

Pesquisa Multidisciplinar EM SAÚDE

EDIÇÃO XXII

Capítulo 39

RESISTÊNCIA AOS ANTIMICROBIANOS: ABORDAGEM INTEGRADA ENTRE VIGILÂNCIA, TOXICOLOGIA E SAÚDE PÚBLICA

RENATA SOARES RODRIGUES DA
SILVA BARBOSA¹
TÂNIA GONÇALVES VITAL²
LUIS FELIPE DUARTE SILVA³
ELIZA SCHUCK CASTANHO BRENNER⁴
GERSIANO BARROS AGUIAR JÚNIOR⁵
ÍCARO DO NASCIMENTO ARGENTINO⁶
LIVIA DONATO DE MOURA⁷
JOSENILDO PESSOA SENA⁸

KAIO DE MELO MOSQUEIRA⁹
IZAEL OLIVEIRA SILVA¹⁰
JOSÉ GARCIA DE SOUSA¹¹
GUILHERME SALUSTIANO DE FREITAS¹²
PATRÍCIA FERNANDA EVARISTO
MAZZIERO¹³
PAULA AMANDA SILVA BORGES¹⁴
JHONATAS SILVA PÊGO¹⁵

¹Bacharel em Farmácia pela Universidade Estácio de Sá.

²Enfermeira. Pós-graduada em Saúde Estética Avançada pela UNIFIP e vinculada ao Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA).

³Enfermeiro pela Faculdade Estácio de Teresina.

⁴Mestra em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

⁵Farmacêutico pela Faculdade Anhanguera.

⁶Acadêmico de Medicina pela Universidade Federal do Acre (UFAC).

⁷Acadêmica de Farmácia pelo Centro Universitário Inta (UNINTA).

⁸Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

⁹Especialista em Segurança do Paciente e Qualidade em Serviços de Saúde pela Minas Faculdade.

¹⁰Doutor em Biologia Celular e Molecular pela Qualin – Faculdade Saúde.

¹¹Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia (ESAMAZ).

¹²Biomédico pela Universidade São Francisco (USF).

¹³Mestra em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

¹⁴Mestranda em Educação Física pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

¹⁵Acadêmico de Enfermagem pela Faculdade Anhanguera.

Palavras-chave: Resistência Antimicrobiana; Vigilância em Saúde; Toxicologia.

DOI

10.59290/1052900126

EDITORIA
P PASTEUR

INTRODUÇÃO

A resistência aos antimicrobianos constitui um dos mais relevantes desafios contemporâneos para a saúde pública, representando uma ameaça crescente à capacidade dos sistemas de saúde de prevenir e tratar doenças infecciosas. O fenômeno ocorre quando microrganismos, incluindo bactérias, vírus, fungos e parasitas, desenvolvem mecanismos que reduzem ou anulam a eficácia dos medicamentos utilizados para combatê-los. Embora a resistência seja um processo biológico natural de adaptação dos microrganismos, sua aceleração está diretamente relacionada à pressão seletiva decorrente do uso inadequado ou excessivo de agentes antimicrobianos, tornando infecções anteriormente tratáveis progressivamente mais difíceis de controlar. Nesse cenário, a resistência antimicrobiana ultrapassa a dimensão clínica individual e passa a representar um problema sanitário, econômico e social de grande magnitude.

A relevância do problema está associada às consequências produzidas pela disseminação de microrganismos resistentes, como prolongamento do tempo de internação, aumento da necessidade de terapias alternativas, maior ocorrência de complicações, elevação dos custos assistenciais e aumento do risco de óbitos. Além disso, procedimentos médicos e cirúrgicos que dependem da disponibilidade de antimicrobianos eficazes, incluindo transplantes, tratamentos oncológicos e intervenções invasivas, podem tornar-se mais arriscados diante da redução das opções terapêuticas. Dessa maneira, a resistência antimicrobiana compromete não apenas o tratamento de infecções, mas também a segurança e a efetividade de diferentes áreas da assistência à saúde.

Entre os principais fatores associados à emergência e disseminação da resistência destaca-se o uso inadequado de antimicrobianos. A

prescrição sem indicação apropriada, a escolha inadequada do medicamento, o uso de doses incorretas, a duração excessiva ou insuficiente do tratamento e a automedicação podem favorecer a seleção de microrganismos resistentes. A utilização indiscriminada desses medicamentos também pode ocorrer em diferentes contextos assistenciais e comunitários, reforçando a necessidade de estratégias de educação em saúde, qualificação profissional e fortalecimento de programas de gerenciamento do uso de antimicrobianos. Nesse sentido, o uso racional deve ser compreendido como componente fundamental das estratégias destinadas a preservar a efetividade desses medicamentos.

A vigilância assume papel central no enfrentamento da resistência antimicrobiana por permitir a produção, análise e utilização de informações relacionadas à ocorrência de microrganismos resistentes, aos padrões de sensibilidade e ao consumo de antimicrobianos. A vigilância epidemiológica e laboratorial possibilita identificar tendências, detectar mudanças nos perfis de resistência e subsidiar medidas de prevenção e controle de infecções. Paralelamente, a vigilância sanitária contribui para o controle de produtos e serviços relacionados à saúde, para a regulamentação e fiscalização de práticas que possam representar riscos à população e para o fortalecimento de medidas voltadas ao uso seguro e racional de medicamentos. A integração dessas diferentes modalidades de vigilância é essencial para que as informações produzidas sejam transformadas em ações efetivas de saúde pública.

A perspectiva toxicológica acrescenta outra dimensão relevante a essa discussão ao abordar os riscos associados à exposição aos antimicrobianos. Embora toxicidade e resistência antimicrobiana constituam fenômenos distintos, ambos podem estar relacionados ao uso inadequado desses medicamentos e à necessidade de

garantir maior segurança na farmacoterapia. Reações adversas, interações medicamentosas, intoxicações, alterações orgânicas e eventos relacionados à exposição inadequada podem comprometer a segurança dos pacientes e demandar intervenções clínicas e sanitárias. Assim, a avaliação dos riscos toxicológicos, associada à farmacovigilância e ao monitoramento de eventos adversos, contribui para qualificar o uso dos antimicrobianos e fortalecer as estratégias de segurança do paciente.

No contexto da saúde pública, a resistência antimicrobiana exige uma resposta que ultrapasse ações exclusivamente individuais ou hospitalares. O enfrentamento do problema depende da articulação entre assistência à saúde, vigilância epidemiológica, vigilância sanitária, vigilância laboratorial, farmacovigilância, educação em saúde, gestão e formulação de políticas públicas. A adoção de programas de gerenciamento do uso de antimicrobianos, a melhoria das práticas de prevenção e controle de infecções, a ampliação da capacidade diagnóstica e a qualificação dos profissionais de saúde são estratégias essenciais para reduzir o uso desnecessário desses medicamentos e retardar a disseminação da resistência.

Outro aspecto fundamental está relacionado à abordagem de Saúde Única (*One Health*), que reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal e ambiental. A resistência antimicrobiana não se limita aos serviços de saúde, uma vez que microrganismos resistentes e genes de resistência podem circular entre pessoas, animais, alimentos e diferentes compartimentos ambientais. O uso de antimicrobianos na produção animal, a contaminação ambiental por resíduos de medicamentos e microrganismos resistentes e as condições de saneamento podem contribuir para a complexidade do fenômeno. Dessa forma, estratégias efetivas precisam considerar ações intersetoriais e coordenadas que

contemplem diferentes fontes e vias de disseminação da resistência.

No Brasil, o enfrentamento da resistência aos antimicrobianos apresenta desafios relacionados às dimensões continentais do país, às desigualdades regionais na oferta de serviços e recursos laboratoriais, às diferentes condições de acesso à assistência e à necessidade de ampliar a integração entre sistemas de vigilância. Além disso, a promoção do uso racional de antimicrobianos exige ações permanentes de educação da população e dos profissionais, associadas à fiscalização, ao monitoramento do consumo e ao fortalecimento das estratégias de prevenção e controle de infecções. A produção de informações epidemiológicas e laboratoriais confiáveis é igualmente necessária para subsidiar decisões clínicas e políticas públicas adequadas às diferentes realidades do território nacional.

Diante desse cenário, torna-se necessário compreender a resistência antimicrobiana como um fenômeno multifatorial que exige articulação entre diferentes campos do conhecimento e diferentes níveis de atenção e vigilância. A integração entre vigilância, toxicologia e saúde pública pode contribuir para uma abordagem mais ampla do problema, associando o monitoramento da resistência à avaliação da segurança dos medicamentos, à prevenção de eventos adversos, ao uso racional de antimicrobianos e à formulação de estratégias de proteção coletiva. Essa perspectiva também favorece a construção de respostas alinhadas aos princípios da Saúde Única e às necessidades contemporâneas de enfrentamento da resistência.

Diante do exposto, este capítulo tem como objetivo analisar a resistência aos antimicrobianos a partir de uma abordagem integrada entre vigilância, toxicologia e saúde pública, destacando os fatores associados à emergência e disseminação da resistência, os riscos relacionados

ao uso inadequado de antimicrobianos e as principais estratégias de prevenção, monitoramento e enfrentamento do problema.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, método que possibilita reunir, sistematizar e analisar criticamente resultados provenientes de diferentes delineamentos de pesquisa sobre uma temática específica. Essa abordagem permite integrar evidências científicas de natureza diversa, favorecendo uma compreensão ampliada do fenômeno investigado e possibilitando a identificação de tendências, lacunas do conhecimento e implicações para a prática profissional, a gestão, a vigilância e a formulação de políticas públicas. Para este capítulo, a revisão integrativa foi escolhida por possibilitar a articulação de evidências relacionadas à resistência aos antimicrobianos com aspectos de vigilância, toxicologia, segurança do paciente e saúde pública.

A condução da revisão foi fundamentada nas etapas propostas por Mendes *et al.* (2008),

contemplando a identificação do tema e a definição da questão norteadora; estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; definição das estratégias de busca; seleção das publicações; extração e organização dos dados; avaliação crítica das evidências; interpretação dos resultados; e apresentação da síntese do conhecimento produzido. Como estratégia complementar de transparência e organização da revisão, foram consideradas as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020), especialmente no que se refere à descrição das etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos.

A questão norteadora foi estruturada a partir da estratégia PICO, considerando a necessidade de relacionar a população exposta ao problema da resistência antimicrobiana às estratégias de vigilância, segurança e uso racional dos antimicrobianos e aos respectivos desfechos em saúde pública. A utilização dessa estratégia possibilitou delimitar os principais componentes da pergunta de pesquisa e orientar a seleção das evidências relacionadas ao objetivo do capítulo. O **Quadro 39.1** mostra a estratégia PICO.

Quadro 39.1 Estratégia PICO utilizada para formulação da questão norteadora

Elemento	Descrição
P (Population)	Populações humanas, pacientes e comunidades expostas ao uso de antimicrobianos e/ou ao impactos da resistência antimicrobiana.
I (Intervention/ Interest)	Estratégias de vigilância, prevenção e controle da resistência, uso racional de antimicrobianos, monitoramento de eventos adversos, avaliação toxicológica e ações de saúde pública.
C (Comparison)	Ausência de estratégias, diferentes modelos de vigilância ou diferentes abordagens de prevenção e controle, quando disponíveis nos estudos.
O (Outcome)	Resistência antimicrobiana, eventos adversos, toxicidade, segurança do paciente, consumo de antimicrobianos, controle de infecções e desfechos relacionados à saúde pública.

A partir da estrutura PICO, estabeleceu-se a seguinte questão norteadora: Quais são as evidências científicas sobre a resistência aos antimicrobianos e de que maneira a integração entre vigilância, toxicologia e saúde pública pode

contribuir para sua prevenção, monitoramento e enfrentamento?

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Biblioteca Vir-

tual em Saúde (BVS), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Web of Science e Scopus, quando disponíveis, utilizando fontes reconhecidas nas áreas de saúde, farmacologia, toxicologia, epidemiologia e saúde pública. O Google Acadêmico foi considerado como ferramenta complementar para identificação de publicações potencialmente relevantes. Também foram consultados documentos técnicos e institucionais de organismos nacionais e internacionais, incluindo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), o Ministério da Saúde e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), devido à relevância dessas instituições para o monitoramento da resistência antimicrobiana, segurança de medicamentos e formulação de políticas públicas.

Para a construção das estratégias de busca, foram utilizados descritores controlados dos vocabulários *Medical Subject Headings* (MeSH) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR. Entre os principais termos considerados estiveram “*Antimicrobial Resistance*”, “*Microbial Drug Resistance*”, “*Antimicrobial Stewardship*”, “*Pharmacovigilance*”, “*Drug-Related Side Effects and Adverse Reactions*”, “*Toxicology*”, “*Public Health*”, “*Health Surveillance*”, “*Infection Control*” e “*One Health*”, além dos correspondentes descritores em português.

As estratégias de busca foram adaptadas de acordo com as especificidades de indexação de cada base de dados. Entre as combinações utilizadas como referência, destacam-se: (“*Antimicrobial Resistance*” OR “*Microbial Drug Resistance*”) AND (“*Antimicrobial Stewardship*” OR “*Rational Use of Medicines*”) AND (“*Public Health*” OR “*Health Surveillance*”). Também

foram consideradas combinações direcionadas aos aspectos toxicológicos e de segurança, como: (“*Antimicrobial Resistance*”) AND (“*Toxicology*” OR “*Adverse Drug Reactions*” OR “*Drug Safety*”) AND (“*Public Health*” OR “*Health Surveillance*”). A utilização de diferentes combinações teve como finalidade ampliar a recuperação de estudos relacionados simultaneamente à resistência, à vigilância, à segurança dos medicamentos e às estratégias de saúde pública.

Foram estabelecidos como critérios de inclusão artigos científicos publicados preferencialmente entre 2021 e 2026, disponíveis integralmente, nos idiomas português, inglês ou espanhol, que abordassem diretamente a resistência aos antimicrobianos, o uso racional desses medicamentos, estratégias de vigilância, farmacovigilância, toxicidade e eventos adversos relacionados aos antimicrobianos, prevenção e controle de infecções, políticas públicas ou estratégias de enfrentamento da resistência. Também foram considerados documentos técnicos e normativos de instituições nacionais e internacionais reconhecidas, desde que apresentassem relação direta com o objetivo do capítulo.

Como critérios de exclusão foram considerados estudos duplicados, editoriais, cartas ao editor, resumos publicados exclusivamente em anais de eventos, textos opinativos sem fundamentação científica, estudos sem relação direta com a questão norteadora, publicações sem acesso ao texto completo e trabalhos que não apresentassem informações relevantes para a integração entre resistência antimicrobiana, vigilância, toxicologia e saúde pública. Estudos exclusivamente pré-clínicos foram excluídos quando não apresentavam contribuição direta para a compreensão dos aspectos abordados no capítulo.

O processo de seleção dos estudos foi organizado em etapas sucessivas de identificação,

triagem, avaliação de elegibilidade e inclusão, em consonância com as recomendações do PRISMA 2020. Inicialmente, foram analisados títulos e resumos das publicações recuperadas, buscando identificar estudos potencialmente relacionados ao objetivo da revisão. Posteriormente, os textos considerados pertinentes foram avaliados integralmente, verificando-se sua adequação aos critérios previamente estabelecidos. Não foram atribuídos quantitativos artificiais de estudos identificados, excluídos ou incluídos, uma vez que esses números devem corresponder exclusivamente aos resultados efetivamente obtidos durante a execução da busca bibliográfica.

A avaliação das evidências considerou o delineamento metodológico dos estudos selecionados, sua pertinência em relação à questão norteadora, a consistência dos resultados apresentados e sua contribuição para a compreensão do fenômeno investigado. Estudos de maior robustez metodológica, como revisões sistemáticas, metanálises, ensaios clínicos, estudos observacionais bem delineados e documentos técnicos de organismos oficiais, receberam maior atenção na interpretação das evidências, sem desconsiderar estudos qualitativos ou descritivos relevantes para a compreensão das dimensões sociais, sanitárias e organizacionais da resistência antimicrobiana.

A extração dos dados foi realizada mediante leitura crítica e organização das informações relacionadas ao autor e ano de publicação, objetivo, delineamento metodológico, população estudada, contexto da investigação, principais achados, aspectos relacionados à resistência antimicrobiana, estratégias de vigilância, eventos adversos ou aspectos toxicológicos, implicações para a segurança do paciente e contribuições para a saúde pública. Posteriormente, as evidências foram agrupadas por aproximação

temática, permitindo identificar convergências, divergências e lacunas na literatura.

Para a análise e síntese dos resultados, foram estabelecidas categorias temáticas relacionadas aos principais eixos do capítulo: resistência aos antimicrobianos como problema de saúde pública; fatores associados à emergência e disseminação da resistência; vigilância epidemiológica e laboratorial; vigilância sanitária e regulação; toxicologia e segurança dos antimicrobianos; uso racional e gerenciamento da terapia antimicrobiana; prevenção e controle de infecções; e abordagem integrada de Saúde Única (*One Health*). A categorização permitiu organizar as evidências de forma crítica e compreender a resistência antimicrobiana como fenômeno multifatorial que exige respostas interdisciplinares e intersetoriais.

Quanto aos aspectos éticos, por se tratar de uma revisão integrativa baseada exclusivamente em dados secundários provenientes de publicações científicas e documentos públicos, não houve necessidade de submissão do estudo a Comitê de Ética em Pesquisa. Entretanto, foram observados os princípios de integridade científica, transparência metodológica, fidelidade às informações disponíveis e adequada identificação das fontes consultadas, evitando-se a reprodução indevida de conteúdos e assegurando-se a correta atribuição das evidências aos respectivos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das evidências científicas e dos documentos técnicos selecionados demonstra que a resistência aos antimicrobianos constitui um fenômeno multifatorial, determinado pela interação entre fatores microbiológicos, clínicos, comportamentais, ambientais, econômicos e sanitários. A resistência ocorre quando mi-

crorganismos deixam de responder adequadamente aos medicamentos destinados ao seu controle, dificultando o tratamento das infecções e aumentando o risco de disseminação, doença grave e morte. A Organização Mundial da Saúde reconhece atualmente a resistência antimicrobiana como uma das principais ameaças à saúde global, destacando que seu enfrentamento depende de ações articuladas entre vigilância, prevenção, uso racional de medicamentos e abordagem multissetorial.

Os dados epidemiológicos recentes reforçam a dimensão do problema. Segundo a Organização Mundial da Saúde, a resistência bacteriana esteve associada a mais de 4,7 milhões de mortes globalmente em 2021, enquanto aproximadamente uma em cada seis infecções bacterianas confirmadas em laboratório no mundo apresentou resistência aos antibióticos em 2023. Além disso, entre 2018 e 2023, houve aumento da resistência em mais de 40% das combinações patógeno-antibiótico monitoradas pela OMS. Esses dados demonstram que a resistência não representa apenas uma possibilidade futura, mas uma realidade epidemiológica que já interfere na capacidade de prevenção e tratamento das doenças infecciosas.

Resistência aos antimicrobianos como problema de saúde pública

A resistência antimicrobiana produz consequências que ultrapassam o indivíduo infectado. Quando os medicamentos de primeira escolha deixam de ser eficazes, aumenta a necessidade de utilizar alternativas terapêuticas que podem apresentar maior custo, maior toxicidade, menor disponibilidade ou necessidade de administração hospitalar. Consequentemente, o fenômeno pode prolongar internações, ampliar a utilização de recursos de saúde e comprometer a segurança dos pacientes. A resistência também representa ameaça a procedimentos que

dependem da prevenção e do tratamento eficaz de infecções, incluindo cirurgias, transplantes e determinados tratamentos imunossupressores e oncológicos.

A emergência da resistência está relacionada, entre outros fatores, ao uso inadequado e excessivo de antimicrobianos. A pressão seletiva provocada pela exposição aos medicamentos favorece a sobrevivência e a disseminação de microrganismos capazes de resistir ao tratamento. Entretanto, reduzir a discussão à responsabilidade individual do paciente seria insuficiente, uma vez que prescrição, dispensação, acesso aos serviços, disponibilidade de diagnóstico, práticas de prevenção de infecções e organização dos sistemas de saúde também influenciam o consumo e a utilização desses medicamentos. A própria OMS aponta o uso inadequado e excessivo dos antimicrobianos como importantes fatores de desenvolvimento e disseminação da resistência.

Nesse sentido, estratégias de gerenciamento do uso de antimicrobianos tornam-se fundamentais. O chamado antimicrobial stewardship busca promover a utilização adequada desses medicamentos, considerando indicação clínica, escolha do agente, dose, via de administração, duração do tratamento e necessidade de reavaliação terapêutica. No Brasil, a ANVISA mantém iniciativas voltadas à implementação de programas de gerenciamento de antimicrobianos nos serviços de saúde, articulando ações de vigilância, controle de infecções e segurança do paciente.

Vigilância epidemiológica e laboratorial

A vigilância constitui componente essencial da resposta à resistência antimicrobiana porque permite transformar informações microbiológicas e epidemiológicas em conhecimento útil para a tomada de decisão. O monitoramento dos

padrões de resistência permite reconhecer mudanças na sensibilidade dos microrganismos, identificar ameaças emergentes, orientar protocolos terapêuticos e subsidiar políticas públicas. Nesse contexto, a vigilância laboratorial apresenta importância particular, uma vez que a identificação do agente infeccioso e de seu perfil de suscetibilidade pode contribuir para uma escolha terapêutica mais precisa.

Em escala internacional, o *Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System* (GLASS), coordenado pela OMS, busca padronizar a coleta, análise, interpretação e compartilhamento de dados sobre resistência e uso de antimicrobianos. A iniciativa permite comparar tendências entre diferentes países e fortalecer a capacidade de vigilância nacional, embora ainda existam lacunas importantes relacionadas à qualidade, cobertura e representatividade dos dados.

No Brasil, a vigilância da resistência aos antimicrobianos também integra as ações de prevenção e controle de infecções relacionadas à assistência à saúde. A ANVISA disponibiliza orientações nacionais para vigilância e notificação de indicadores relacionados às infecções e à resistência antimicrobiana em serviços de saúde, reforçando a necessidade de produção sistemática de informações para orientar medidas de prevenção e controle.

A qualidade da vigilância, entretanto, depende da capacidade dos serviços de produzir dados confiáveis, oportunos e representativos. Limitações laboratoriais, desigualdades regionais, subnotificação, dificuldades de integração dos sistemas de informação e ausência de padronização podem reduzir a capacidade de identificar precocemente mudanças no perfil de resistência. Por isso, o fortalecimento da infraestrutura laboratorial e da qualificação dos profissionais deve ser compreendido como investimento estratégico em saúde pública.

Vigilância sanitária e regulação

A vigilância sanitária desempenha função complementar à vigilância epidemiológica e laboratorial, atuando sobre produtos, serviços, ambientes e práticas que podem produzir riscos à saúde. No campo da resistência antimicrobiana, sua atuação pode envolver medidas relacionadas à qualidade e segurança dos medicamentos, controle de produtos e serviços de saúde, prevenção e controle de infecções, monitoramento e fiscalização sanitária.

Uma iniciativa brasileira recente evidencia a expansão dessa perspectiva. A ANVISA instituiu, para o biênio 2025/2026, um projeto-piloto do Programa Nacional de Monitoramento de Microrganismos Resistentes e Resíduos de Antimicrobianos em Alimentos. O programa busca avaliar a presença e o perfil de resistência de microrganismos em alimentos comercializados no varejo, além de detectar e quantificar resíduos de antimicrobianos, articulando ANVISA, vigilâncias estaduais e municipais e laboratórios oficiais de saúde pública.

Essa iniciativa apresenta relevância porque amplia a compreensão da resistência para além do ambiente hospitalar e da assistência humana. A presença de microrganismos resistentes e resíduos de antimicrobianos em alimentos evidencia a necessidade de integrar diferentes setores e fontes de exposição. Dessa forma, a vigilância sanitária contribui para produzir informações que podem apoiar políticas públicas, medidas regulatórias e estratégias de prevenção baseadas em evidências.

Toxicologia, eventos adversos e segurança dos antimicrobianos

A dimensão toxicológica deve ser integrada à discussão da resistência, mas sem estabelecer uma equivalência entre os dois fenômenos. A resistência antimicrobiana está relacionada à capacidade dos microrganismos de sobreviver à

ação dos medicamentos, enquanto a toxicologia concentra-se nos efeitos nocivos decorrentes da exposição a substâncias químicas e medicamentos. Apesar de distintos, esses campos convergem na necessidade de promover utilização segura, racional e adequadamente monitorada dos antimicrobianos.

Os antimicrobianos podem produzir eventos adversos de diferentes naturezas, dependendo do fármaco, da dose, da duração do tratamento, das características individuais do paciente e das interações com outros medicamentos. Reações adversas, alterações gastrointestinais, efeitos hepáticos ou renais, alterações hematológicas, manifestações neurológicas e reações de hipersensibilidade podem ocorrer com diferentes medicamentos e exigem avaliação clínica apropriada. A análise desses eventos é importante tanto para a segurança individual quanto para o aprimoramento das práticas de prescrição e monitoramento.

Nesse cenário, a farmacovigilância apresenta papel complementar à vigilância da resistência. O acompanhamento dos eventos adversos permite reconhecer padrões de segurança, identificar possíveis sinais relacionados a medicamentos e contribuir para decisões clínicas e regulatórias. A integração dessas informações com dados de consumo, padrões de resistência e indicadores de vigilância pode ampliar a compreensão dos efeitos produzidos pelo uso de antimicrobianos em diferentes populações.

Além disso, a preocupação toxicológica reforça a importância de evitar tratamentos desnecessários ou inadequadamente prolongados. O objetivo do uso racional não consiste apenas em preservar a efetividade antimicrobiana, mas também em reduzir a exposição desnecessária dos indivíduos a potenciais eventos adversos. Assim, decisões terapêuticas adequadas devem considerar simultaneamente a necessidade do

tratamento, a probabilidade de benefício, os riscos associados e as características clínicas do paciente.

Uso racional e gerenciamento de antimicrobianos

O uso racional constitui uma das estratégias mais importantes para reduzir a pressão seletiva exercida pelos antimicrobianos. A seleção do medicamento deve estar fundamentada na indicação clínica, na suspeita ou confirmação etiológica, nos padrões locais de resistência, nas características do paciente e nas recomendações terapêuticas disponíveis. Sempre que possível, a utilização de dados microbiológicos deve contribuir para a revisão da terapia e para o direcionamento do tratamento.

Os programas de gerenciamento de antimicrobianos podem atuar nesse processo por meio de protocolos institucionais, auditoria de prescrições, acompanhamento farmacoterapêutico, educação permanente e monitoramento de indicadores. A atuação multiprofissional é particularmente importante, pois médicos, farmacêuticos, enfermeiros, microbiologistas, profissionais de controle de infecção e gestores podem contribuir de diferentes maneiras para qualificar a utilização desses medicamentos.

No Brasil, a ANVISA desenvolve ações específicas para estimular a implementação de programas de gerenciamento de antimicrobianos em serviços de saúde. Essas iniciativas reforçam que o enfrentamento da resistência não depende apenas do desenvolvimento de novos medicamentos, mas também da preservação da efetividade dos tratamentos disponíveis por meio de práticas assistenciais adequadas.

Saúde pública e abordagem *One Health*

A resistência antimicrobiana exige uma perspectiva ampliada porque os determinantes e as vias de disseminação dos microrganismos resistentes não estão restritos ao ser humano. A

abordagem *One Health* reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal, vegetal e ambiental e propõe ações coordenadas entre diferentes setores e disciplinas. A OMS destaca que essa integração é especialmente relevante para problemas como resistência antimicrobiana, segurança dos alimentos e doenças infecciosas.

Na prática, essa perspectiva implica reconhecer que o uso de antimicrobianos em humanos, animais e outros sistemas produtivos pode exercer pressões seletivas distintas, enquanto resíduos de medicamentos e microrganismos resistentes podem circular por diferentes ambientes. A prevenção, portanto, exige medidas que envolvam assistência à saúde, produção animal, agricultura, segurança alimentar, saneamento, gestão ambiental e vigilância.

A atualização do Plano de Ação Global sobre Resistência Antimicrobiana para o período 2026–2036, aprovada pela Assembleia Mundial da Saúde em maio de 2026, reforça justamente essa perspectiva integrada. O plano estabelece uma estrutura global de Saúde Única para orientar ações coordenadas durante a próxima década, envolvendo saúde humana, animal, sistemas alimentares e ambiente.

Desafios e perspectivas para o Brasil

No contexto brasileiro, o enfrentamento da resistência antimicrobiana requer fortalecimento contínuo da vigilância, ampliação da capacidade diagnóstica, qualificação dos serviços de saúde e integração entre diferentes níveis de gestão. A diversidade territorial e as desigualdades na infraestrutura sanitária e laboratorial tornam necessário desenvolver estratégias capazes de considerar diferentes realidades regionais.

Outro desafio consiste em integrar os dados produzidos por diferentes sistemas e setores. Informações provenientes de laboratórios, servi-

ços de saúde, vigilância sanitária, farmacovigilância e programas de gerenciamento de antimicrobianos podem apresentar maior utilidade quando analisadas conjuntamente. A interoperabilidade e a qualidade dos dados podem favorecer respostas mais rápidas diante da identificação de padrões emergentes de resistência.

A educação em saúde também constitui componente indispensável. Profissionais e população precisam compreender que antimicrobianos não devem ser utilizados de maneira indiscriminada e que sua utilização inadequada pode produzir consequências individuais e coletivas. A comunicação deve ser construída de maneira acessível, evitando responsabilizar exclusivamente o usuário e considerando também os determinantes sociais, organizacionais e regulatórios que influenciam o acesso e o uso desses medicamentos.

Por fim, o enfrentamento da resistência antimicrobiana deve ser compreendido como uma responsabilidade compartilhada entre governo, serviços de saúde, profissionais, instituições acadêmicas, setor produtivo e sociedade. A integração entre vigilância epidemiológica, vigilância laboratorial, vigilância sanitária, farmacovigilância, toxicologia, assistência e políticas públicas permite uma abordagem mais abrangente do problema. A adoção da perspectiva *One Health* amplia ainda mais essa capacidade ao reconhecer que a proteção da saúde humana depende da articulação com a saúde animal e a preservação dos ecossistemas.

Em síntese, as evidências analisadas indicam que a resistência aos antimicrobianos não pode ser enfrentada por uma única intervenção. O problema demanda ações combinadas de vigilância, prevenção e controle de infecções, uso racional de medicamentos, gerenciamento da terapia antimicrobiana, monitoramento toxicológico, educação em saúde e políticas públicas intersetoriais. A articulação dessas estratégias é

fundamental para preservar a efetividade dos antimicrobianos, reduzir riscos relacionados à farmacoterapia e fortalecer a capacidade dos sistemas de saúde de responder às infecções resistentes.

DISCUSSÃO CRÍTICA DOS ESTUDOS

A resistência aos antimicrobianos constitui um problema complexo de saúde pública, exigindo ações integradas de vigilância, prevenção, diagnóstico, uso racional e controle. Os estudos analisados demonstram que seu enfrentamento não depende apenas do desenvolvimento de novos medicamentos, mas também da preservação da eficácia dos antimicrobianos existentes e da redução de seu uso inadequado.

A vigilância é fundamental para acompanhar os padrões de resistência e orientar decisões clínicas e sanitárias. O aprimoramento dos métodos laboratoriais também permite identificar com maior rapidez os mecanismos de resistência, contribuindo para respostas mais eficientes (CANTÓN *et al.*, 2023; YANG *et al.*, 2024).

A perspectiva *One Health* amplia essa discussão ao reconhecer que a resistência pode circular entre seres humanos, animais e ambiente. Água, alimentos, resíduos e atividades agropecuárias podem contribuir para sua disseminação, tornando necessária a integração entre diferentes setores e sistemas de vigilância (DELPY *et al.*, 2024; JARLIER, 2024; MARTAK *et al.*, 2024).

No Brasil, iniciativas da Anvisa voltadas à vigilância da resistência e ao monitoramento de microrganismos resistentes e resíduos de antimicrobianos reforçam a importância da produção e integração de dados para prevenção e controle.

Embora resistência antimicrobiana e toxicidade sejam fenômenos distintos, ambos estão

relacionados ao uso seguro e racional dos medicamentos. O uso inadequado de antimicrobianos pode favorecer a seleção de microrganismos resistentes e aumentar a exposição dos pacientes a eventos adversos evitáveis.

Nesse contexto, o antimicrobial *stewardship* contribui para qualificar o uso dos antimicrobianos e fortalecer a segurança terapêutica. A atuação farmacêutica destaca-se na avaliação de prescrições, acompanhamento da farmacoterapia, identificação de problemas relacionados aos medicamentos e educação em saúde (SEFAH *et al.*, 2024; MARINS *et al.*, 2024).

O enfrentamento também depende da atuação multiprofissional e de medidas preventivas, como vacinação, higiene das mãos, saneamento, acesso à água segura, diagnóstico adequado e educação em saúde. Assim, a resistência antimicrobiana deve ser tratada de forma preventiva, integrada e intersetorial, articulando vigilância, uso racional, *stewardship*, toxicologia, farmacovigilância e Saúde Única para proteger a população e preservar a eficácia dos antimicrobianos.

CONCLUSÃO

A resistência aos antimicrobianos constitui um problema complexo de saúde pública, relacionado ao uso inadequado de medicamentos, às falhas na prevenção e controle de infecções e à circulação de microrganismos resistentes entre seres humanos, animais e ambiente. Seu enfrentamento exige vigilância epidemiológica, laboratorial e sanitária integrada, diagnóstico adequado, prevenção, uso racional e programas de gerenciamento de antimicrobianos. Nesse contexto, a farmacovigilância e a toxicologia também contribuem para a identificação de eventos adversos, exposições e riscos relacionados aos antimicrobianos, favorecendo maior segurança terapêutica.

Conclui-se que a perspectiva de Saúde Única é fundamental para enfrentar a resistência antimicrobiana, considerando a interação entre saúde humana, animal, alimentos e meio ambiente. A atuação multiprofissional, o fortalecimento da capacidade laboratorial, a integração dos sistemas de informação, a educação em saúde e a implementação de políticas públicas

são estratégias essenciais para reduzir seus impactos. Assim, a articulação entre vigilância, toxicologia, uso racional, *stewardship* e saúde pública pode contribuir para preservar a efetividade dos antimicrobianos, promover a segurança da população e fortalecer a sustentabilidade dos sistemas de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Programa Nacional de Monitoramento de Microorganismos Resistentes e Resíduos de Antimicrobianos em Alimentos (AMR): projeto piloto. Brasília: Anvisa, 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Manual de coleta, acondicionamento, transporte e análise: Programa Nacional de Monitoramento de Microorganismos Resistentes e Resíduos de Antimicrobianos em Alimentos. Brasília: Anvisa, 2025.

MARINS, T.A. *et al.* Evaluation of interventions led by pharmacists in antimicrobial stewardship programs in low- and middle-income countries: a systematic literature review. *Antimicrobial Stewardship & Healthcare Epidemiology*, v. 4, e198, 2024. doi: 10.1017/ash.2024.342.

SEFAH, I.A. *et al.* The impact of antimicrobial stewardship interventions on appropriate use of surgical antimicrobial prophylaxis in low- and middle-income countries: a systematic review. *Systematic Reviews*, v. 13, p. 306, 2024. doi: 10.1186/s13643-024-02731-w.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Antimicrobial resistance. Geneva: WHO, 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. The World Health Assembly adopts updated Global Action Plan on Antimicrobial Resistance (2026–2036). Geneva: WHO, 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Implementing the global action plan on antimicrobial resistance: second quadripartite biennial report. Geneva: WHO, 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Blueprint for strengthening responses to fungal disease and antifungal resistance. Geneva: WHO, 2026.