

Campus Colorado do Oeste
Coordenação do Curso Medicina Veterinária

MARIANA SANTOS VIEIRA

**A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS NO
LEITE E SEU PAPEL NO CONCEITO DE SAÚDE ÚNICA (ONE HEALTH)**

COLORADO DO OESTE-RO

2026

MARIANA SANTOS VIEIRA

**A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS NO
LEITE E SEU PAPEL NO CONCEITO DE SAÚDE ÚNICA (ONE HEALTH)**

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel junto ao Curso Medicina Veterinária, sob a orientação do professor Matheus Henrique Nogueira.

COLORADO DO OESTE-RO

2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Vieira, Mariana Santos.

A importância do monitoramento de resíduos de antibióticos no leite e seu papel no conceito de Saúde Única (One Health) / Mariana Santos Vieira. - Colorado do Oeste, 2026.
35 f. : il.

Orientador(a): Prof. Matheus Henrique Nogueira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste, 2026.

1. Leite. 2. Resíduos de antibióticos. 3. Resistência antimicrobiana. 4. Monitoramento. 5. Saúde Única. I. Nogueira, Matheus Henrique (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140

MARIANA SANTOS VIEIRA

A importância do monitoramento de resíduos de antibióticos no leite e seu papel no conceito de Saúde Única (One Health)

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel junto ao Curso Medicina Veterinária, sob a orientação do professor Matheus Henrique Nogueira.

Aprovado em: 19/08/2026 pela banca examinadora.

Documento assinado digitalmente
 **LUCAS VERISSIMO DOS SANTOS**
Data: 22/08/2026 22:04:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof Esp. Lucas Veríssimo dos Santos

Documento assinado digitalmente
 **ALINE KAROLAYNE FERREIRA VALIM**
Data: 24/08/2026 12:00:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Aline Karolayne Ferreira Valim.

Documento assinado digitalmente
 **CLAUDIO DA SILVA ALMEIDA**
Data: 21/08/2026 22:31:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Claudio da Silva Almeida

Documento assinado digitalmente
 **MATHEUS HENRIQUE NOGUEIRA**
Data: 21/08/2026 11:13:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Matheus Henrique Nogueira

“Dedico este trabalho à Deus, aos meus pais Angelita e Joanas, ao meu esposo Ademir, a todos de minha família, pelo apoio constante; as minhas amigas Vanessa, Claudia, Joicy Kamilla e Rafaela pelo apoio e incentivo; e ao meu orientador Matheus, pela orientação, compreensão e sabedoria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser tão incrível comigo e por permitir que eu recebesse a graça de me formar em Medicina Veterinária. Aos meus pais, Angelita e Joanas, pelo amor e apoio incondicional desde 2018, quando entrei no IFRO, no curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, e pelas orações constantes de toda a família. Aos meus irmãos, Marta e Ronaldo, pela cumplicidade em minha vida.

Ao meu marido, Ademir, por ser meu apoio, meu colo, minha proteção e o amor da minha vida. Você foi essencial no decorrer dessa caminhada, que teve seus altos e baixos, mas permaneceu firme, segurando a minha mão.

Às minhas amigas Vanessa, minha amiga desde a infância, Claudia, Rayssa, Joicy, Kamilla e Rafaela Navas, que foram amigas e companheiras durante a minha formação em Medicina Veterinária. Os dias foram mais leves com vocês. Vocês me deram força, incentivo, apoio, elogios e muitas boas risadas. Essas lembranças sempre ficarão guardadas em minha memória. Obrigada, meninas, por terem sido incríveis comigo.

À Rosi, por ser uma grande incentivadora durante meu estágio obrigatório no IFRO, por ter depositado confiança em mim e em minha amiga Joicy, por ampliar nossos conhecimentos e nos mostrar diversas possibilidades para o mercado de trabalho.

Ao meu orientador, Matheus Henrique Nogueira, obrigada por toda a sua dedicação, perseverança, paciência e sabedoria ao longo da faculdade e durante a realização deste trabalho. Minha eterna gratidão.

A todos os docentes dos cursos de Medicina Veterinária, Zootecnia, Biologia e Agronomia que participaram da minha trajetória de formação, por todos os conhecimentos transmitidos, por toda a dedicação na preparação das aulas teóricas e práticas e pelas diversas disciplinas ensinadas. Obrigada pelo tempo e pelo amor que cada um de vocês dedica à profissão. Minha sincera gratidão.

*"Pois o Senhor dá a sabedoria, e da sua boca
vem o conhecimento e o discernimento"*
Provérbios 2:6.

A importância do monitoramento de resíduos de antibióticos no leite e seu papel no conceito de Saúde Única (One Health)

RESUMO: A presença de resíduos de antibióticos no leite representa um importante desafio para a saúde pública, a segurança dos alimentos e a cadeia produtiva leiteira, estando diretamente relacionada aos princípios da Saúde Única (One Health). O objetivo deste trabalho foi analisar a importância do monitoramento de resíduos de antibióticos no leite e sua relação com a resistência antimicrobiana e a segurança dos alimentos. Trata-se de uma revisão bibliográfica realizada por meio da consulta a artigos científicos, documentos oficiais e publicações nacionais e internacionais relacionadas ao tema. Os estudos analisados evidenciam que o uso inadequado de antimicrobianos em animais produtores de leite, associado principalmente ao descumprimento dos períodos de carência, pode favorecer a ocorrência de resíduos no leite e contribuir para a seleção e disseminação da resistência antimicrobiana. Nesse contexto, métodos de triagem, como o teste rápido TwinSensor BT, e métodos instrumentais, incluindo a cromatografia líquida de alta eficiência e técnicas cromatográficas acopladas à espectrometria de massas, são importantes para a detecção e quantificação de resíduos, contribuindo para o controle da qualidade e da segurança do leite destinado ao consumo. Conclui-se que o monitoramento sistemático dos resíduos de antibióticos, associado ao uso racional de antimicrobianos, à educação sanitária dos produtores e à atuação integrada de médicos-veterinários, indústria de laticínios e órgãos de fiscalização, é fundamental para reduzir os riscos relacionados aos resíduos e à resistência antimicrobiana. Essas ações contribuem para a proteção da saúde humana, animal e ambiental, fortalecendo os princípios da Saúde Única e favorecendo a produção de leite seguro e de qualidade.

Palavras-chave: leite; resíduos de antibióticos; resistência antimicrobiana; monitoramento; Saúde Única.

ABSTRACT: The presence of antibiotic residues in milk represents an important challenge to public health, food safety, and the dairy production chain, being directly related to the principles of One Health. This study aimed to analyze the importance of monitoring antibiotic residues in milk and their relationship with antimicrobial resistance and food safety. A literature review was conducted based on scientific articles, official documents, and national and international publications related to the topic. The studies analyzed indicate that the inappropriate use of antimicrobials in dairy animals, particularly when withdrawal periods are not properly observed, may contribute to the occurrence of residues in milk and to the selection and dissemination of antimicrobial resistance. In this context, screening methods, such as the TwinSensor BT rapid test, and instrumental methods, including high-performance liquid chromatography and chromatographic techniques coupled with mass spectrometry, are important for the detection and quantification of residues, contributing to the quality control and safety of milk intended for consumption. It is concluded that systematic monitoring of antibiotic residues, combined with the rational use of antimicrobials, health education for farmers, and integrated actions involving veterinarians, the dairy industry, and regulatory authorities, is essential to reduce risks associated with antibiotic residues and antimicrobial resistance. These actions contribute to protecting human, animal, and environmental health, strengthening the principles of One Health and promoting the production of safe and high-quality milk.

Keywords: milk; antibiotic residues; antimicrobial resistance; monitoring; One Health.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO OU BIBLIOGRÁFICO	12
2.1 Resíduos de antibióticos no leite.....	12
2.2 Limites máximos de resíduos de antibióticos veterinários em alimentos de origem animal.....	13
2.3 Riscos à saúde humana associados aos resíduos de antibióticos no leite.....	16
2.4 Monitoramento e métodos analíticos para detecção de resíduos de antibióticos no leite	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS	27
ANEXO	31

1.INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira brasileira apresenta importante relevância econômica e social, contribuindo para a geração de renda, emprego e produção de alimentos em diferentes regiões do país (Andrade *et al.*, 2023). O Brasil ocupa posição de destaque na produção mundial de leite, sendo o terceiro maior produtor, com a atividade concentrada principalmente nas regiões Sul e Sudeste (FAO, 2024). Em 2023, foram captados aproximadamente 24,52 bilhões de litros de leite no país, representando crescimento de 2,5% em relação ao ano anterior (IBGE, 2024). Dessa forma, a manutenção da qualidade e da segurança do leite é fundamental tanto para a cadeia produtiva quanto para a saúde pública.

O leite apresenta elevado valor nutricional, sendo fonte de proteínas, aminoácidos, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais, especialmente cálcio, desempenhando importante papel na alimentação humana (Castellini; Barello; Bosio, 2023). Além do consumo direto, o leite constitui matéria-prima para a elaboração de diversos produtos lácteos, o que amplia sua importância econômica e nutricional (Pesca *et al.*, 2020). Por esse motivo, a qualidade do leite deve ser monitorada desde a produção até o processamento industrial, considerando aspectos relacionados à composição, às características físico-químicas, à qualidade microbiológica e à presença de contaminantes e resíduos de medicamentos veterinários (Martin, 2015).

Entre os problemas sanitários que afetam a produção leiteira, destaca-se a mastite, caracterizada pela inflamação da glândula mamária e considerada uma das principais enfermidades responsáveis por perdas econômicas na atividade leiteira. A doença pode provocar alterações na composição do leite, redução da produção, aumento dos custos com tratamento e descarte de leite, além de comprometer o bem-estar dos animais (Ajose *et al.*, 2022; Tomanić *et al.*, 2023).

O tratamento de casos de mastite de origem bacteriana frequentemente envolve a utilização de antimicrobianos, tornando esses medicamentos ferramentas importantes para o controle de infecções na produção leiteira (Treiber; Beranek-Knauer, 2021).

Entretanto, a utilização de antibióticos em animais produtores de leite exige atenção quanto à escolha do medicamento, dose, duração do tratamento e cumprimento do período de carência. O não cumprimento dessas recomendações pode favorecer a permanência de resíduos de medicamentos no leite destinado ao consumo humano (Martin, 2015; Ghimpețeanu *et al.*, 2022). Uma revisão sistemática recente demonstrou que a ocorrência de resíduos de antibióticos no leite bovino permanece uma preocupação relevante, especialmente em razão de práticas inadequadas de utilização de medicamentos veterinários e de falhas no cumprimento dos períodos de carência (Costa *et al.*, 2024).

A presença desses resíduos em concentrações superiores aos limites estabelecidos pela legislação constitui um problema de segurança dos alimentos, uma vez que a exposição aos medicamentos pode representar riscos à saúde dos consumidores (Mesfin; Mitiku; Admasu, 2024). Além dos possíveis efeitos toxicológicos, a exposição a antimicrobianos também desperta preocupação em relação à microbiota e à resistência antimicrobiana (RAM). Nesse sentido, o controle da presença de resíduos no leite deve ser compreendido não apenas como uma medida de controle de qualidade, mas também como uma estratégia de proteção da saúde pública (Khalifa *et al.*, 2024; Costa *et al.*, 2024).

A resistência antimicrobiana constitui um dos principais desafios contemporâneos para a saúde pública e apresenta relação direta com o conceito de Saúde Única (One Health), que reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal e ambiental (Wernji *et al.*, 2017; White *et al.*, 2019). A RAM não está restrita aos ambientes hospitalares ou à saúde humana, uma vez que microrganismos resistentes e genes de resistência podem circular entre animais, seres humanos, alimentos e diferentes compartimentos ambientais (Mdegela R. H. *et al.*, 2004; Hwengwere *et al.*, 2022). Dessa forma, a utilização de antimicrobianos na produção animal deve ser considerada dentro de uma abordagem integrada, especialmente quando se trata de animais destinados à produção de alimentos.

Na cadeia leiteira, essa relação torna-se particularmente importante, uma vez que o uso de antimicrobianos para o tratamento de enfermidades pode

resultar simultaneamente na presença de resíduos no leite e na seleção de microrganismos resistentes quando esses medicamentos são utilizados de forma inadequada. A presença de resíduos de antimicrobianos no ambiente também pode exercer pressão seletiva sobre populações bacterianas, favorecendo a manutenção e a disseminação de genes de resistência (Kanojiya *et al.*, 2026). Além disso, a transferência desses genes entre diferentes populações bacterianas pode contribuir para sua disseminação entre animais, seres humanos e ambiente, reforçando a necessidade de estratégias integradas de prevenção e controle da RAM (Dafale *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o monitoramento de resíduos de antibióticos no leite constitui uma ferramenta fundamental para a segurança dos alimentos. A utilização de métodos de triagem permite a identificação rápida de possíveis resíduos, enquanto métodos instrumentais, como a cromatografia líquida de alta eficiência e técnicas cromatográficas acopladas à espectrometria de massas, possibilitam maior sensibilidade e especificidade na identificação e quantificação dos compostos (Vercelli *et al.* 2023). A adoção de diferentes estratégias analíticas é particularmente importante para garantir que o leite destinado ao consumo esteja em conformidade com os limites máximos de resíduos estabelecidos pelas autoridades sanitárias.

Além do monitoramento analítico, a prevenção da ocorrência de resíduos depende da adoção de boas práticas na propriedade rural, do uso racional de antimicrobianos, do acompanhamento veterinário, do registro dos tratamentos realizados e, principalmente, do cumprimento dos períodos de carência. Essas medidas contribuem para reduzir a ocorrência de resíduos no leite e, simultaneamente, minimizar fatores associados à seleção e disseminação da resistência antimicrobiana (Martin, 2015; Costa *et al.*, 2024).

Dessa forma, o monitoramento de resíduos de antibióticos no leite deve ser compreendido como uma ação que ultrapassa o controle da qualidade do produto, envolvendo aspectos relacionados à saúde animal, à segurança dos alimentos, à saúde humana e ao equilíbrio ambiental. Essa abordagem está diretamente alinhada aos princípios da Saúde Única, que propõe a integração de diferentes

setores e áreas do conhecimento para enfrentar problemas complexos que afetam simultaneamente seres humanos, animais e ecossistemas (White *et al.*, 2019; MDEGELA, R. H. *et al.* 2004).

Portanto, a ingestão de leite com resíduos de antibióticos contribui para o surgimento de bactérias resistentes, além de afetar a produção de derivados lácteos devido à interferência nos processos fermentativos. Ademais, esse cenário contamina o ambiente em razão do descarte inadequado e do uso incorreto de antimicrobianos no tratamento de enfermidades como a mastite. Diante disso, o monitoramento de resíduos configura-se como uma estratégia indispensável para minimizar os prejuízos que a resistência antimicrobiana ocasiona na saúde humana, animal e ambiental.

2. REFERENCIAL TEÓRICO OU BIBLIOGRÁFICO

2.1 Resíduos de antibióticos no leite

Os resíduos de medicamentos veterinários correspondem às substâncias farmacologicamente ativas, seus metabólitos e outros compostos relacionados que podem permanecer nos alimentos provenientes de animais submetidos a tratamentos medicamentosos. No leite, a ocorrência desses resíduos está principalmente relacionada ao tratamento de enfermidades que acometem os animais produtores, especialmente a mastite, uma das principais doenças que afetam a atividade leiteira. Para garantir a segurança dos alimentos e proteger a saúde dos consumidores, são estabelecidos limites máximos de resíduos (LMR), que correspondem às concentrações máximas de determinadas substâncias que podem estar presentes nos alimentos de origem animal sem representar risco à saúde quando os medicamentos são utilizados de acordo com as boas práticas veterinárias (Ströher *et al.*, 2020; Mesfin; Mitiku; Admasu, 2024).

A mastite bovina apresenta etiologia predominantemente bacteriana e pode estar associada a diferentes agentes, entre os quais se destacam espécies dos gêneros *Staphylococcus* e *Streptococcus*, além de bactérias Gram-negativas, como *Escherichia coli* e *Klebsiella* spp. (Ruegg, 2017; Massé *et al.*, 2020; Ajose *et al.*, 2022). A identificação do agente envolvido é importante para a definição das estratégias de controle e tratamento, uma vez que a resposta aos antimicrobianos pode variar de acordo com o microrganismo e seu perfil de sensibilidade. A Tabela 1 (Anexo A) apresenta alguns dos principais microrganismos associados à mastite bovina e os antimicrobianos relatados na literatura para seu tratamento.

O tratamento da mastite com antimicrobianos, embora seja importante para o controle das infecções e para a manutenção da saúde dos animais, pode resultar na presença de resíduos no leite quando não são observadas as recomendações referentes à dose, duração do tratamento e período de carência.

Dessa forma, a utilização desses medicamentos deve estar associada ao acompanhamento médico-veterinário e ao cumprimento rigoroso das recomendações estabelecidas para cada princípio ativo (Treiber; Beranek-Knauer, 2021; Costa *et al.*, 2024). A ocorrência de resíduos também pode estar relacionada a falhas no registro dos tratamentos, utilização de medicamentos não autorizados para animais em lactação ou envio do leite para processamento antes do término do período de carência (Martin, 2015).

Na indústria de laticínios, a presença de resíduos de antimicrobianos também pode causar prejuízos tecnológicos. Embora tratamentos térmicos, como pasteurização e esterilização, possam reduzir a concentração de determinados compostos, eles não garantem necessariamente a eliminação completa dos resíduos presentes no leite (Treiber; Beranek-Knauer, 2021). Além disso, concentrações residuais de determinados antimicrobianos podem interferir na atividade das culturas bacterianas utilizadas na fabricação de produtos fermentados, comprometendo processos tecnológicos e podendo afetar a produção de derivados como queijos e iogurtes (Kojok *et al.*, 2022). Consequentemente, o leite que apresenta concentrações de resíduos superiores aos limites estabelecidos deve ser impedido de seguir para o processamento e destinado adequadamente, ocasionando perdas econômicas para o produtor e para a indústria (Bastos *et al.*, 2020).

Do ponto de vista da saúde pública, a exposição aos resíduos de antibióticos presentes no leite também merece atenção. Dependendo do composto e da concentração, esses resíduos podem estar associados a reações de hipersensibilidade, efeitos tóxicos e alterações da microbiota intestinal (Carvalho *et al.*, 2020; Rahman *et al.*, 2021; Dueñez *et al.*, 2022). Além desses efeitos, a utilização inadequada de antimicrobianos e a exposição contínua a esses compostos podem contribuir para a seleção de bactérias resistentes, relacionando a presença de resíduos no leite ao problema global da resistência antimicrobiana (MDEGELA, R. H. *et al.* 2004; Mesfin; Mitiku; Admasu, 2024).

2.2 Limites máximos de resíduos de antibióticos veterinários em alimentos de origem animal

O uso de medicamentos veterinários em animais destinados à produção de alimentos pode resultar na presença de resíduos de seus princípios ativos em produtos como carne, leite e ovos. Por esse motivo, o estabelecimento de limites

máximos de resíduos (LMR) constitui uma importante medida de controle para garantir a segurança dos alimentos e proteger a saúde dos consumidores. Os LMR correspondem às concentrações máximas de resíduos de substâncias farmacologicamente ativas que podem estar presentes nos alimentos de origem animal quando os medicamentos são utilizados de acordo com as boas práticas veterinárias (Mesfin; Mitiku; Admasu, 2024).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece os LMR para insumos farmacêuticos ativos (IFA) de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal, considerando também a ingestão diária aceitável (IDA) e, quando aplicável, a dose de referência aguda (DRfA). Esses parâmetros estão estabelecidos na Instrução Normativa (IN) nº 162, de 1º de julho de 2022 (Brasil, 2022). A normativa estabelece os limites de acordo com a substância ativa, a espécie animal e o tecido ou produto destinado ao consumo, de modo que os valores permitidos podem variar entre músculo, fígado, rim, gordura, leite e ovos (Brasil, 2022). A Tabela 3 (**Anexo C**) apresenta alguns dos principais antibióticos e antimicrobianos de uso veterinário e seus respectivos LMR em diferentes espécies e tecidos de origem animal.

A ocorrência de resíduos em concentrações superiores aos limites estabelecidos pode estar associada ao uso inadequado dos medicamentos, à administração de doses incorretas e, principalmente, ao não cumprimento do período de carência estabelecido antes do abate dos animais ou da obtenção de produtos como leite e ovos (Mesfin; Mitiku; Admasu, 2024). Além dos possíveis efeitos toxicológicos decorrentes da exposição aos resíduos, a presença de antimicrobianos nos alimentos também constitui uma preocupação no contexto da resistência antimicrobiana. A exposição a esses compostos pode afetar a microbiota intestinal e, potencialmente, contribuir para alterações no perfil de resistência das populações bacterianas presentes no trato gastrointestinal humano (Piñeiro; Cerniglia, 2021).

Nesse contexto, o controle dos resíduos de antibióticos ao longo da cadeia produtiva constitui uma importante estratégia de segurança dos alimentos e de proteção à saúde pública. A adoção das boas práticas veterinárias, o uso racional de antimicrobianos, o cumprimento dos períodos de carência e o monitoramento dos alimentos são fundamentais para assegurar que as concentrações de resíduos permaneçam dentro dos limites estabelecidos pela legislação (Mesfin; Mitiku;

Admasu, 2024). A ANVISA disponibiliza, ainda, um painel para consulta aos LMR autorizados para medicamentos veterinários em alimentos de origem animal, desenvolvido para facilitar o acesso às informações previstas na legislação (Brasil, 2022).

Além da legislação brasileira, o atendimento aos requisitos sanitários estabelecidos pelos mercados importadores é fundamental para a comercialização internacional de produtos de origem animal. Nesse contexto, a União Europeia (UE) possui um sistema específico para o controle de resíduos de medicamentos veterinários, estabelecido pelo Regulamento (UE) nº 37/2010, que dispõe sobre as substâncias farmacologicamente ativas e sua classificação quanto aos limites máximos de resíduos em alimentos de origem animal (União Europeia, 2010). A regulamentação estabelece os LMR considerando a substância ativa, a espécie animal e os tecidos-alvo, além de sua classificação terapêutica.

A comparação entre os limites estabelecidos no Brasil e na União Europeia é relevante para a cadeia produtiva brasileira, especialmente para os produtos destinados à exportação. Isso ocorre porque os países e blocos econômicos podem estabelecer requisitos sanitários específicos para a entrada de alimentos de origem animal em seus mercados. Assim, um produto que esteja em conformidade com a legislação brasileira pode necessitar atender também aos critérios estabelecidos pelo mercado de destino. Diferenças nos LMR podem, portanto, representar um desafio para os produtores e para a indústria, tornando necessário o monitoramento dos resíduos e a adequação dos processos produtivos aos requisitos do país importador (União Europeia, 2010).

Nesse sentido, a legislação europeia apresenta particular importância para o comércio internacional de produtos brasileiros, uma vez que o cumprimento dos requisitos sanitários do mercado de destino constitui condição para a manutenção do acesso comercial. A comparação apresentada nas Tabelas 2 (**Anexo B**) e Tabela 3 (**Anexo C**) permite observar as diferenças entre os LMR estabelecidos pela União Europeia e pelo Brasil para determinadas substâncias, espécies e tecidos. Essas diferenças reforçam a importância de programas de monitoramento de resíduos e do uso adequado de medicamentos veterinários ao longo da cadeia produtiva, contribuindo simultaneamente para a proteção da saúde dos consumidores, o controle

da resistência antimicrobiana e a manutenção da competitividade dos produtos de origem animal no mercado internacional.

2.3 Riscos à saúde humana associados aos resíduos de antibióticos no leite

A presença de resíduos de antibióticos no leite constitui uma preocupação para a saúde pública, principalmente quando as concentrações ultrapassam os limites máximos de resíduos (LMR) estabelecidos pelas autoridades sanitárias. Esses resíduos estão frequentemente relacionados ao tratamento de enfermidades em animais leiteiros, especialmente à terapia da mastite, e sua ocorrência pode ser favorecida pelo uso inadequado dos medicamentos e pelo descumprimento dos períodos de carência (Tomanić; Kladar; Kovačević, 2025).

A ingestão de leite contendo resíduos de antimicrobianos pode estar associada a reações de hipersensibilidade, alterações da microbiota intestinal e outros efeitos adversos, especialmente quando a exposição ocorre de forma repetida ou em concentrações superiores às permitidas. Dessa forma, o estabelecimento e o cumprimento dos LMR são importantes para reduzir a exposição da população e garantir a segurança dos produtos lácteos (Costa *et al.*, 2024; Kumar; Panda; Sharma, 2022).

Além dos possíveis efeitos diretos sobre a saúde humana, os resíduos de antibióticos estão relacionados à resistência antimicrobiana (RAM). A exposição a baixas concentrações de antimicrobianos pode exercer pressão seletiva sobre populações bacterianas e favorecer a manutenção de microrganismos resistentes. Essa preocupação se insere no conceito de Saúde Única, considerando a interação entre saúde humana, animal e ambiental (Tomanić; Kladar; Kovačević, 2025).

A ocorrência de resíduos no leite também demonstra a importância do monitoramento contínuo. Em uma revisão sistemática publicada por Costa *et al.* (2024), foram identificadas oito classes e trinta e oito tipos de antibióticos em estudos sobre leite bovino cru, sendo as tetraciclina, sulfonamidas e quinolonas algumas das classes mais frequentemente relatadas. Os autores também destacaram a utilização de testes rápidos e métodos cromatográficos para a detecção desses compostos.

Estudos analíticos reforçam essa necessidade. Kumar, Panda e Sharma (2022), por exemplo, detectaram oxitetraciclina e amoxicilina em amostras de leite bovino e

identificaram amostras que ultrapassavam os limites estabelecidos. Em outro estudo realizado com leite pasteurizado comercializado no estado de São Paulo, resíduos de monensina foram detectados em parte das amostras, embora a avaliação de exposição realizada pelos autores não tenha indicado risco à saúde nas concentrações observadas (Kumar; Panda; Sharma, 2022).

Portanto, o monitoramento de resíduos de antibióticos no leite constitui uma medida essencial para garantir a segurança dos alimentos, reduzir a exposição dos consumidores e contribuir para o controle da resistência antimicrobiana. A utilização racional de medicamentos, o cumprimento dos períodos de carência e a aplicação de métodos analíticos confiáveis devem atuar de forma integrada para assegurar a qualidade do leite e proteger a saúde humana (Costa *et al.*, 2024; Tomanić; Kladar; Kovačević, 2025).

2.4 Monitoramento e métodos analíticos para detecção de resíduos de antibióticos no leite

O monitoramento de resíduos de antibióticos no leite é fundamental para verificar a conformidade da matéria-prima com os limites máximos de resíduos estabelecidos pela legislação e, consequentemente, contribuir para a segurança dos alimentos. No Brasil, programas de controle e estudos regionais têm demonstrado a importância desse acompanhamento. Em Rondônia, por exemplo, Dian *et al.* (2020) avaliaram 120 amostras de leite provenientes de produtores de cinco municípios e identificaram resíduos de tetraciclina em uma das amostras analisadas. Em outro estudo realizado no município de Rolim de Moura (RO), foram avaliadas 99 amostras de leite cru e processado, sendo identificada a presença de resíduos de antimicrobianos em parte das amostras (Silva *et al.*, 2022).

Os métodos empregados para o monitoramento podem ser classificados, de maneira geral, em testes de triagem e métodos instrumentais confirmatórios. Os testes de triagem apresentam como principais vantagens a rapidez, a simplicidade operacional e o menor custo, sendo adequados para a avaliação de várias amostras. Entretanto, resultados positivos devem, preferencialmente, ser confirmados por métodos analíticos mais específicos e sensíveis (Vercelli *et al.*, 2023).

Entre os testes rápidos disponíveis está o TwinSensor BT, que utiliza um sistema baseado em receptores para a detecção de resíduos pertencentes às classes dos β -lactâmicos e das tetraciclina. O resultado é obtido pela interpretação visual das

linhas formadas na tira após o contato com a amostra de leite, permitindo uma avaliação rápida da presença desses grupos de antimicrobianos (Ulisses *et al.*, 2022; Jesus *et al.*, 2020).

Figure 1 – Teste TwinSensor



Fonte: cap-lab,2026.

Outro método de triagem utilizado para a avaliação de resíduos antimicrobianos é o Cowside II Test, baseado na inibição do crescimento de um microrganismo indicador. Na ausência de resíduos em concentrações capazes de inibir o microrganismo, ocorre crescimento bacteriano e alteração da coloração do meio. Quando há presença de antimicrobianos em concentrações suficientes, o crescimento é inibido, permitindo a identificação de amostras suspeitas. Esse tipo de ensaio apresenta capacidade de detectar diferentes grupos de antimicrobianos, incluindo β -lactâmicos, sulfonamidas, tetraciclinas, macrolídeos e aminoglicosídeos (Silva *et al.*, 2022).

Figura 2 – Teste Cowside II Test



Fonte: hadia trading inc,2019.

Embora os testes de triagem sejam importantes para o controle de rotina, os métodos instrumentais apresentam maior seletividade e capacidade de identificação individual dos compostos. Entre eles, destacam-se a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e, principalmente, a cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem (LC-MS/MS). Esses métodos permitem a separação, identificação e quantificação de diferentes resíduos de antibióticos presentes no leite, inclusive quando vários compostos estão presentes simultaneamente (Parmar *et al.*, 2021).

A LC-MS/MS apresenta elevada sensibilidade e seletividade, sendo particularmente útil para a confirmação de resultados obtidos nos testes de triagem e para a determinação de concentrações de resíduos em níveis reduzidos. Dessa forma, a combinação entre métodos rápidos de triagem e técnicas instrumentais confirmatórias constitui uma estratégia eficiente para o monitoramento de resíduos de antibióticos no leite, permitindo maior agilidade na análise de rotina sem comprometer a confiabilidade dos resultados (Vercelli *et al.*, 2023; Costa *et al.*, 2024).

Tabela 4 - Ocorrência de resíduos de antimicrobianos em leite e produtos lácteos relatada na literatura

PRODUTO/MATRIZ	ANTIMICROBIANO(S)/CLASSE(S) INVESTIGADO(S)	MÉTODO DE DETECÇÃO	PRINCIPAIS RESULTADOS	REFERÊNCIA
LEITE CRU E PROCESSADO	Oxitetraciclina, amoxicilina e outros antimicrobianos veterinários	TLC e UHPLC	Em 300 amostras, foram detectados resíduos em 7% das amostras de leite cru. As concentrações médias de oxitetraciclina e amoxicilina foram 61,29 e 124 µg/L, respectivamente. Não foram detectados resíduos no leite processado.	Rahman, Hassan e Chowdhury (2021)
LEITE CRU BOVINO E BUBALINO	Resíduos de antibióticos – triagem multirresíduo	Ensaios microbiológicos de difusão em ágar com <i>Bacillus subtilis</i>	Das 320 amostras analisadas, 13,4% foram positivas pelo método de difusão em poços e 11,9% pela difusão em discos.	Almashhadany (2021)
LEITE UHT	Resíduos de antibióticos – triagem	Ensaios microbiológicos de difusão em ágar	Das 100 amostras comerciais brasileiras analisadas, 4% apresentaram resultado positivo indicativo da provável presença de resíduos de antibióticos.	Fonseca et al. (2009)
LEITE UHT E LEITE <i>IN NATURA</i>	Classes de antimicrobianos detectáveis pelo teste de triagem utilizado	Teste comercial de triagem	Estudo realizado em Rolim de Moura, Rondônia, avaliando leite UHT e leite <i>in natura</i> comercializado informalmente, demonstrando a ocorrência de amostras positivas para resíduos de antimicrobianos.	Silva et al. (2022)
LEITE CRU BOVINO	Diversas classes de antimicrobianos	Métodos microbiológicos, imunoensaios, HPLC, LC-MS/MS e biossensores	Revisão demonstra a ampla diversidade de métodos utilizados no monitoramento de resíduos, destacando LC-MS/MS pela elevada seletividade e capacidade de análise multirresíduo.	Vercelli et al. (2023)

LEITE E OUTROS ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL	β -lactâmicos, tetraciclinas, sulfonamidas, quinolonas, aminoglicosídeos, macrolídeos e outras classes	Diferentes métodos de triagem e confirmação	Revisão de 73 estudos envolvendo produtos comercializados demonstrou que resíduos de antimicrobianos continuam sendo encontrados em alimentos de origem animal em diferentes regiões do mundo.	Treiber e Beranek-Knauer (2021)
LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS	Diferentes classes de antibióticos	Diferentes métodos analíticos	Revisão sistemática recente demonstra que a presença e persistência de resíduos em leite e derivados dependem das propriedades do antimicrobiano e das condições de processamento, reforçando a necessidade de estratégias de mitigação ao longo da cadeia produtiva.	Simbine-Ribisse et al. (2026)

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

3. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica, de caráter descritivo e abordagem qualitativa, realizada com o objetivo de analisar a ocorrência de resíduos de antibióticos no leite e sua relação com a segurança dos alimentos, a resistência antimicrobiana e o conceito de Saúde Única (One Health). A pesquisa para elaboração deste trabalho foi por meio de consultas de dados de sites como Pubmed, Scielo, Science Direct Google acadêmico, além de documentos técnicos, legislações, relatórios de órgãos oficiais relacionadas ao tema como a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e OMS (Organização Mundial da Saúde). Nas buscas de pesquisa foram utilizados descritores e palavras-chaves relacionados ao tema em inglês e português como antibiotic residues in milk, antimicrobial resistance, One Health, riscos de resíduos de antibióticos a saúde pública, monitoramento de resíduos de antibióticos, métodos analíticos e técnicas instrumentais, indústria de laticínios e a relação da resistência antimicrobiana e a One Health.

O período de busca de estudos para compor a revisão bibliográfica foram de março até julho de 2026. Os estudos selecionados foram de 2020 a 2026 no decorrer do texto e antes de 2020 para levantamento de dados de mastite, o seu agente etiológico e o uso de antibiótico.

Os critérios de inclusão foram exclusivamente os artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, publicações de 2020 a 2026 para levantamento de dados mais recentes, trabalhos com abordagem em contextualização da produção do leite, a importância nutricional do leite, o impacto na indústria de produtos lácteos, limites máximos de resíduos de antibióticos estabelecidos pela legislação brasileira e da União Europeia, relação da resistência antimicrobiana e a One Health, monitoramento de resíduos de antimicrobianos, métodos analíticos como a triagem teste de Twinsensor BT e Cowside II Test e técnicas instrumentais como a cromatografia líquida de alta eficiência(HPLC) e a cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas em Tandem(LC-MS/MS) e casos de ocorrência de resíduos de antimicrobianos em leite cru, processado em bovino e bubalino, presença de resíduos em produtos lácteos.

Os critérios de exclusão baseiam-se em estudos como dissertação, monografia, tese, trabalho de conclusão de curso, sites, blogs, revistas predatórias em relação sobre o tema. As pesquisas de período anterior a 2020 exceto a relacionada ao agente etiológico causador da mastite e o antibiótico para o tratamento. As publicações cujo não contemplam os conceitos principais da pesquisa como resíduos de antibióticos, controle, os métodos utilizados, relação da resistência antimicrobiana e Saúde Única.

A análise de estudos consiste em leitura dos trabalhos selecionados e a relação com o tema e os critérios de inclusão estabelecidos. Posteriormente os artigos científicos selecionados foram estudados para comprovar a elegibilidade, o compilado de informações que corresponde a contextualização, a importância da segurança dos

alimentos derivados do leite, limites máximos de resíduos, a ocorrência dos resíduos e o impacto na saúde animal, humana e ambiente foram organizados de forma descritiva e comparativa com intuito de apresentar as principais concordâncias e divergências dos autores no decorrer da revisão bibliográfica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura demonstra que a presença de resíduos de antibióticos no leite está diretamente relacionada ao uso desses medicamentos no tratamento de enfermidades do rebanho, especialmente a mastite. Os principais fatores no quesito resistência antimicrobiana estão ligados ao uso inadequado dos antimicrobianos, a administração de doses incorretas e o não cumprimento do período de carência dos antimicrobianos (Treiber; Beranek-Knauer, 2021; Ghimpețeanu *et al.*, 2022).

Os estudos analisados evidenciaram ainda que os resíduos de antimicrobianos representam uma preocupação tanto para a segurança dos alimentos quanto para a indústria de laticínios. Consequentemente os resíduos presentes no leite interferem na atividade das culturas bacterianas que são fundamentais na fabricação de produtos fermentados como os queijos e iogurtes ocasionam prejuízos para a indústria e o produtor devido ao descarte dessa matéria-prima segundo a legislação dos limites máximos de resíduos nos alimentos (Kojok *et al.*, 2022). No âmbito da saúde humana o consumo de compostos de antibióticos tem efeitos de hipersensibilidade, modificações na microbiota intestinal, problemas renais e hepáticos (Costa *et al.*, 2024).

Em relação à resistência antimicrobiana e a Saúde Única os trabalhos avaliados indicam que a utilização inadequada de antibióticos na produção animal constitui um dos fatores que podem favorecer a seleção e a disseminação de bactérias resistentes. Esse fenômeno possui importância para a saúde pública, considerando que microrganismos resistentes podem circular entre animais, seres humanos e ambiente. Portanto, a cadeia produtiva do leite ultrapassa as fronteiras da propriedade rural engloba a Saúde Única que consiste em unir diferentes setores e conhecimento para resolução da resistência antimicrobiana (MDEGELA, R. H. *et al.* 2004; Hwengwere *et al.*, 2022).

A literatura analisada demonstra ainda a existência de diferentes estratégias para a detecção de resíduos. Em comparativo os testes de triagem são utilizados em análises de rotina devido a sua agilidade, praticidade e baixo custo os dois exemplos são **TwinSensor BT** e **Cowside II Test** o primeiro teste citado detecta as classes de beta lactâmicos e tetraciclinas e o segundo teste detecta diferentes classes de

antibióticos (Ulisses *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2022) porém o resultado de amostras positivas de resíduos de antibióticos devem ser confirmados por meio de técnicas instrumentais como a cromatografia líquida de alta eficiência e, principalmente, a cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem (LC-MS/MS) devido a sua especificidade e sensibilidade (Parmar *et al.*, 2021; Costa *et al.*, 2024). Conforme demonstrado uma maneira estratégica é a junção de ambos testes para a maior eficiência no controle da qualidade, segurança do leite e proteção do consumidor final.

A análise da legislação que visa a proteção da saúde pública conforme a ANVISA estabelece os limites máximos de resíduos de antibiótico em cada produto de origem animal. É de extrema importância que alimentos brasileiros que vão para o mercado internacional atendam aos requisitos sanitários do país importador para evitar entraves nas negociações.

Nesse contexto, os resultados encontrados sustentam a importância da abordagem de Saúde Única (One Health). O controle dos resíduos de antibióticos no leite não deve ser considerado uma responsabilidade exclusiva da indústria ou do produtor rural, mas uma ação integrada envolvendo médicos-veterinários, produtores, indústria, órgãos de fiscalização, profissionais da saúde e consumidores. A adoção de boas práticas, o uso responsável dos antimicrobianos, o respeito aos períodos de carência e a realização sistemática de análises laboratoriais são medidas fundamentais para reduzir a ocorrência de resíduos e contribuir para o enfrentamento da resistência antimicrobiana.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

A revisão realizada permitiu compreender que o controle de resíduos de antibióticos no leite constitui uma questão relevante para a qualidade dos alimentos e para a proteção da saúde pública. A ocorrência desses compostos está relacionada principalmente às práticas adotadas durante o tratamento dos animais, evidenciando a necessidade de maior atenção à utilização dos medicamentos veterinários na produção leiteira.

Diante dos aspectos analisados, verifica-se que a segurança do leite depende de ações realizadas em diferentes etapas da cadeia produtiva. O cumprimento da legislação e dos limites máximos de resíduos, associado à utilização adequada dos medicamentos e à responsabilidade dos profissionais envolvidos, constitui uma base importante para a obtenção de um produto seguro e adequado ao consumo.

O trabalho também evidencia que o enfrentamento dessa questão requer estratégias de controle capazes de identificar possíveis resíduos com eficiência. A utilização de testes de triagem associada a métodos confirmatórios permite ampliar a confiabilidade das análises e fortalecer as ações de fiscalização e acompanhamento da qualidade do leite.

Por fim, a análise da literatura reforça que a problemática dos resíduos de antibióticos não deve ser tratada de maneira isolada, pois está relacionada à interação entre produção animal, saúde humana e meio ambiente. Nesse sentido, a perspectiva de Saúde Única contribui para uma atuação integrada entre produtores, médicos-veterinários, indústria, órgãos fiscalizadores e demais setores envolvidos. Assim, o uso responsável de antimicrobianos e o fortalecimento das medidas de controle são fundamentais para promover uma cadeia leiteira mais segura e contribuir para o enfrentamento da resistência antimicrobiana.

REFERÊNCIAS

- AJOSE, D. J. et al. Combating bovine mastitis in the dairy sector in an era of antimicrobial resistance: ethno-veterinary medicinal option as a viable alternative approach. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 9, 800322, 2022. DOI: 10.3389/fvets.2022.800322.
- ALMASHHADANY, D. A. Antibiotic residues screening in raw cow and buffalo milk by diffusion assays. *Italian Journal of Food Safety*, v. 10, n. 3, 9034, 2021. DOI: 10.4081/ijfs.2021.9034.
- ANDRADE, R. G. et al. Evolução recente da produção e produtividade leiteira no Brasil. *Revista Foco*, Curitiba, v. 16, n. 5, e1888, p. 1-12, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n5-075.
- BASTOS, E. C. et al. Descarte de leite devido à presença de resíduos de antibióticos no Sul de Minas Gerais. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, e72791110347, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.10347.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Instrução Normativa – IN nº 162, de 1º de julho de 2022*. Estabelece a ingestão diária aceitável (IDA), a dose de referência aguda (DRfA) e os limites máximos de resíduos (LMR) para insumos farmacêuticos ativos (IFA) de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal. Brasília, DF, 2022.
- CARVALHO, R. N. G. et al. Detecção de resíduos de antibióticos em leite cru em fazendas de Aquidabã – Sergipe. *PUBVET*, v. 14, p. 138, 2020.
- CASTELLINI, G.; BARELLO, S.; BOSIO, A. C. Milk quality conceptualization: a systematic review of consumers', farmers', and processing experts' views. *Foods*, v. 12, n. 17, 3215, 2023. DOI: 10.3390/foods12173215.
- COSTA, L. V. et al. Antibiotic residues in raw cow's milk: a systematic review of the last decade. *Foods*, v. 13, n. 23, 3758, 2024. DOI: 10.3390/foods13233758.
- DAFALE, N. A.; SRIVASTAVA, S.; PUROHIT, H. J. Zoonoses: uma ligação emergente com a resistência a antibióticos sob a abordagem "Uma Só Saúde". *Indian Journal of Microbiology*, v. 60, p. 139-152, 2020. DOI: 10.1007/s12088-020-00860-z.
- DIAN, P. H. M. Análise de antimicrobianos e análise físico-química do leite na região central do estado de Rondônia. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 98091-98104, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n12-342.
- DUEÑEZ, J. J. et al. Revisión: residuos de antibióticos en la carne, un problema de salud pública en Colombia. *Spei Domus*, v. 18, n. 1, p. 1-26, 2022. DOI: 10.16925/2382-4247.2022.01.06.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *FAOSTAT: crops and livestock products*. 2024.

FONSECA, G. P. et al. Antibiotic residues in Brazilian UHT milk: a screening study. *Food Science and Technology*, v. 29, n. 2, 2009. DOI: 10.1590/S0101-20612009000200035.

GHIMPEȚEANU, O. M. et al. Antibiotic use in livestock and residues in food – a public health threat: a review. *Foods*, v. 11, n. 10, 1430, 2022. DOI: 10.3390/foods11101430.

HWENGWERE, K. et al. Resistência antimicrobiana na Antártica: ainda é um ambiente intocado? *Microbiome*, v. 10, 71, 2022. DOI: 10.1186/s40168-022-01250-x.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Trimestral do Leite: indicadores IBGE: estatística da produção pecuária, 4º trimestre de 2023*. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: [IBGE – Indicadores da Produção Pecuária](#).

JESUS, E. L. et al. Características físico-químicas do leite cru refrigerado sob inspeção federal. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 3, p. 1-16, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i2.2302.

KANOJIYA, P.; BHAGWAT, A.; DIXIT, K. et al. Mitigating antimicrobial resistance through an ecological One-Health framework. *EcoHealth*, v. 23, p. 334-347, 2026. DOI: 10.1007/s10393-026-01794-6.

KHALIFA, H. O. et al. Veterinary drug residues in the food chain as an emerging public health threat: sources, analytical methods, health impacts, and preventive measures. *Foods*, v. 13, n. 11, 1629, 2024. DOI: 10.3390/foods13111629.

KOJOK, H. E. et al. Microbiological and chemical evaluation of dairy products commercialized in the Lebanese market. *Veterinary World*, v. 15, n. 11, p. 2575-2586, 2022.

KUMAR, A.; PANDA, A. K.; SHARMA, N. Determination of antibiotic residues in bovine milk by HPLC-DAD and assessment of human health risks in Northwestern Himalayan region, India. *Journal of Food Science and Technology*, v. 59, n. 1, p. 95-104, 2022. DOI: 10.1007/s13197-021-04988-8.

LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. C. FT-NIR associado a método quimiométrico para discriminar resíduos de antimicrobianos e antiparasitários no leite. *Demetra*, v. 15, 47945, p. 1-13, 2020. DOI: 10.12957/demetra.2020.47945.

MARTIN, J. G. P. Resíduos de antimicrobianos em leite – uma revisão. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 2015. DOI: 10.20396/san.v18i2.8634680.

MASSÉ, J.; DUFOUR, S.; ARCHAMBAULT, M. Characterization of *Klebsiella* isolates obtained from clinical mastitis cases in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 4, p. 3392-3400, 2020. DOI: 10.3168/jds.2019-17324.

MDEGELA, R. H. et al. Prevalence and determinants of mastitis and milk-borne zoonoses in smallholder dairy farming sector in Kibaha and Morogoro districts in Eastern Tanzania. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, v. 51, n. 3, p. 123–128, 2004. DOI: 10.1111/j.1439-0450.2004.00735.MESFIN, Y. M.; MITIKU, B. A.; ADMASU, H. T. Veterinary drug residues in food products of animal origin and their public health consequences: a review. *Veterinary Medicine and Science*, v. 10, n. 6, e70049, 2024. DOI: 10.1002/vms3.70049.

PARMAR, J. K.; CHAUBEY, K. K.; GUPTA, V.; BHARATH, M. N. Assessment of various veterinary drug residues in animal originated food products. *Veterinary World*, v. 14, n. 6, p. 1650-1664, 2021. DOI: 10.14202/vetworld.2021.1650-1664.

PESCA, W. O. et al. Teste rápido para detectar resíduos de antibióticos no leite UHT: estudo realizado no município de Ji-Paraná, Rondônia, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 56809-56820, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n8-188.

PIÑEIRO, S. A.; CERNIGLIA, C. E. Antimicrobial drug residues in animal-derived foods: potential impact on the human intestinal microbiome. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, v. 44, n. 2, p. 215-222, 2021. DOI: 10.1111/jvp.12892.

RAHMAN, M. S.; HASSAN, M. M.; CHOWDHURY, S. Determination of antibiotic residues in milk and assessment of human health risk in Bangladesh. *Heliyon*, v. 7, n. 8, e07739, 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07739.

RUEGG, P. L. A 100-year review: mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 12, p. 10381-10397, 2017. DOI: 10.3168/jds.2017-13023.

SILVA, J. O. L. et al. Detecção de resíduos de antibióticos de leite UHT e leite *in natura* comercializado de forma informal em feiras e em mercados no município de Rolim de Moura – RO. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2, e38811221804, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i2.21804.

SIMBINE-RIBISSE, E. O. et al. Trends on strategies for mitigation of antibiotic residues in milk and dairy products based on scientometric analysis and systematic review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 25, n. 1, e70398, 2026. DOI: 10.1111/1541-4337.70398.

STRÖHER, A. J. et al. Detecção de antimicrobianos em leite cru refrigerado de propriedades do Vale do Taquari-RS. V COINTER PDVAgro – Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2020. DOI: 10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0412.

TOMANIĆ, D.; KLADAR, N.; KOVAČEVIĆ, Z. Antibiotic residues in milk as a consequence of mastitis treatment: balancing animal welfare and One Health risks. *Veterinary Sciences*, v. 12, n. 12, 1159, 2025. DOI: 10.3390/vetsci12121159.

TREIBER, F. M.; BERANEK-KNAUER, H. Antimicrobial residues in food from animal origin—A review of the literature focusing on products collected in stores and markets worldwide. *Antibiotics*, v. 10, n. 5, 534, 2021. DOI: 10.3390/antibiotics10050534.

ULISSES, A. F. et al. Leite cru refrigerado: qualidade microbiológica, físico-química e detecção de resíduos de antibióticos. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.23708.

UNIÃO EUROPEIA. Comissão Europeia. Commission Regulation (EU) No 37/2010 of 22 December 2009 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin. *Official Journal of the European Union*, L 15, p. 1-72, 20 jan. 2010.

VERCELLI, C. et al. A review on the most frequently used methods to detect antibiotic residues in bovine raw milk. *International Dairy Journal*, v. 144, p. 105695, 2023. DOI: 10.1016/j.idairyj.2023.105695.

WERNLI, D. et al. Mapeando o discurso político global sobre resistência antimicrobiana. *BMJ Global Health*, v. 2, e000378, 2017. DOI: 10.1136/bmjgh-2017-000378.

WHITE, A.; HUGHES, J. M. Importância crítica de uma abordagem de saúde única para a resistência antimicrobiana. *EcoHealth*, v. 16, p. 404-409, 2019. DOI: 10.1007/s10393-0141

ANEXO

ANEXO A – Principais microrganismos associados à mastite bovina e os antimicrobianos relatados na literatura.

<i>Microrganismo</i>	<i>Antibióticos relatados</i>	<i>Referências</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	Penicilinas; cefalosporinas; enrofloxacino; trimetoprima-sulfametoxazol	Ruegg (2017); Tomazi e Santos (2020); Langoni (2000); Güler et al. (2005)
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Penicilinas; cefalosporinas; gentamicina	Sani et al. (2010); Rato et al. (2013); Gao et al. (2012)
<i>Streptococcus uberis</i>	Penicilinas; cefalosporinas; ceftiofur; eritromicina	Ferreira et al. (2022); Oliver et al. (2004); Thomas et al. (2015)
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	Cefalosporinas	Erskine et al. (2002); Rossitto et al. (2002)
<i>Escherichia coli</i>	Cefalosporinas; gentamicina; fluoroquinolonas; sulfametoxazol-trimetoprima	Singh et al. (2021); Tamiru et al. (2013); Suojala et al. (2013)
<i>Klebsiella</i> spp.	Cefalosporinas; aminoglicosídeos	Massé et al. (2020)
<i>Mycoplasma bovis</i>	β -lactâmicos	Massote et al. (2019)
<i>Estafilococos coagulase-negativos</i>	Penicilinas; cefalosporinas; tetraciclina	Aires (2010); Radostits et al. (2007)

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

ANEXO B – Limites máximos de resíduos de antimicrobianos estabelecidos pela legislação europeia.

Antibiótico / substância ativa	Espécie animal	Alimento	LMR (µg/L)
Amoxicilina	Todas as espécies produtoras de alimentos	Leite	4
Ampicilina	Todas as espécies produtoras de alimentos	Leite	4
Benzilpenicilina	Todas as espécies produtoras de alimentos	Leite	4
Clortetraciclina	Todas as espécies produtoras de alimentos	Leite	100
Colistina	Todas as espécies produtoras de alimentos	Leite	50
Cloxacilina	Todas as espécies produtoras de alimentos	Leite	30
Enrofloxacina	Bovinos, ovinos e caprinos	Leite	100

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

ANEXO C – Limites máximos de resíduos de antimicrobianos estabelecidos pela legislação brasileira.

Antibiótico / IFA	Espécie animal	Alimento	LMR (µg/L)
Ácido clavulânico	Bovino	Leite	200
Amoxicilina	Bovino, ovino e caprino	Leite	4
Ampicilina	Bovino, caprino e ovino	Leite	4
Benzilpenicilina	Bovino	Leite	4
Benzilpenicilina	Ovino e caprino	Leite	4
Cefalexina	Bovino	Leite	100
Cefapirina	Bovino	Leite	60
Cefazolina	Bovino	Leite	50
Cefazolina	Ovino	Leite	50
Cefazolina	Caprino	Leite	50
Cefquinoma	Bovino	Leite	20
Ceftiofur	Bovino	Leite	100
Clortetraciclina	Bovino, caprino, equino e coelho	Leite	9
Colistina	Bovino	Leite	50
Doxiciclina	Bovino	Leite	40
Sulfonamidas	Bovino	Leite	100
Trimetoprima	Bovino	Leite	50

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.