

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

MARRONE LOPES DE FARIA

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA PRESCRIÇÃO DE ANTIBIÓTICOS
PROFILÁTICOS EM CIRURGIAS ORTOPÉDICAS**

CASCABEL

2024

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

MARRONE LOPES DE FARIA

**ALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA PRESCRIÇÃO DE ANTIBIÓTICOS
PROFILÁTICOS EM CIRURGIAS ORTOPÉDICAS**

**Trabalho apresentado à disciplina
TCC–Projeto como requisito parcial
para obtenção da aprovação
semestral no Curso de Farmácia do
Centro Universitário Assis Gurgacz.**

**Professor (a) Orientador (a): José
Roberto Alves Filho**

CASCADEL

2024

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA PRESCRIÇÃO DE ANTIBIÓTICOS PROFILÁTICOS EM CIRURGIAS ORTOPÉDICAS

EVALUATION OF THE USE OF ANTIBIOTICS PRESCRIPTION PROPHYLATICS IN ORTHOPEDIC SURGERY

EVALUACIÓN DEL USO DE PRESCRIPCIÓN DE ANTIBIÓTICOS PROFILÁTICOS EN CIRUGÍA ORTOPÉDICA

RESUMO

A administração de antibióticos adequados antes da cirurgia pode reduzir o risco de infecções em até 70%, dependendo do procedimento e da adequação do protocolo seguido. Cerca de 1 a 2% das cirurgias ortopédicas que envolvem próteses articulares são complicadas por infecções, o que reforça a necessidade de profilaxia eficaz. O presente trabalho tem como objetivo analisar a adequação das prescrições de antibióticos profiláticos. As infecções hospitalares, são uma preocupação crescente nos serviços de saúde devido à alta morbimortalidade e ao surgimento de novos microrganismos e emergentes responsáveis por essas infecções. Diversos fatores influenciam o aparecimento das IRAS, incluindo a fonte de infecção, o agente infeccioso, a via de transmissão, a susceptibilidade do hospedeiro e o ambiente. O trabalho é de revisão, com busca em artigos científicos publicados em revistas eletrônicas nos últimos 15 anos. A escolha do antibiótico é crucial, as cefalosporinas são amplamente recomendadas devido à sua eficácia contra patógenos, que são os principais agentes causadores de infecções em ortopedia. Recomenda-se que a administração do medicamento seja realizada de 30 a 60 minutos antes da incisão cirúrgica, garantindo que a concentração do antibiótico seja adequada durante o início da cirurgia. A dosagem precisa é essencial para evitar subdosagens, que poderiam comprometer a eficácia e favorecer o crescimento bacteriano. A variação na prática de antibioticoprofilaxia entre diferentes instituições e regiões, sugere que a conscientização dos profissionais de saúde e a padronização são imprescindíveis e podem ser melhoradas para reduzir os riscos e aumentar a eficácia no tratamento dos pacientes.

PALAVRAS-CHAVE: Profilaxia. Cirurgias ortopédicas. Antibiótico.

ABSTRACT

Administration of appropriate antibiotics before surgery can reduce the risk of infection by up to 70%, depending on the procedure and the adequacy of the protocol followed. Approximately 1 to 2% of orthopedic surgeries involving joint prostheses are complicated by infections, which reinforces the need for effective prophylaxis. The present study aims to analyze the adequacy of prophylactic antibiotic prescriptions. Hospital infections are a growing concern in health services due to high morbidity and mortality and the emergence of new and emerging microorganisms responsible for these infections. Several factors influence the onset of HAIs, including the source of infection, the infectious agent, the route of transmission, host susceptibility and the environment. This is a review study, with a search for scientific articles published in electronic journals in the last 15 years. The

choice of antibiotic is crucial; cephalosporins are widely recommended due to their efficacy against pathogens, which are the main causative agents of infections in orthopedics. It is recommended that the drug be administered 30 to 60 minutes before surgical incision, ensuring that the antibiotic concentration is adequate during the start of surgery. Accurate dosing is essential to avoid underdosing, which could compromise efficacy and promote bacterial growth. The variation in antibiotic prophylaxis practice between different institutions and regions suggests that awareness among health professionals and standardization are essential and can be improved to reduce risks and increase efficacy in patient treatment.

KEYWORDS: Prophylaxis. Orthopedic surgeries. Antibiotic.

RESUMEN

La administración de antibióticos adecuados antes de la cirugía puede reducir el riesgo de infección hasta en un 70%, según el procedimiento y la idoneidad del protocolo seguido. Alrededor del 1 al 2% de las cirugías ortopédicas que implican prótesis articulares se complican con infecciones, lo que refuerza la necesidad de una profilaxis eficaz. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la adecuación de la prescripción de antibióticos profilácticos. Las infecciones hospitalarias son una preocupación creciente en los servicios de salud debido a la alta morbilidad y mortalidad y la aparición de microorganismos nuevos y emergentes responsables de estas infecciones. Varios factores influyen en la aparición de HAI, incluida la fuente de infección, el agente infeccioso, la ruta de transmisión, la susceptibilidad del huésped y el medio ambiente. El trabajo es una revisión, búsqueda de artículos científicos publicados en revistas electrónicas en los últimos 15 años. La elección del antibiótico es crucial, las cefalosporinas se recomiendan ampliamente debido a su eficacia contra los patógenos, que son los principales agentes causantes de las infecciones en ortopedia. Se recomienda administrar el medicamento de 30 a 60 minutos antes de la incisión quirúrgica, asegurando que la concentración del antibiótico sea la adecuada durante el inicio de la cirugía. La dosificación precisa es esencial para evitar una dosis insuficiente, que podría comprometer la eficacia y fomentar el crecimiento bacteriano. La variación en la práctica de la profilaxis antibiótica entre diferentes instituciones y regiones sugiere que la concienciación de los profesionales de la salud y la estandarización son esenciales y pueden mejorarse para reducir los riesgos y aumentar la eficacia en el tratamiento de los pacientes.

PALABRAS-CLAVE: Profilaxis. Cirugías ortopédicas. Antibiótico.

1 INTRODUÇÃO

A profilaxia antimicrobiana tem um papel crítico na prevenção de infecções em cirurgias ortopédicas, que envolvem procedimentos invasivos com alto risco de complicações. A infecção do sítio cirúrgico (ISC) continua sendo uma das complicações mais temidas em cirurgias ortopédicas, representando um impacto significativo tanto para o paciente quanto para o sistema de saúde, por aumentar a morbidade, os custos hospitalares e, em casos extremos, resultar em incapacidade

permanente. O uso de antibióticos profiláticos adequados e no momento correto pode reduzir substancialmente o risco dessas infecções¹.

A incidência de ISCs em cirurgias ortopédicas varia dependendo do tipo de procedimento, da duração da cirurgia e da presença de implantes. De acordo com a Sociedade Americana de Doenças Infecciosas (IDSA), cerca de 1 a 2% das cirurgias ortopédicas que envolvem próteses articulares são complicadas por infecções, o que reforça a necessidade de profilaxia eficaz. A cirurgia ortopédica envolve frequentemente a implantação de dispositivos artificiais, como próteses de articulação, parafusos, placas e pinos.² Esses materiais podem servir como substrato para o crescimento bacteriano, aumentando o risco de infecção. Além disso, a cirurgia ortopédica pode envolver procedimentos invasivos, como cortes na pele e exposição de tecidos moles, o que também aumenta o risco de infecção.³ Em cirurgias de fraturas abertas ou de grande porte, como as artroplastias, esse risco pode aumentar substancialmente^{3,4}.

A profilaxia antimicrobiana em cirurgias ortopédicas visa prevenir a colonização bacteriana no local da incisão cirúrgica, especialmente por microrganismos da flora cutânea, como o *Staphylococcus aureus* e o *Staphylococcus epidermidis*. Esses patógenos são frequentemente responsáveis por infecções pós-operatórias, sendo capazes de formar biofilmes em superfícies de implantes ortopédicos, o que dificulta sua erradicação por tratamento antimicrobiano convencional^{1,4}.

A prescrição de antibióticos profiláticos é uma das estratégias preventivas mais eficazes. Estudos demonstram que a administração de antibióticos adequados antes da cirurgia pode reduzir o risco de ISCs em até 70%, dependendo do procedimento e da adequação do protocolo seguido. A prática clínica atual recomenda a escolha de antibióticos com base no perfil de suscetibilidade dos patógenos comuns e na adequação ao tipo de cirurgia. Em cirurgias ortopédicas, o uso de cefalosporinas de primeira geração, como a cefazolina, é amplamente recomendado, devido à sua eficácia contra patógenos gram-positivos e à boa penetração em tecidos moles e ósseos⁵.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a adequação das prescrições de antibióticos profiláticos, verificando se estão sendo seguidas as recomendações e diretrizes estabelecidas para evitar infecções no período pós-operatório.

Torna-se relevante a pesquisa por não apenas a preocupação com a segurança do paciente, mas também a necessidade de mitigar os riscos associados às infecções pós-operatórias, que podem comprometer seriamente os resultados clínicos⁴. Portanto, uma pesquisa detalhada sobre a prevalência da prescrição de antibióticos pré-cirurgia ortopédica é essencial para melhorar as práticas clínicas, garantir a eficácia da profilaxia antimicrobiana e minimizar os efeitos adversos associados.

Diante do exposto, este trabalho a seguir, explorará os fundamentos teóricos da profilaxia antimicrobiana, as diretrizes atuais para a sua aplicação em cirurgias ortopédicas, e os impactos do uso inadequado de antibióticos na saúde pública, com ênfase no papel da resistência bacteriana e nas medidas de controle para mitigá-la.

2 REVISÃO

2.1 Cirurgias Ortopédicas

A cirurgia ortopédica é um campo essencial da medicina que visa tratar, prevenir e reabilitar doenças, deformidades e lesões do sistema musculoesquelético, englobando ossos, músculos, ligamentos, tendões e articulações. Esse ramo tem se mostrado crucial para a qualidade de vida dos pacientes, pois ajuda a restabelecer a função de membros e estruturas comprometidas por traumas ou condições degenerativas. Os avanços nas técnicas cirúrgicas e nas tecnologias de imagem, como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, aumentaram a precisão dos procedimentos e a segurança para o paciente, o que reflete diretamente na efetividade e recuperação pós-operatória⁶.

Os procedimentos ortopédicos são amplamente utilizados em casos de lesões traumáticas e degenerativas, com destaque para fraturas, lesões ligamentares, e condições como a osteoartrite. Em artroplastias de quadril e joelho, por exemplo, substituem-se articulações desgastadas por próteses artificiais para restaurar a mobilidade e reduzir a dor. Este tipo de cirurgia é indicado principalmente para pacientes com degeneração articular avançada, sendo um dos procedimentos mais realizados e bem-sucedidos na ortopedia moderna. Segundo *Campbell's Operative Orthopaedics*, artroplastias bem-sucedidas podem durar entre 15 a 20 anos, dependendo do cuidado com o implante e da adesão do paciente às recomendações pós-operatórias, como evitar atividades de alto impacto⁷.

Além das artroplastias, a ortopedia se vale de técnicas minimamente invasivas, como a artroscopia, que permite acessar a articulação com menor lesão aos tecidos adjacentes, facilitando a recuperação e diminuindo o risco de complicações, como infecções. O desenvolvimento de novos materiais, como implantes de titânio e ligas biocompatíveis, também tem melhorado os resultados cirúrgicos, possibilitando maior durabilidade e reduzindo o risco de rejeição⁸.

Em procedimentos de fusão vertebral e fixação de fraturas, a ortopedia combina técnicas mecânicas e biológicas para estabilizar a estrutura esquelética e promover a cicatrização. Nos casos de fraturas complexas, o uso de placas, parafusos e hastes possibilita a união óssea e restaura a função. Esses procedimentos também exigem atenção às complicações pós-operatórias, como infecções e trombose venosa profunda, especialmente em cirurgias longas e invasivas⁹.

A profilaxia antibiótica tornou-se um elemento essencial em cirurgias ortopédicas para evitar infecções pós-operatórias, como as ISC's. Esses avanços nas práticas de profilaxia, somados ao

desenvolvimento de novos antibióticos e técnicas minimamente invasivas, continuam a contribuir para o sucesso das cirurgias ortopédicas.

2.2 Profilaxia

As infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS) são aquelas decorrentes da hospitalização e incluem todas as infecções adquiridas após a admissão do paciente, manifestando-se a partir do terceiro dia de internação ou após a alta, desde que estejam associadas à permanência hospitalar¹⁰.

Dentre as IRAS, as infecções de sítio cirúrgico (ISC) ocorrem na incisão cirúrgica — seja superficial, profunda ou em órgãos e cavidades manipulados durante a cirurgia. A infecção pode ocorrer até 30 dias após a cirurgia, se não houver implante, ou até 90 dias, caso haja implante relacionado à incisão¹¹.

As IRAS são uma preocupação crescente nos serviços de saúde devido à alta morbimortalidade e ao surgimento de novos microrganismos e emergentes responsáveis por essas infecções. Diversos fatores influenciam o aparecimento das IRAS, incluindo a fonte de infecção, o agente infeccioso, a via de transmissão, a susceptibilidade do hospedeiro e o ambiente¹².

Estudos epidemiológicos e clínicos têm demonstrado a eficácia dos antibióticos profiláticos na redução das taxas de infecção em cirurgias ortopédicas. Por exemplo, revisões sistemáticas e meta-análises têm documentado consistentemente uma diminuição significativa nas taxas de infecção quando antibióticos são administrados antes do procedimento cirúrgico. Além disso, diretrizes como as estabelecidas pelo *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) e pela Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia (SBOT) recomendam a administração profilática de antibióticos para cirurgias ortopédicas como uma medida essencial para a segurança do paciente^{13,14}.

O momento correto da administração dos antibióticos profiláticos é outro fator determinante para o sucesso da profilaxia. A recomendação, de acordo com as diretrizes do *American College of Surgeons*, é que os antibióticos sejam administrados de 30 a 60 minutos antes da incisão cirúrgica. Esse intervalo de tempo garante que os níveis sanguíneos e teciduais do antibiótico atinjam uma concentração adequada durante a fase inicial do procedimento cirúrgico, o que é crucial para inibir a colonização bacteriana. Uma administração tardia pode resultar em concentrações subterapêuticas, comprometendo a eficácia da profilaxia⁵.

A profilaxia deve ser racional e baseada em evidências clínicas. Estudos sugerem que protocolos de administração excessiva de antibióticos, como a manutenção do uso profilático por vários dias após a cirurgia, não só falham em prevenir infecções, mas também aumentam o risco de

efeitos adversos, como toxicidade medicamentosa e desenvolvimento de patógenos resistentes. Por essa razão, o uso profilático de antibióticos deve seguir rigorosamente as diretrizes clínicas, evitando tanto o subtratamento quanto o uso prolongado e desnecessário^{5,14}.

A prevalência da prescrição de antibióticos em pré-cirurgias ortopédicas não está isenta de riscos, apesar dos benefícios em potencial na redução de infecções pós-operatórias. Esta prática carrega preocupações significativas que precisam ser consideradas para garantir o uso racional de antibióticos e minimizar o desenvolvimento de resistência bacteriana, além de potenciais efeitos adversos para os pacientes⁵.

2.3 Resistencia Bacteriana

A resistência bacteriana é uma preocupação crítica na medicina moderna, especialmente no contexto de infecções associadas à saúde, como as que ocorrem em cirurgias ortopédicas. Ela ocorre quando as bactérias desenvolvem mecanismos que lhes permitem sobreviver à ação de antibióticos, tornando o tratamento de infecções bacterianas mais difícil e, em alguns casos, ineficaz. Esse fenômeno compromete a eficácia de antibióticos usados em profilaxias cirúrgicas e infecções pós-operatórias, aumentando o risco de complicações graves, morbidade e mortalidade^{17,18}.

As bactérias podem desenvolver resistência por meio de mutações genéticas ou pela aquisição de genes de resistência, frequentemente facilitada pela transferência horizontal entre diferentes espécies. Os principais mecanismos incluem a Produção de Enzimas Inativadoras; Alteração do local de ação; Efluxo do antibiótico; Alterações na Permeabilidade da Membrana; Formação de Biofilme e Mutações Espontâneas e Seleção Natural¹⁹.

No mecanismo da Produção de Enzimas Inativadoras, as bactérias podem desenvolver enzimas que destroem ou modificam o antibiótico antes que ele atinja seu alvo. Entre os exemplos mais conhecidos está a produção de beta-lactamases, enzimas que hidrolisam o anel beta-lactâmico encontrado em antibióticos como penicilinas e cefalosporinas, inativando o fármaco¹⁷. Essa habilidade é amplamente encontrada em patógenos gram-negativos, como *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae*, e é especialmente problemática, pois leva ao surgimento de bactérias resistentes a múltiplas classes de beta-lactâmicos, como os carbapenêmicos, considerados antibióticos de última linha²⁰.

A Alteração do local de ação, algumas bactérias modificam o local onde o antibiótico se ligaria, impedindo sua ação. Por exemplo, o *Staphylococcus aureus* altera as proteínas de ligação à penicilina (PBPs), tornando-se resistente à metilina (MRSA) e outros beta-lactâmicos. Da mesma forma, modificações nos ribossomos bacterianos, onde os antibióticos macrolídeos e tetraciclina normalmente agem, podem impedir a eficácia dessas classes de antibióticos¹⁹.

As bombas de efluxo são sistemas que as bactérias usam para expulsar antibióticos para fora da célula, antes que eles atinjam concentrações letais. Esse mecanismo é bastante comum em patógenos gram-negativos e confere resistência a uma variedade de antibióticos, incluindo tetraciclina, macrolídeos e fluoroquinolonas. As bombas de efluxo são codificadas por genes que podem ser transferidos horizontalmente, promovendo resistência em populações bacterianas de diferentes espécies²¹.

Para antibióticos que precisam entrar na célula bacteriana para agir, a resistência pode surgir por meio da redução da permeabilidade da membrana. Bactérias gram-negativas, como *Pseudomonas aeruginosa*, podem reduzir a expressão de porinas — proteínas que permitem a entrada de antibióticos — na membrana externa, limitando assim a penetração dos fármacos. Esse mecanismo é particularmente eficaz contra antibióticos como aminoglicosídeos e beta-lactâmicos²².

Muitas bactérias, especialmente aquelas associadas a dispositivos médicos, como próteses ortopédicas, têm a capacidade de formar biofilmes — comunidades bacterianas aderidas a superfícies que se envolvem em uma matriz extracelular protetora. Dentro do biofilme, as bactérias são protegidas tanto do sistema imunológico quanto dos antibióticos, dificultando o tratamento. Esse mecanismo é comum em infecções por *Staphylococcus epidermidis* e *Pseudomonas aeruginosa*²³.

Em algumas situações, mutações espontâneas no DNA bacteriano conferem resistência. Quando um antibiótico é aplicado, ele elimina as bactérias sensíveis, permitindo que as resistentes proliferem. Esse processo de seleção natural é uma das razões pelas quais a resistência bacteriana aumenta em ambientes onde há uso indiscriminado de antibióticos, como hospitais²⁴.

Esses mecanismos de resistência mostram a capacidade adaptativa das bactérias e destacam a importância do uso criterioso de antibióticos. A conscientização e a adesão a práticas de controle de infecção e vigilância antimicrobiana são fundamentais para conter a disseminação de patógenos resistentes²⁵.

Em procedimentos ortopédicos, a resistência bacteriana é particularmente alarmante devido à possibilidade de infecções de longa duração, como as associadas a implantes. Quando os patógenos formam biofilmes nos materiais implantados, a infecção se torna ainda mais resistente, já que o biofilme protege as bactérias do sistema imune e dificulta a penetração dos antibióticos²⁶. A infecção de implantes pode exigir intervenções cirúrgicas adicionais, como a remoção do implante infectado, o que aumenta os custos hospitalares e prolonga o tempo de recuperação do paciente²⁷.

As bactérias resistentes frequentemente colonizam ambientes hospitalares, sendo transmitidas entre pacientes por contato direto ou por superfícies contaminadas. Nos últimos anos, patógenos como *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, e MRSA têm se mostrado resistentes a múltiplas classes de antibióticos, como carbapenêmicos, aminoglicosídeos e fluoroquinolonas. A Organização Mundial de Saúde (OMS) considera essas bactérias como prioritárias na pesquisa e desenvolvimento de novos antibióticos devido à gravidade e ao impacto global da resistência¹⁸.

Para mitigar a disseminação de resistência bacteriana, instituições de saúde têm adotado medidas como o uso restrito de antibióticos, o controle rigoroso de infecções e o fortalecimento de protocolos de higiene em hospitais. Protocolos profiláticos baseados em evidências recomendam a limitação do uso de antibióticos profiláticos ao período pré-operatório, reduzindo a exposição desnecessária e, assim, o risco de desenvolvimento de resistência. Estudos indicam que protocolos de curta duração são tão eficazes quanto os regimes prolongados e minimizam o risco de seleção de bactérias resistentes^{13,14}.

3 METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido foi embasado em estudo exploratório, de revisão, por meio de uma pesquisa em artigos científicos publicados sobre a temática. A pesquisa aborda a utilização da prescrição de antibióticos profiláticos em cirurgias ortopédicas, em estudos publicados nos últimos 15 anos.

Foram levantados e analisados artigos da literatura na base de dados de revistas eletrônicas de Medicina e Enfermagem. As bases de dados consultadas foram: Pubmed: Biblioteca Nacional de Medicina; LILACS: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde; MEDLINE: Bibliografia Médica; Scientific Electronic Library Online (SciELO). As palavras chave utilizadas na busca foram: prescrição de antibióticos profiláticos em cirurgias ortopédicas; prevalência da profilaxia em cirurgia; riscos associados a profilaxia de antibióticos; utilização da profilaxia em cirurgias ortopédicas.

Foi realizada a leitura exploratória e objetiva, em seguida a leitura seletiva, analisando e organizando as informações de forma que possibilitassem a obtenção de respostas a problemática e, por fim, o registro das informações relevantes extraídas das fontes analisadas.

Além disso, todas as referências e citações foram dadas ao decorrer do trabalho, de acordo com as normas de ética. Os dados foram coletados e utilizados nessa pesquisa apenas para fins científicos.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A infecção de sítio cirúrgico (ISC) é uma complicação comum em hospitais, afetando de 2% a 5% dos pacientes submetidos a cirurgias e acarretando consequências significativas, como aumento

do tempo de internação em cerca de uma semana, mortalidade e custos para o sistema de saúde. Pacientes com ISC têm um risco de morte de 2 a 11 vezes maior em comparação com aqueles que não apresentam infecção. Os custos atribuídos à ISC variam de acordo com o tipo de cirurgia e o patógeno envolvido²⁸.

Segundo a pesquisa de Scott (2009)²⁹ sobre os custos de saúde associados a infecções hospitalares nos EUA, a ISC representa o maior custo anual, com uma despesa de 3,2 bilhões de dólares, enquanto que a infecção urinária associada a um cateter tem o menor custo, estimado em 340 milhões de dólares²⁹.

Além de impactar financeiramente o sistema de saúde, o diagnóstico de ISCs pode ser desafiador, especialmente casos envolvendo implantes de próteses, causando sofrimento aos pacientes e suas famílias e aumentando o risco de morte. Nesses casos, o tratamento pode exigir antibioticoterapia combinada com desbridamento cirúrgico e, eventualmente, a remoção do implante, como discutido por Anderson et al. (2011)³⁰.

De acordo com Bachoura et al (2011)³¹, pacientes com traumas ortopédicos têm maior risco de desenvolver ISC em comparação à população ortopédica geral. Em um estudo realizado com 2.562 pacientes que tiveram procedimentos cirúrgicos devido a trauma esquelético, foi registrada uma taxa de ISC de 4,2%³¹.

A infecção de sítio cirúrgico é uma complicação frequente entre pacientes com trauma musculoesquelético, que geralmente apresentam lesão de tecidos moles — uma característica que os diferencia de pacientes que passam por artroplastia eletiva ou cirurgia de coluna³¹.

Um exemplo das várias complicações do trauma ortopédico é a fratura exposta. Segundo Muller (2003)³², a fratura exposta é caracterizada pela ruptura da pele e tecidos moles adjacentes, o que permite a comunicação direta entre o ambiente externo e a fratura, incluindo seu hematoma. Como o ambiente interno é normalmente estéril, o contato com o exterior torna a região contaminada, e dependendo do tempo até o início do tratamento, essa contaminação pode evoluir para uma infecção³².

Uma fratura exposta é considerada contaminada se o intervalo entre a exposição e o início do tratamento for superior de 6 a 8 horas, período em que as bactérias contaminantes podem começar a proliferar e se espalhar pelos tecidos. Essas fraturas expostas representam um desafio significativo para o cirurgião, que busca restaurar a função e promover a recuperação do paciente ao longo do tratamento^{31,32}.

Os métodos para prevenir ISC destacam a importância da profilaxia antimicrobiana no período pré-operatório, como evitar a tricotomia e o controle da glicose em cirurgias cardíacas, além de conscientizar os cirurgiões sobre as taxas de infecção e os fatores de risco modificáveis associados à ISC³⁰.

Estudos mostram que as taxas de infecção em cirurgias ortopédicas podem variar entre 1,4% e 22,7%, influenciadas por fatores como o tipo de procedimento, condições clínicas dos pacientes, complexidade do hospital e vigilância pós-operatória^{15,16}.

Pesquisas realizadas por Ercole et al. (2011)³³ e Lima et al. (2004)³⁴ mostram que a taxa de incidência de ISC em ortopedia varia de 1,41% a 40,3%. Franco (2013)³⁵ registrou uma incidência de 12,6% em cirurgias ortopédicas gerais. Em cirurgias de substituição de articulação do quadril, Pereira et al (2014)³⁶ encontraram uma taxa de infecção de 5,13%, enquanto Asensio et al (2010)³⁷ relataram uma incidência de 2,34% em cirurgias de substituição da articulação do joelho. Já em casos de fraturas expostas, Muller et al (2003)³² e Lima et al. (2004)³⁴ observaram taxas de incidência de 20,5% e 40,3%, respectivamente. Na investigação feita por Campos Nascimento (2015)¹⁰, 5,06 % apresentaram ISC, sendo 2,80% na cirurgia de redução aberta de fratura, 1,68% de artroplastia de quadril e 0,56% de artroplastia de joelho. Essas variações sublinham a importância de uma prescrição criteriosa e personalizada de antibióticos para minimizar riscos e melhorar os resultados cirúrgicos¹⁰.

As estratégias para reduzir a incidência de ISC em ortopedia têm como objetivo identificar fatores de risco específicos, embora existam variações entre estudos sobre os fatores associados a essas infecções. No estudo de Bachoura (2011)³¹ sobre ISC em cirurgias para redução de fraturas, foram apontados como fatores de risco o uso de dreno na ferida, presença de insuficiência cardíaca congestiva, número de cirurgias realizadas, classificação de potencial de contaminação da ferida, diabetes, uso de fixação externa temporária e o local da lesão³¹. Eid e Berbari (2012)³⁸ identificaram fatores que contribuem para uma maior incidência de infecções ortopédicas, incluindo diabetes mellitus, tabagismo, desnutrição, neoplasias, idade extrema, hipoxia crônica, insuficiência renal e hepática³⁸. Em outro estudo sobre infecção em cirurgias ortopédicas, Franco (2013)³⁵ e Ercole (2011)³³ apontaram como preditores de risco o potencial de contaminação da ferida cirúrgica, as condições clínicas do paciente, a duração da cirurgia e o tipo de procedimento realizado. Franco (2013)³⁵ ainda identificou como fatores de risco adicionais o sexo masculino, cirurgias anteriores no local, controle da glicemia, banho pré-operatório, hemotransfusão e doença renal³⁵.

A utilização de antibióticos profiláticos em cirurgias ortopédicas tem se mostrado como uma das estratégias fundamentais na redução do risco de infecção do sítio cirúrgico. Diversos estudos confirmam que a profilaxia antibiótica adequada é uma das intervenções mais eficazes para evitar infecções em procedimentos ortopédicos, especialmente em casos que envolvem implantes, como próteses articulares. O uso correto, no entanto, exige atenção rigorosa à escolha do antibiótico, ao momento de administração e à duração da profilaxia, conforme indicado por diretrizes de organizações como a *Infectious Diseases Society of America* (IDSA) e o *American College of Surgeons*¹⁶.

A escolha do antibiótico profilático é crítica para alcançar bons resultados em cirurgias ortopédicas. Segundo Bratzler et al. (2013)⁵, as cefalosporinas de primeira geração, como a cefazolina, são amplamente recomendadas devido à sua eficácia contra patógenos gram-positivos,

que são os principais agentes causadores de ISCs em ortopedia, como *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis*. O uso dessas cefalosporinas apresenta boa penetração nos tecidos e uma baixa taxa de resistência bacteriana, oferecendo uma alternativa segura e eficaz para a profilaxia em cirurgias ortopédicas, especialmente quando administrada em um período máximo de 1 hora antes da incisão cirúrgica, garantindo uma concentração adequada no local da cirurgia⁵. Uma revisão de meta-análises realizada por Fowler et al. (2022)³⁹ demonstrou que regimes profiláticos de cefalosporinas de primeira e segunda geração são eficazes em reduzir as taxas de infecção pós-operatória em cirurgias ortopédicas, com uma taxa de sucesso que varia entre 30% a 80%, dependendo da cirurgia e da população estudada³⁹.

De acordo com Hawn e Knowlton (2019)⁴⁰, para pacientes com alergias a cefalosporinas ou na presença de cepas resistentes como o *Staphylococcus aureus* resistente à metilicina (MRSA), alternativas como a vancomicina e a clindamicina são utilizadas, especialmente em ambientes com alta prevalência de MRSA e, ainda, ressaltam sua eficácia. Por outro lado, sua utilização rotineira em pacientes não-alérgicos pode promover resistência e deve ser restrita a casos específicos. A personalização da escolha do antibiótico com base nos fatores de risco individuais do paciente, como histórico de infecções ou colonização por MRSA, melhora a eficácia da profilaxia⁴¹.

Entretanto, o uso de antibióticos de amplo espectro tem favorecido o surgimento de organismos multirresistentes. Na última década, houve um aumento nos casos de *Staphylococcus aureus* resistente à metilicina em ISC¹⁰.

A resistência bacteriana é uma das principais preocupações associadas ao uso inadequado de antibióticos profiláticos. *Staphylococcus aureus* é um dos principais agentes causadores de ISC. A prevalência desse micro-organismo é atribuída à sua capacidade de formar biofilmes. As bactérias aderem ao material protético e rapidamente proliferam, produzindo substâncias que ajudam a criar uma comunidade densa de células. A eficácia dos antibióticos contra bactérias em biofilmes é reduzida, pois a difusão do medicamento na matriz do biofilme é dificultada, e a taxa metabólica das bactérias é baixa^{10,36}.

De acordo com Oliveira, et al (2024)⁴², a resistência de *Staphylococcus aureus* e de outros patógenos hospitalares a antibióticos de primeira linha limita as opções terapêuticas para tratar ISCs em pacientes submetidos a cirurgias ortopédicas⁴². Estudos sugerem que o uso inadequado ou excessivo de antibióticos profiláticos não só falha em prevenir infecções como também aumenta a resistência antimicrobiana. Engemann et al. (2003)⁴³ e Oliveira et al (2024)⁴² observaram que pacientes com infecção por *Staphylococcus aureus* apresentaram internações mais longas, custos mais elevados e maior mortalidade, o que reforça a importância de seguir as diretrizes para o uso racional de antibióticos profiláticos^{42,43}.

O momento de administração dos antibióticos profiláticos é um fator determinante para a diminuição no índice de resistência bacteriana e eficácia da profilaxia. A maioria das diretrizes sugere que os antibióticos sejam administrados de 30 a 60 minutos antes da incisão cirúrgica, garantindo que a concentração do antibiótico seja adequada durante o início da cirurgia, o período mais

vulnerável para a contaminação bacteriana⁴³. Segundo Classen et al. (1992)⁴⁴ a administração no momento correto é capaz de reduzir as infecções pós-operatórias em mais de 50% em relação à administração fora desse intervalo. A dosagem precisa é essencial para evitar subdosagens, que poderiam comprometer a eficácia e favorecer o crescimento bacteriano⁴⁴.

Bardia et al (2021)⁴⁵ sugerem que a profilaxia inadequada, seja por administração tardia ou dosagem insuficiente, aumenta as chances de infecção e pode contribuir para a resistência antimicrobiana, um problema crescente que afeta os resultados em ambientes hospitalares. Protocolos mais antigos que recomendavam o uso de antibióticos por dias após a cirurgia foram associados a um aumento de infecções por *Clostridium difficile* e de infecções por patógenos resistentes, como *Staphylococcus aureus* resistente à MRSA e *Enterococcus* resistente à VRE^{5,45}.

Estudos também apontam que a extensão da profilaxia além de 24 horas após o procedimento não traz benefícios adicionais na prevenção de ISCs. Nagata et al (2022)⁴⁶ revelaram que uma duração mais curta do uso de antibióticos (inferior a 24 horas após a cirurgia) não aumentou significativamente a incidência de ISCs em comparação com o uso prolongado (24 a 48 horas). Essa abordagem pode ser benéfica na prevenção de infecções associadas a implantes e na redução de efeitos adversos, como insuficiência renal e desenvolvimento de resistência bacteriana, que são mais comuns com regimes prolongados⁴⁶.

O prolongamento do uso profilático é especialmente comum em cirurgias com próteses ou implantes, uma prática frequentemente embasada na tentativa de reduzir infecções, mas que, na realidade, pode induzir a seleção de patógenos resistentes, como *Enterobacteriaceae* resistentes a cefalosporinas. Parvizi et al. (2008)⁴⁷ concluíram que o uso prolongado de profiláticos em cirurgias ortopédicas com implantes não reduziu significativamente as taxas de ISC, mas aumentou a prevalência de infecções por patógenos resistentes a antibióticos⁴⁷.

A evolução das diretrizes de profilaxia antimicrobiana, como as do *Centers of Control and Prevention* (CDC), enfatiza a importância de um balanço entre a prevenção de infecções e a redução do uso desnecessário de antibióticos, com o intuito de preservar a eficácia dos tratamentos existentes e reduzir o surgimento de patógenos resistentes⁴⁸.

É essencial que profissionais de saúde estejam conscientes dos riscos associados ao uso de antibióticos e se comprometam com práticas de prescrição responsáveis. Programas de educação continuada podem ajudar a manter a conformidade com as diretrizes atualizadas e promover o uso adequado de antibióticos³⁵.

O tratamento empírico de ISC ortopédica apresenta desafios no manejo e tratamento adequado dos pacientes. Ressalta-se a importância de realizar exames específicos para identificar o agente infeccioso, pois o conhecimento do patógeno envolvido na ISC facilita a profilaxia e permite o uso de antimicrobianos específicos, aumentando a eficácia do tratamento³⁵.

Dada a ameaça da resistência antimicrobiana, pesquisas indicam que estratégias profiláticas devem considerar o risco de formação de biofilmes e investigar alternativas terapêuticas e preventivas para complementar ou substituir os antibióticos profiláticos em cirurgias ortopédicas. A necessidade de novos antibióticos e tratamentos alternativos também é urgente, dada a crescente resistência aos tratamentos convencionais. Pesquisas em desenvolvimento recente de novos antimicrobianos e técnicas como a terapia bacteriofágica, que utiliza vírus específicos para eliminar bactérias específicas sem afetar a microbiota benéfica, mostram-se promissoras e são uma esperança para o tratamento de infecções resistentes em casos em que os antibióticos convencionais falharam⁴⁹.

Uma abordagem promissora para o combate à resistência antimicrobiana é a pesquisa em novas tecnologias, como a nanomedicina a qual é uma área em expansão. A nanomedicina visa o desenvolvimento de nanopartículas antimicrobianas, que podem ser incorporadas aos implantes ortopédicos, são uma alternativa inovadora para combater infecções locais, liberando agentes antimicrobianos de forma controlada diretamente no local da cirurgia. A combinação de terapia antibiótica com estratégias para desorganizar biofilmes — estruturas protetoras formadas por bactérias que dificultam a ação dos antibióticos — está sendo explorada como uma forma de melhorar o controle das infecções e reduzir a necessidade de antibióticos sistêmicos, minimizando o risco de resistência bacteriana a longo prazo⁵⁰.

Portanto, a gestão da Infecção de Sítio Cirúrgico envolve não apenas o uso adequado de antibióticos, mas também práticas cirúrgicas otimizadas, controle rigoroso de fatores de risco, e o desenvolvimento de novas tecnologias terapêuticas. A prevenção de ISCs, especialmente em cirurgias ortopédicas, exige uma abordagem cuidadosa e personalizada, com base nas características do paciente e do procedimento cirúrgico, além de um compromisso com a educação continuada dos profissionais de saúde para garantir a adesão às diretrizes atualizadas e melhores resultados para os pacientes^{49,50}.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de antibióticos profiláticos em cirurgias ortopédicas é um componente essencial na prevenção de infecções do sítio cirúrgico, contribuindo significativamente para a redução da morbidade pós-operatória. No entanto, a administração adequada dos antibióticos, tanto em relação à escolha do fármaco quanto ao momento e duração da terapia, é crucial e devem ser rigorosamente seguidos para maximizar a eficácia da profilaxia e evitar complicações associadas ao uso inadequado, como a resistência antimicrobiana. A prática baseada em evidências é fundamental para prevenir tanto as infecções como o desenvolvimento de resistência, especialmente em procedimentos que envolvem implantes, onde o impacto de uma infecção pode ser grave. O equilíbrio entre a proteção contra infecções e a preservação da eficácia dos antibióticos disponíveis

deve guiar as práticas cirúrgicas, garantindo que os pacientes recebam o melhor cuidado possível enquanto se previne o agravamento da crise global de resistência bacteriana.

A utilização de antibióticos pré-cirurgia ortopédica é uma prática fundamentada em evidências que visa melhorar os resultados clínicos dos pacientes ao reduzir a incidência de infecções graves. No entanto, é essencial que esta prática seja baseada em diretrizes atualizadas e adaptadas às características locais de resistência bacteriana, para garantir a eficácia contínua da profilaxia antibiótica e mitigar os riscos associados à resistência antimicrobiana.

A variação na prática de antibioticoprofilaxia entre diferentes instituições e regiões, sugere que a conscientização dos profissionais de saúde e a padronização são imprescindíveis e podem ser melhoradas para reduzir os riscos e aumentar a eficácia no tratamento dos pacientes.

O avanço das diretrizes, como as do CDC, reforça a necessidade de um equilíbrio entre prevenção de infecções e redução de antibióticos para minimizar a resistência. A educação continuada dos profissionais de saúde é fundamental para manter o uso responsável de antibióticos e o cumprimento das diretrizes de prescrição, promovendo a eficácia das intervenções preventivas.

6 REFERÊNCIAS

1. Costa AC, Fernando SC, Ferraz A. O que há de novo em infecção do sítio cirúrgico e antibioticoprofilaxia em cirurgia?. ABCD. Arquivos brasileiros de cirurgia digestiva (São Paulo) 33 (2021): e1558.
2. Darouiche RO. Antimicrobial prophylaxis for surgery: an adjunct for infection control. Clin Infect Dis, (2003); 36.11: 1387-93.
3. Anderson DJ, Kaye KS, Classen D, Arias KM, Podgorny K, Burstin H, et al. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals. Infect Control Hosp Epidemiol, 2008; 29.1: 51-61.
4. Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE. Prosthetic-joint infections. *New England journal of medicine* (2004) 351.16: 1645-1654.
5. Bratzler DW, et al. "Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery." *Surgical infections* (2013) 14.1: 73-156.
6. Miller JD. "Fractures in adults and children." *JAMA* (2011) 305.11: 1140-1144.

7. Azar FM, Canale ST, Beaty JH. *Campbell's operative orthopaedics*. Elsevier Health Sciences, 2020.
8. Yang J, et al. "The progress in titanium alloys used as biomedical implants: From the view of reactive oxygen species." *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* (2022) 10: 1092916.
9. Goldman AH, Tetsworth K. "AAOS clinical practice guideline summary: prevention of surgical site infection after major extremity trauma." *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* (2023) 31.1: e1-e8.
10. Nascimento DC. "Aspectos epidemiológicos das infecções de sítio cirúrgico em pacientes submetidos a cirurgias ortopédicas com implantes." (2015).
11. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). The National Healthcare Safety Network (NHSN) Manual: Surgical Site Infection (SSI) Event: Procedure-associated Module SSI. 2015. Atlanta, 27 p.
12. Klompas M, et al. Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia in acute care hospitals: 2014 update. *Infection Control & Hospital Epidemiology* (2014) 35.8: 915-936.
13. De Maeseneer J, et al. A atenção primária à saúde (APS) como estratégia para alcançar a equidade de assistência à saúde: uma revisão da literatura: iniciativa da Rede de Conhecimento em Sistemas de Saúde. *Rev. bras. saúde fam* (2008): 46-72.
14. Caran M. Perfil Microbiológico das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) em um Hospital Estadual da Região Norte de Saúde do Espírito Santo. (2018).
15. Oliveira EM, et al. Análise da antibioticoprofilaxia em um hospital de alta complexidade do Oeste do Pará. 2022.
16. Castro APS, et al. Taxas de infecção em cirurgias ortopédicas: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Ortopedia* (2022) 57.1: 25-32.
17. de Castro F, Maciel L, Ercole FF, De Mattia A. "Infecção cirúrgica em pacientes submetidos a cirurgia ortopédica com implante." *Revista Sobecc* (2015) 20.3: 163-170.

- 18.Prajapati A., et al. "Antimicrobial resistance and its mitigation strategies-One health perspective." *Indian Journal of Comparative Microbiology, Immunology and Infectious Diseases* (2023) 44.1: 45-54
- 19.Organização Mundial da Saúde (OMS). "WHO publishes list of bacteria for which new antibiotics are urgently needed. 2020.
- 20.Munita JM, Arias CA. "Mechanisms of antibiotic resistance." *Virulence mechanisms of bacterial pathogens* (2016): 481-511.
- 21.Paterson DL, Bonomo, RA. "Extended-spectrum beta-lactamases: a clinical update." *Clinical Microbiology Reviews*, (2018) 18.4, 657-686.
- 22.Webber MA, Piddock, LJ. "The importance of efflux pumps in bacterial antibiotic resistance." *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, (2018) 81.5, 985-991.
- 23.Hancock, REW. "Membrane permeability and transport in *Pseudomonas aeruginosa* and other gram-negative bacteria." *Clinical Infectious Diseases*, (2020). 17(Suppl. 2), 285-289.
- 24.Flemming HC, Wingender J. "The biofilm matrix." *Nature Reviews Microbiology*, (2019) 18.4, 247-259.
- 25.Davies J, Davies D. "Origins and evolution of antibiotic resistance." *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, (2010) 74.3, 417-433.
- 26.Tande AJ, Patel R. "Prosthetic joint infection." *Clinical microbiology reviews* (2014) 27.2: 302-345.
- 27.Gbejuade HO, Lovering AM, Webb JC. "The role of microbial biofilms in prosthetic joint infections: A review." *Acta orthopaedica* (2015) 86.2: 147-158.
- 28.ANDERSON et al. Strategies to Prevent Surgical Site Infections in Acute Care Hospitals: 2014 Update. *Infection Control and Hospital Epidemiology*. 2014 v. 35 (S2), p. S66-S88.
- 29.Scott, RD. "The direct medical costs of healthcare-associated infections in US hospitals and the benefits of prevention." (2009).

30. Anderson, DJ. Surgical Site Infections. *Infectious Diseases Clinics of North America* (2011) v.25, p. 135- 153.
31. Bachoura A. et al. Infirmary and injury complexity are risk factors for surgical-site infection after operative fracture care. *Clin Orthopaed Rel Res* (2011) v. 469, p. 2621-30.
32. Müller, SS, et al. "Estudo epidemiológico, clínico e microbiológico prospectivo de pacientes portadores de fraturas expostas atendidos em hospital universitário." *Acta Ortopédica Brasileira* 11 (2003): 158-169.
33. Ercole, FF, et al. "Infecção de sítio cirúrgico em pacientes submetidos a cirurgias ortopédicas: o índice de risco NNIS e predição de risco." *Revista Latino-Americana de Enfermagem* 19 (2011): 269-276.
34. Lima, ALLM, et al. "Fatores preditivos de infecção em pacientes com fraturas expostas nos membros inferiores." *Acta Ortopédica Brasileira* 12 (2004): 32-39.
35. Franco, LMC. "Infecção de sítio cirúrgico em pacientes submetidos a procedimentos ortopédicos com implante, em um hospital público de Belo Horizonte, Minas Gerais." (2013): 147-147.
36. Pereira, BRR, et al. "Artroplastia do quadril: prevenção de infecção do sítio cirúrgico." *Revista Sobecc* 19.4 (2014): 181-187.
37. Asensio A, et al. "Timing of DVT prophylaxis and risk of postoperative knee prosthesis infection." *Orthopedics* (2010) 33.11, 1-7.
38. Eid AJ, Berbari, EF. Osteomyelitis: review of pathophysiology, diagnostic modalities and therapeutic options. *Le Journal medical libanais. The Lebanese medical journal*, (2012). 60.1, 51-60.
39. Fowler, AJ, et al. "Liberal or restrictive antimicrobial prophylaxis for surgical site infection: systematic review and meta-analysis of randomised trials." *British Journal of Anaesthesia* (2022): 129.1 104-113.
40. Hawn MT, Knowlton LM. Balancing the risks and benefits of surgical prophylaxis: timing and duration do matter. *JAMA surgery* (2019) 154.7: 598-599.
41. O'Neill J. "Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations." (2016): 84-pp

- 42.Oliveira BG, et al. Diagnóstico e prevenção de infecções articulares periprotéticas por *Staphylococcus aureus* após fratura de quadril: Revisão sistemática de literatura. *Revista Brasileira de Ortopedia* 59 (2024): 21-28.
- 43.Engemann JJ, et al. Adverse clinical and economic outcomes attributable to methicillin resistance among patients with *Staphylococcus aureus* surgical site infection. *Clinical infectious diseases* 36.5 (2003): 592-598.
- 44.Classen DC. The timing of prophylactic administration of antibiotics and the risk of surgical-wound infection. *N Engl J Med* 326 (1992): 281-286.
- 45.Bardia A, et al. Adherence to guidelines for the administration of intraoperative antibiotics in a nationwide US sample. *JAMA network open* 4.12 (2021): e2137296-e2137296.
- 46.Nagata K, et al. Effect of antimicrobial prophylaxis duration on health care–associated infections after clean orthopedic surgery: a cluster randomized trial. *JAMA network open* 5.4 (2022): e226095-e226095.
- 47.Parvizi J, et al. Periprosthetic joint infection: the economic impact of methicillin-resistant infections. *The Journal of arthroplasty* 25.6 (2010): 103-107.
- 48.CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). "Antibiotic Resistance Threats in the United States, 2021."
- 49.Schooley RT, et al. "Development and use of personalized bacteriophage-based therapeutic cocktails to treat a patient with a disseminated resistant *Acinetobacter baumannii* infection." *Antimicrobial agents and chemotherapy* (2017) 61.10: 10-1128.
- 50.Reigada I, et al. "Strategies to prevent biofilm infections on biomaterials: Effect of novel naturally-derived biofilm inhibitors on a competitive colonization model of titanium by *Staphylococcus aureus* and SaOS-2 cells." *Microorganisms* (2020) 8.3: 345.