações graves, amputação do membro.

Rosslenbroich et al. (2024) destacam a pseudoartrose e a osteomielite crônica entre as principais complicações relacionadas às fraturas expostas complexas. A pseudoartrose corresponde à ausência de consolidação óssea após determinado período de evolução, enquanto a osteomielite crônica caracteriza-se por um processo infeccioso destrutivo do tecido ósseo. Ambas podem prolongar o processo de recuperação e exigir múltiplos procedimentos cirúrgicos, podendo chegar à necessidade de amputação em determinados casos.

A evolução dessas complicações demonstra que o tratamento não se encerra após a cirurgia inicial. Zalavras et al. (2022) ressaltam a importância do acompanhamento pós-operatório para identificação das infecções relacionadas às fraturas e para avaliação adequada das estratégias preventivas. Os autores também chamam atenção para a dificuldade de estabelecer qual seria o período ideal de acompanhamento, uma vez que seguimentos insuficientes podem deixar de identificar infecções que surgem posteriormente. O acompanhamento prolongado também permite identificar alterações na cicatrização, sinais de infecção persistente e problemas relacionados à consolidação. Dessa forma, a vigilância após a intervenção deve ser entendida como parte integrante do

tratamento e não somente como etapa destinada ao controle imediato da ferida.

2.10. Impactos Econômicos, Sociais e Funcionais

As infecções relacionadas às fraturas também apresentam repercussões que ultrapassam os aspectos exclusivamente clínicos. Natoli et al. (2025) ressaltam que as fraturas expostas continuam representando um problema para pacientes, profissionais, sociedade e sistemas de saúde. A complexidade dessas lesões pode prolongar o tratamento e aumentar a necessidade de recursos especializados.

Rosslénbroich et al. (2024) descrevem que pacientes com fraturas expostas complexas, infecções, dificuldades de consolidação ou feridas crônicas podem necessitar de acompanhamento em diferentes serviços de saúde. Transferências, repetição de exames, afastamento prolongado do trabalho e necessidade de múltiplos procedimentos podem aumentar o impacto físico, psicológico e financeiro do tratamento.

Os custos também são influenciados diretamente pela presença de infecção. Segundo Rosslénbroich et al. (2024), fraturas expostas infectadas da perna apresentaram custos quase duas vezes maiores que fraturas fechadas, enquanto infecções dos tecidos moles podem aumentar consideravelmente as despesas devido ao uso de antibióticos, realização de cirurgias adicionais e prolongamento da internação. Essas consequências reforçam a importância das medidas preventivas e do diagnóstico precoce. Reduzir a ocorrência de infecções não representa apenas uma estratégia para melhorar o resultado clínico, mas também uma forma de diminuir a

necessidade de procedimentos adicionais, o tempo de internação e os impactos relacionados ao afastamento das atividades habituais.

2.11. Educação do Paciente e Abordagem Multidisciplinar

A continuidade do cuidado depende também da participação do paciente. Silva et al. (2023) destacam a importância da orientação quanto à higiene e aos cuidados com a incisão no período após a cirurgia. A identificação de sinais de alerta pelo próprio paciente pode contribuir para que alterações suspeitas sejam comunicadas precocemente à equipe de saúde.

A educação deve contemplar os cuidados com a ferida, acompanhamento das consultas, utilização adequada das medicações e reconhecimento de alterações como secreção, aumento da dor, vermelhidão, edema, febre ou outras manifestações que possam indicar complicação. Essa orientação é especialmente relevante em tratamentos prolongados, nos quais o cuidado deixa de estar restrito ao ambiente hospitalar.

A complexidade das fraturas expostas também favorece a necessidade de atuação multidisciplinar. O acompanhamento pode envolver profissionais responsáveis pelo atendimento inicial, cirurgia ortopédica, controle de infecção, cuidados com feridas, acompanhamento clínico e reabilitação. A integração entre esses profissionais permite considerar simultaneamente a infecção, a consolidação óssea, as condições clínicas do paciente e a recuperação funcional.

Dessa forma, o cuidado das fraturas expostas deve ser compreendido como um processo contínuo, iniciado no atendimento emergencial e estendido ao acompanhamento pós-

operatório e à reabilitação. A integração entre diagnóstico, prevenção, tratamento e seguimento é essencial para reduzir a ocorrência de complicações e melhorar os resultados relacionados à recuperação do membro.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa consiste em uma revisão da literatura conduzida de acordo com as recomendações dos itens de relatórios preferenciais para revisões sistemáticas e meta-análises PRISMA.

Estratégia de busca

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed e Google Acadêmico, com o objetivo de identificar estudos que abordam os desafios no diagnóstico, prevenção e tratamento das infecções em fraturas expostas. As pesquisas foram realizadas em agosto de 2026. Utilizaram-se os seguintes termos de pesquisa, selecionados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH): *infection OR fracture-related infection OR osteomyelitis* (infecção ou infecção relacionada à fratura ou osteomielite), *open fractures OR compound fracture* (fratura exposta ou fratura composta), *prevention OR diagnos OR treatment* (prevenção ou diagnóstico ou tratamento), conforme descrito e apresentados juntamente com a estratégia de busca utilizada no PubMed e adaptada aos outros bancos de dados (Quadro 1).

Quadro 1. Estratégias utilizadas na busca eletrônica.

Bases de dados	Estratégia de busca	Resultados

PubMed	<i>#1 "Infection OR Fracture-related infection OR Osteomyelitis" [Mesh]</i> <i>#2 "Open fractures OR Compound fracture" [Mesh]</i> <i>#3 "Prevention OR Diagnos OR Treatment" [Mesh]</i> <i>#4 #1 AND #2 AND #3</i>	148
Google Acadêmico	<i>#5 "Infection" [Mesh]</i> <i>#6 "Open fractures" [Mesh]</i> <i>#7 "Prevention" [Mesh]</i> <i>#8 #5 AND #6 AND #7</i>	2640
Total	-----	2.788

Fonte: Elaboração própria.

Questão de pesquisa

A questão de pesquisa e a estratégia utilizadas neste estudo foram baseadas no modelo População, Intervenção, Comparação, Desfecho (PICO), comumente aplicado na prática baseada em evidências e recomendado para revisões sistemáticas. Dessa forma, pacientes com fraturas expostas foram utilizadas como "População"; para "Intervenção", foi considerado diagnóstico, prevenção e tratamento das infecções associadas fraturas expostas; para "Comparação" foi considerado como não aplicável e como "Desfecho", foram considerados infecção, complicações infecciosas, osteomielite, cicatrização e desfechos clínicos. Assim, a pergunta final do PICO foi: Quais são os principais desafios relacionados ao diagnóstico, à prevenção e ao tratamento das infecções em pacientes com fraturas expostas?

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos artigos completos em português, inglês e espanhol, publicados nos últimos cinco anos. Utilizaram-se os seguintes critérios de exclusão: revisões bibliográficas, revisões sistemáticas e publicações com mais de cinco anos.

Seleção dos estudos

O processo de seleção dos estudos foi realizado por dois revisores independentes, e qualquer divergência foi resolvida por um terceiro revisor. A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa foram avaliados os títulos e resumos das referências identificadas por meio da estratégia de busca e os estudos potencialmente elegíveis foram pré-selecionados. Na segunda etapa, foi realizada a avaliação do texto na íntegra dos estudos pré-selecionados para confirmação da elegibilidade. O processo de seleção foi realizado por meio da plataforma Rayyan (<https://www.rayyan.ai/>). O processo de seleção dos estudos está representado no fluxograma PRISMA apresentado na Figura 1.

Estudos incluídos

Após o processo de seleção, os seguintes estudos foram incluídos: estudos observacionais, estudos de prevalência, estudos prognósticos, estudos diagnósticos, ensaios clínicos controlados, estudos de rastreamento, livros, meta-análises e ensaios controlados randomizados.

Extração dos dados

Para essa etapa foram utilizados formulários eletrônicos padronizados. Os revisores, de forma independente, conduziram a extração de dados com relação às características metodológicas dos

estudos, intervenções e resultados. As diferenças foram resolvidas por consenso. Os seguintes dados dos estudos foram inicialmente verificados: autores, ano de publicação, tipo de estudo, amostra, métodos, protocolo de intervenção e grupo controle (caso existisse), desfechos avaliados, resultados e conclusões.

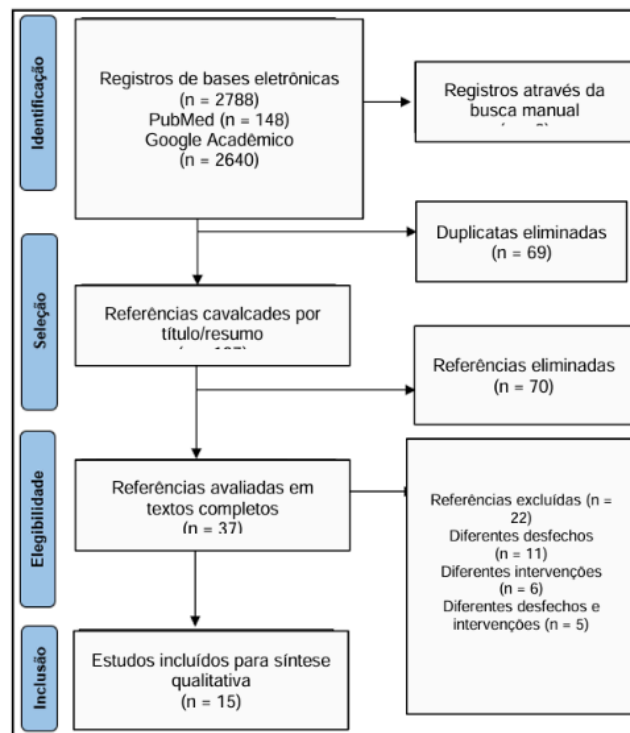
Avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos

A qualidade metodológica e/ou risco de viés dos estudos foi avaliado de forma independente por dois revisores utilizando as ferramentas apropriadas para cada desenho de estudo, como segue: ensaio clínico randomizado - Ferramenta de Avaliação do Risco de Viés da Cochrane, ensaio clínico não randomizado ou quase experimental - Ferramenta ROBINS-I.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, foram identificados 2788 artigos na base de dados (quadro 1). Após a etapa de triagem por meio da leitura dos títulos e resumos, foram selecionados 107 estudos potencialmente relevantes para análise. Posteriormente, realizou-se a leitura completa dos artigos selecionados, resultando na avaliação de 37 estudos na íntegra. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 22 artigos foram excluídos por não apresentarem relação direta com o objetivo da pesquisa. Ao final do processo de seleção, 15 estudos foram incluídos na presente revisão. O fluxograma com o processo de seleção dos estudos está apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos de acordo com o PRISMA.



Fonte: PRISMA 2020.

Os estudos analisados demonstram que as infecções relacionadas às fraturas expostas constituem um dos principais desafios no manejo dessas lesões, principalmente em razão da complexidade do diagnóstico, da elevada possibilidade de contaminação e da influência de diferentes fatores relacionados ao paciente, ao trauma e ao tratamento. A comunicação entre o foco da fratura e o meio externo favorece a entrada de microrganismos, enquanto a extensão das lesões de partes moles e a gravidade do trauma podem dificultar o controle da infecção e a recuperação dos tecidos. Chen et al. (2022) destacam que as fraturas associadas a traumas de alta energia, especialmente as que acometem a tíbia e apresentam exposição óssea, estão relacionadas a maior risco de infecção. Dessa forma, a avaliação inicial deve considerar não somente a lesão óssea, mas também a extensão do dano aos tecidos adjacentes e as condições clínicas do paciente.

Um dos principais problemas identificados na literatura é a dificuldade de reconhecer precocemente a infecção. Chen et al.

(2022) ressaltam que as infecções relacionadas às fraturas apresentam manifestações clínicas variadas e não possuem sinais específicos, principalmente no período pós-operatório inicial. Essa característica pode dificultar a diferenciação entre alterações decorrentes do próprio procedimento cirúrgico e manifestações relacionadas ao início de um processo infeccioso. Dor, edema e inflamação, por exemplo, podem ocorrer como parte da resposta esperada ao trauma e à cirurgia, tornando necessária uma avaliação da evolução desses achados ao longo do tempo. Silva et al. (2023) descrevem que sinais como vermelhidão, calor, edema, dor, secreção purulenta e odor desagradável podem contribuir para a identificação da infecção, enquanto manifestações sistêmicas, como febre, calafrios e fraqueza, podem aparecer nos casos mais graves.

Diante dessa dificuldade, os marcadores laboratoriais assumem papel complementar na investigação. A utilização de leucócitos, proteína C-reativa e velocidade de hemossedimentação pode fornecer informações importantes para a identificação de processos infecciosos, especialmente quando interpretada em conjunto com a avaliação clínica. Chen et al. (2022) também descrevem que alterações nas relações neutrófilo-linfócito, plaqueta-linfócito e monócito-linfócito podem refletir respostas inflamatórias e infecciosas. Çolak et al. (2022) acrescentam que parâmetros laboratoriais como proteína C-reativa, velocidade de sedimentação e relação neutrófilo-linfócito apresentam como vantagens a facilidade de obtenção e o baixo custo, podendo auxiliar tanto na avaliação quanto no acompanhamento dos pacientes.

Entretanto, esses resultados devem ser interpretados de forma integrada, uma vez que alterações inflamatórias podem estar presentes mesmo na ausência de uma infecção estabelecida. A

própria fratura desencadeia uma resposta inflamatória, envolvendo diferentes células do sistema imunológico. Chen et al. (2022) destacam a participação de neutrófilos, linfócitos e monócitos na defesa contra agentes infecciosos, enquanto Jia et al. (2024) descrevem a atuação dos macrófagos M1 e M2, relacionados, respectivamente, à atividade antibacteriana e inflamatória e à resolução da inflamação e reparação dos tecidos. Dessa maneira, a interpretação dos marcadores laboratoriais precisa considerar o contexto clínico e a evolução da lesão, evitando que alterações próprias do processo inflamatório pós-traumático sejam interpretadas isoladamente como evidência de infecção.

Outro aspecto relevante identificado nos estudos é a influência das condições individuais sobre o risco de infecção. Yeramosu et al. (2022) analisaram fatores como idade, índice de massa corporal, tabagismo, diabetes mellitus, características do trauma e classificação da fratura entre os elementos associados aos desfechos das infecções relacionadas às fraturas. Essa associação demonstra que o risco infeccioso não depende exclusivamente das características da ferida, mas resulta da interação entre as condições locais da lesão e as condições gerais do paciente.

Entre essas condições, o diabetes mellitus merece atenção especial. Morisaki et al. (2023) demonstram que pacientes com diabetes apresentam maior risco de infecção do sítio cirúrgico e ressaltam a importância do controle glicêmico antes do procedimento. Entretanto, o cenário das fraturas expostas apresenta uma dificuldade adicional, pois o tratamento cirúrgico frequentemente não pode ser adiado para que se obtenha um período prolongado de controle metabólico. Nesse contexto, os autores destacam a importância do manejo conjunto com a clínica médica e da

utilização adequada de estratégias medicamentosas para reduzir os níveis de glicose antes da cirurgia.

A prevenção da infecção deve, portanto, ser iniciada desde o atendimento inicial. Ibiapina et al. (2022) descrevem como medidas fundamentais a imobilização, administração de antibióticos, profilaxia antitetânica, caracterização da ferida e sua cobertura, associadas ao desbridamento, controle das partes moles e estabilização da fratura. Essas medidas são particularmente importantes porque a exposição do foco da fratura cria uma porta de entrada direta para microrganismos. Jia et al. (2024) reforçam que a presença da ferida aberta facilita a infiltração bacteriana e pode resultar em complicações como osteomielite.

A antibioticoprofilaxia constitui outro componente importante da prevenção. Castro et al. (2022) destacam que o antimicrobiano deve alcançar concentração adequada nos tecidos no momento da incisão e permanecer em níveis terapêuticos durante o procedimento, sendo recomendada sua administração até uma hora antes da incisão. Entretanto, a profilaxia não deve ser compreendida como medida isolada, pois sua efetividade está relacionada à adoção conjunta de outras estratégias, como antissepsia adequada, higiene das mãos, preparação do paciente, esterilização e cuidados perioperatórios.

A escolha da antibioticoprofilaxia também apresenta particularidades de acordo com a gravidade da fratura. Yang et al. (2025) relatam que existe maior concordância quanto à utilização de cefalosporinas de primeira geração nas fraturas de graus I e II, enquanto ainda existem controvérsias relacionadas às fraturas de grau III. Esse aspecto demonstra que a prevenção deve considerar a

classificação e as características individuais da lesão, evitando a utilização de uma estratégia única para diferentes apresentações clínicas. Além disso, é importante diferenciar a antibioticoprofilaxia do tratamento de uma infecção já estabelecida, uma vez que, nessa situação, o objetivo passa a ser o controle do processo infeccioso e não apenas a redução da contaminação perioperatória.

O perfil microbiológico encontrado nos estudos também demonstra a complexidade do tratamento. Yerosu et al. (2022) identificaram MRSA, *Enterobacter cloacae* e MSSA entre os microrganismos mais frequentemente cultivados nas infecções relacionadas às fraturas. Jia et al. (2024) destacam a importância do *Staphylococcus aureus*, enquanto Chang et al. (2025) apontam também a participação de *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* nas infecções ósseas. A diversidade dos agentes envolvidos reforça a necessidade de considerar o contexto clínico e microbiológico de cada paciente, especialmente nos casos em que a infecção está estabelecida e apresenta evolução persistente.

Nesse contexto, o tratamento das infecções não deve se limitar à administração de antimicrobianos. Ye et al. (2021) demonstram que os casos mais complexos podem apresentar evolução prolongada e necessidade de repetidos procedimentos de desbridamento, especialmente quando existe associação entre contaminação, lesão extensa de partes moles, infecção secundária e necrose. A manutenção de tecidos desvitalizados pode favorecer a persistência do processo infeccioso, dificultando tanto o controle da infecção quanto a recuperação da estrutura óssea.

A estabilização da fratura representa outro ponto fundamental. Ye et al. (2021) apontam que a fixação externa pode apresentar vantagens

em situações complexas por permitir estabilização rápida e reduzir novos danos às partes moles. Entretanto, sua utilização prolongada pode estar associada a instabilidade, afrouxamento e problemas relacionados aos trajetos dos pinos. Por outro lado, pacientes com trauma de alta energia podem apresentar múltiplas lesões e comprometimento sistêmico que dificultam a realização imediata de uma fixação interna. Dessa forma, a escolha do método de estabilização precisa considerar simultaneamente a estabilidade óssea, as condições das partes moles e o estado clínico do paciente.

O tempo cirúrgico também merece consideração. Dong (2022) identificou associação entre o prolongamento do procedimento e o aumento da probabilidade de infecção do sítio cirúrgico, além de apontar a duração da cirurgia e a perda sanguínea como fatores relevantes. Esses achados indicam que o planejamento pré-operatório deve buscar antecipar as dificuldades técnicas relacionadas à redução e à fixação da fratura, permitindo melhor organização do procedimento e redução de prolongamentos desnecessários. Entretanto, a redução do tempo cirúrgico não deve ocorrer em prejuízo da qualidade da intervenção, sendo mais adequada a adoção de estratégias que permitam maior eficiência sem comprometer as etapas necessárias ao tratamento.

As consequências da infecção podem se estender por todo o processo de recuperação. Zalavras et al. (2022) associam a infecção relacionada à fratura a não consolidação, perda funcional, redução da qualidade de vida e possibilidade de amputação. Rosslenbroich et al. (2024) também destacam a pseudoartrose e a osteomielite crônica como complicações importantes, capazes de prolongar a cicatrização e exigir múltiplos procedimentos cirúrgicos. A relação entre infecção e falha da consolidação demonstra que o resultado

do tratamento não deve ser avaliado apenas pela resolução dos sinais infecciosos. A recuperação adequada depende também da estabilidade da fratura, da preservação das partes moles e da progressão da consolidação óssea. Assim, uma infecção inicialmente localizada pode produzir consequências prolongadas quando interfere nos mecanismos necessários à recuperação estrutural e funcional do membro.

Além das consequências clínicas, as infecções apresentam importante impacto econômico e social. Rosslenbroich et al. (2024) relatam que fraturas expostas infectadas podem gerar custos superiores aos observados em fraturas fechadas, principalmente devido ao maior uso de antibióticos, cirurgias adicionais e prolongamento da hospitalização. Pacientes com complicações também podem necessitar de acompanhamento em diferentes serviços, repetir exames e permanecer afastados de suas atividades habituais por períodos prolongados.

Nesse sentido, Natoli et al. (2025) destacam que as fraturas expostas permanecem problemáticas não somente para os pacientes e profissionais, mas também para os sistemas de saúde e para a sociedade. O impacto do tratamento prolongado ultrapassa o ambiente hospitalar, uma vez que a perda funcional, a necessidade de reabilitação e o afastamento das atividades profissionais podem comprometer a qualidade de vida e aumentar a carga associada à lesão.

Outro aspecto importante é a necessidade de acompanhamento prolongado. Zalavras et al. (2022) ressaltam que períodos insuficientes de seguimento podem subestimar a ocorrência das infecções relacionadas às fraturas e produzir interpretações

inadequadas sobre a efetividade das estratégias preventivas. Dessa forma, o acompanhamento deve considerar não apenas o estado da ferida durante o período inicial, mas também a evolução da consolidação, a ocorrência de sinais tardios de infecção e a recuperação funcional.

A participação do paciente também integra esse processo. Silva et al. (2023) ressaltam a importância da orientação quanto à higiene, aos cuidados com a incisão e à identificação de sinais sugestivos de infecção. A educação em saúde pode favorecer a continuidade dos cuidados após a alta e possibilitar que alterações suspeitas sejam comunicadas à equipe em tempo oportuno.

Considerando todos esses aspectos, os estudos analisados apontam para a necessidade de uma abordagem multidisciplinar das fraturas expostas. O controle da infecção depende da integração entre atendimento inicial, avaliação das condições clínicas, manejo das partes moles, antibioticoprofilaxia, estabilização adequada, identificação precoce das complicações e acompanhamento após a cirurgia. A atuação integrada permite que diferentes fatores relacionados ao paciente e à lesão sejam considerados simultaneamente, reduzindo a possibilidade de que o tratamento se concentre exclusivamente no componente infeccioso e deixe de contemplar a consolidação e a recuperação funcional.

De maneira geral, os achados demonstram que os principais desafios das infecções em fraturas expostas estão interligados. A gravidade do trauma e a extensão da lesão podem aumentar a contaminação; fatores individuais podem interferir na resposta do organismo; a diversidade dos microrganismos dificulta a adoção de estratégias uniformes; e as características do tratamento cirúrgico

podem influenciar o risco de complicações. Ao mesmo tempo, a dificuldade do diagnóstico precoce exige acompanhamento clínico e laboratorial contínuo, enquanto a prevenção depende da aplicação conjunta de diferentes medidas. Quando a infecção se estabelece, suas consequências podem ultrapassar o episódio infeccioso inicial, comprometendo a consolidação, a função do membro, a qualidade de vida e os recursos necessários ao tratamento. Portanto, os estudos analisados sustentam a importância de uma abordagem integrada e contínua, envolvendo diagnóstico, prevenção, tratamento e seguimento, com atenção tanto às características da fratura quanto às condições clínicas e funcionais do paciente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As infecções associadas às fraturas expostas constituem uma importante complicação clínica, devido à possibilidade de comprometimento da consolidação óssea, perda funcional, osteomielite, necessidade de procedimentos cirúrgicos adicionais e, em situações mais graves, amputação do membro acometido. A análise da literatura evidencia que o risco infeccioso está relacionado à interação entre a gravidade e extensão da lesão, grau de contaminação, condições clínicas do paciente, características dos tecidos moles e fatores relacionados ao próprio tratamento.

Entre os principais desafios identificados, destaca-se a dificuldade de estabelecer um diagnóstico precoce, especialmente no período pós-operatório, quando manifestações como dor e inflamação podem estar relacionadas tanto ao processo de recuperação quanto ao desenvolvimento de uma infecção. Nesse contexto, a avaliação clínica associada a marcadores laboratoriais, como proteína C-reativa, velocidade de hemossedimentação e parâmetros do

hemograma, pode contribuir para o acompanhamento da evolução do paciente, devendo os resultados ser interpretados em conjunto com os demais achados clínicos.

A prevenção das infecções depende de uma abordagem integrada desde o atendimento inicial, envolvendo antibioticoterapia adequada, profilaxia antitetânica, limpeza e desbridamento da ferida, manejo dos tecidos moles e estabilização da fratura. Além disso, fatores como diabetes mellitus, tabagismo, gravidade da lesão, tempo cirúrgico e condições relacionadas à fixação da fratura devem ser considerados no planejamento terapêutico, uma vez que podem influenciar a ocorrência de complicações infecciosas.

Quando a infecção está estabelecida, o tratamento pode apresentar maior complexidade e exigir antibioticoterapia prolongada, novos procedimentos cirúrgicos e acompanhamento contínuo. A possibilidade de evolução para osteomielite crônica, pseudoartrose e outras complicações reforça a importância de uma abordagem individualizada e de vigilância adequada após o tratamento inicial.

Conclui-se, portanto, que o manejo das infecções em fraturas expostas exige integração entre diagnóstico, prevenção e tratamento, com atenção às características específicas de cada paciente e de cada lesão. A atuação precoce e a continuidade do acompanhamento são fundamentais para reduzir complicações, favorecer a consolidação óssea e preservar a função do membro, contribuindo para melhores condições de recuperação e menor impacto sobre o paciente e o sistema de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, Ana Paula da Silva; SANTOS, Kezya da Silva; DO NASCIMENTO, Maria Júlia Paiva; *et al.* Antibioticoprofilaxia na prevenção da infecção em sítio cirúrgico. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, vol. 5, no. 11, p. 365–381, 2022. Disponível em: <https://mail.revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/448>.

CHANG, Sheng; WANG, Yu and ZHANG, Zengshan. Impact of VSD therapy on surgical outcomes, inflammatory markers, and functional rehabilitation in patients with secondary bone infection following tibial fracture surgery. **Frontiers in cellular and infection microbiology**, vol. 14, p. 1508424, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39897483/>.

CHEN, Peisheng; LIU, Yinhuan; LIN, Xiaofeng; *et al.* Diagnostic Value of the Blood Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio and Monocyte-to-Lymphocyte Ratio in Tibia Fracture-Related Infection. **Disease markers**, vol. 2022, p. 6119583, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35692886/>.

ÇOLAK, Tahsin Sami and KEKEÇ, Ahmet Fevzi. Does the pre-operative neutrophil-lymphocyte ratio have a predictive value in detecting infection in type 3 open tibia diaphysis fractures? **Ulusal travma ve acil cerrahi dergisi = Turkish journal of trauma & emergency surgery : TJTES**, vol. 28, no. 5, p. 693–697, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35485467/>.

DONG, Xin. Surgical site infection in upper extremity fracture: Incidence and prognostic risk factors. **Medicine**, vol. 101, no. 35, p. e30460, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36107575/>.

IBIAPINA, Sergio Luis Cavalcante; LINHARES, João Paulo Tavares; CAVALCANTE, Júlio Cesar Chagas e; *et al.* Manejo de Fraturas Expostas decorrentes de Traumas: Revisão de Literatura. **ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION**, vol. 11, no. 5, p. 853–858, 2022. Disponível em: <https://archhealthinvestigation.emnuvens.com.br/ArcHI/article/view/5875>.

JIA, Bei; XUE, Rui; LI, Jia; *et al.* Novel insights into vancomycin-loaded calcium sulfate and negative pressure wound therapy in preventing infections in open fractures. **Journal of orthopaedic surgery and research**, vol. 19, no. 1, p. 517, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39198853/>.

LEONEL, Maria; CARVALHO, Daniel and OENNING DA GAMA, Fabiana. FRATURAS EXPOSTAS: CARACTERIZAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA, TRATAMENTO REALIZADO E TAXA DE COMPLICAÇÕES. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, vol. 52, no. 3, p. 23–41, 2024. Disponível em: https://revista.acm.org.br/arquivos/pt_BR/article/view/1155.

MORISAKI, Shinsuke; YOSHII, Kengo; TSUCHIDA, Shinji; *et al.* The role of preoperative glycemic control in decreasing surgical site infections in lower extremity fractures. **Journal of orthopaedic surgery and research**, vol. 18, no. 1, p. 700, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37723461/>.

NATOLI, Roman M; MARCHAND, Lucas S; BZOVSKY, Sofia; *et al.* Infection and Nonunion Rates in Open Fractures: Description of 6,042 Fractures from the FLOW and PREP-IT Trials. **The Journal of bone and joint surgery. American volume**, vol. 107, no. 22, p. 2541–

2553, 2025. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41315040/>.

ROSSLENBROICH, Steffen; LAUMANN, Marion; HASEBROOK, Joachim; *et al.* Improving the Care of Severe, Open Fractures and Postoperative Infections of the Lower Extremities: Protocol for an Interdisciplinary Treatment Approach. **JMIR research protocols**, vol. 13, p. e57820, 2024. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39284180/>.

SILVA, Adriana Paulo da; SILVA, Pâmela Gomes and VIANA, Teresinha Cícera Teodora. INFECÇÃO DE SÍTIO CIRÚRGICO EM PACIENTES SUBMETIDOS A CIRURGIAS ORTOPÉDICAS: UM ESTUDO DE REVISÃO INTEGRATIVA. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, vol. 5, no. 5, p. 3874–3898, 2023.

WANG, Yan-Jun; ZHAO, Zi-Hou; LU, Shuai-Kun; *et al.* Analysis of risk factors, pathogenic bacteria characteristics, and drug resistance of postoperative surgical site infection in adults with limb fractures. **Chinese journal of traumatology = Zhonghua chuang shang za zhi**, vol. 28, no. 4, p. 241–251, 2025. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38811319/>.

YANG, Zhenbang; MENG, Hongyu; LI, Junyong; *et al.* Association between the generation of cephalosporins for perioperative prophylaxis and postoperative surgical site infections in open fractures: a prospective cohort study. **International journal of surgery (London, England)**, vol. 111, no. 6, p. 3810–3820, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40202921/>.

YE, Zelin; ZHAO, Shanwen; ZENG, Canjun; *et al.* Study on the relationship between the timing of conversion from external fixation

to internal fixation and infection in the treatment of open fractures of extremities. **Journal of orthopaedic surgery and research**, vol. 16, no. 1, p. 662, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34743751/>.

YERAMOSU, Teja; SATPATHY, Jibanananda; PERDUE, Paul W; *et al.* Risk Factors for Infection and Subsequent Adverse Clinical Results in the Setting of Operatively Treated Pilon Fractures. **Journal of orthopaedic trauma**, vol. 36, no. 8, p. 406–412, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34999622/>.

ZALAVRAS, Charalampos G; AERDEN, Laurens; DECLERCQ, Peter; *et al.* Ninety-Day Follow-up Is Inadequate for Diagnosis of Fracture-related Infections in Patients with Open Fractures. **Clinical orthopaedics and related research**, vol. 480, no. 1, p. 139–146, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34351311/>.

¹ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Panambi-RS. Graduado em Medicina. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

² Universidade Franciscana - UFN. Santa Maria-RS. Mestre em Ciências da Saúde. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7556-7736>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

³ Centro Universitário de Pinhais (Fapi). Pinhais, PR, Brasil. Graduanda em Medicina. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7178-2265>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

⁴ Centro Universitário de Pinhais (Fapi). Curitiba, Paraná. Graduando em Medicina. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4417-5737>. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)

⁵ Centro Universitário de Pinhais - PR (Fapi). Graduanda em Medicina. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5800-8761>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)

⁶ Universidade Nove de Julho - UNINOVE. Fortaleza-CE. Tecnologia em Radiologia Médica. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0930-8461>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)

⁷ Centro Universitário FAMESC - UniFamesc. Bom Jesus do Itabapoana - RJ. Graduando em Medicina. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5451-8032>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)

⁸ Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro / Secretaria Municipal de Saúde de Niterói. Rio de Janeiro/RJ. Graduada em Medicina. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7772-6772>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)

⁹ Secretaria Municipal de Saúde de Teresópolis/RJ. Teresópolis/RJ. Graduada em Medicina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1932-7279>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)

¹⁰ Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA. Goiânia - Goiás. Graduada em Medicina. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3773-019X>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)