

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

EDUARDO PIRES MACÊDO

**CARACTERIZAÇÃO DO USO DE ANTIMICROBIANOS NO
TRATAMENTO E PREVENÇÃO DA MASTITE BOVINA EM
BACIAS LEITEIRAS DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS**

Botucatu – SP
2026

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO DO USO DE ANTIMICROBIANOS NO
TRATAMENTO E PREVENÇÃO DA MASTITE BOVINA EM
BACIAS LEITEIRAS DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS**

EDUARDO PIRES MACÊDO

Tese apresentada junto ao Programa de Pós-
Graduação em Medicina Veterinária para
obtenção do título de Doutor

Orientador: Prof. Dr. José Carlos de
Figueiredo Pantoja

Botucatu – SP
2026

M141c

Macêdo, Eduardo

CARACTERIZAÇÃO DO USO DE ANTIMICROBIANOS NO
TRATAMENTO E PREVENÇÃO DA MASTITE BOVINA EM
BACIAS LEITEIRAS DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS /

Eduardo Macêdo. -- Botucatu, 2026

88 p. : tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientadora: José Carlos de Figueiredo Pantoja

1. vacas leiteiras. 2. resistência a antimicrobianos. 3. saúde pública.

I. Título.

Nome do Autor: Eduardo Pires Macêdo

Título: CARACTERIZAÇÃO DO USO DE ANTIMICROBIANOS NO TRATAMENTO E PREVENÇÃO DA MASTITE BOVINA EM BACIAS LEITEIRAS DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. José Carlos de Figueiredo Pantoja
Presidente e Orientador
Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva
FMVZ–UNESP, Botucatu, SP

Prof. Dr.^a Silvana Lima Gorniak
Membro
Departamento de Patologia
FMVZ–USP, São Paulo, SP

Dr.^a Giselle Kindlein
Membro
Departamento de Saúde Animal – Divisão de Registro de Produtos Farmacêuticos
Ministério de Agricultura e Pecuária, Brasília, DF

Prof. Dr.^a Ana Carolina Borsanelli
Membro
Departamento de Medicina Veterinária
UFG, Goiânia, GO

Dr.^a Simony Guerra
Membro
SG Consultoria
Castro, PR

Data da defesa: 25 de fevereiro de 2026
Horário: 14h30
Local: sala 5, FMVZ - UNESP, Campus Botucatu

DEDICATÓRIA

*Dedico esta tese a minha esposa Priscila, meus filhos Henrique e Maria Eduarda,
minha mãe Miramar e minha avó Margarida por estarem sempre ao meu lado me
apoando e incentivando.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao professor José Carlos de Figueiredo Pantoja pela oportunidade proporcionada de voltar a estudar após mais de uma década do meu mestrado; agradeço por ter me acolhido em seu departamento e compartilhado de forma tão clara seus valores e conhecimentos.

Dedico também a minha esposa Priscila, meus filhos Henrique e Maria Eduarda por me proporcionam momentos muito felizes em família que garantem equilíbrio emocional e o incentivo para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Agradeço a Boehringer Ingelheim, empresa que valoriza a importância da pesquisa e flexibilizou horários de trabalho para a realização da pesquisa. Agradeço também a todos os produtores que aceitaram fazer parte desta pesquisa. E, agradeço também à instituição FMVZ-UNESP Botucatu pela oportunidade de crescimento profissional.

E, por fim, agradeço minha mãe, minha avó e meu pai (*in memoriam*), Miramar, Margarida e Edgildo por dedicarem grande parte de suas vidas comprometidos com minha educação, incentivando meu crescimento e dando suporte ao longo da minha vida.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Bases de antimicrobianos para uso intramamário, suas associações e número de registros no Ministério da Agricultura e Pecuária, para utilização em vacas em lactação	17
Tabela 2.	Bases de antimicrobianos para uso intramamário, suas associações e número de registros no Ministério da Agricultura e Pecuária, para terapia da vaca seca	17
Tabela 3.	Características do sistema produtivo das propriedades visitadas no período de junho de 2024 a outubro de 2025	46
Tabela 4.	Definição de casos de mastite clínica	47
Tabela 5.	Deteção de casos de mastite clínica	48
Tabela 6.	Manejo dos casos de mastite clínica	49
Tabela 7.	Tratamento dos casos de mastite clínica.....	51
Tabela 8.	Uso de antimicrobianos injetáveis	53
Tabela 9.	Escolha de antimicrobianos injetáveis e intramamários para tratar mastite clínica	54
Tabela 10.	Escolha de classes de antimicrobianos injetáveis e intramamários para tratar mastite clínica	55
Tabela 11.	Uso de antimicrobianos intramamários	56
Tabela 12.	Escolha de antimicrobianos intramamários para terapia da vaca seca	58
Tabela 13.	Pesquisa de fatores associados ao uso de antimicrobianos criticamente importantes para uso humano como primeira opção para tratar mastite	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição espacial das propriedades incluídas no estudo	44
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

CCS – Contagem de Células Somáticas

CMT – California Mastitis Test

CPP – Contagem Padrão em Placa

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

IMM – Intramamário

IN – Instrução Normativa

LMR – Limite Máximo de Resíduo

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

OMS – Organização Mundial da Saúde

OMSA – Organização Mundial da Saúde Animal

PIB – Produto Interno Bruto

PNUMA – Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente

PNCRC – Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes

PPB – Parte por Bilhão

RAM – Resistência aos Antimicrobianos

TVS – Terapia de Vaca Seca

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1.....	3
1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3. OBJETIVOS	26
4. REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO 2 – Trabalho científico	34
RESUMO	36
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	38
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
3. RESULTADOS	43
4. DISCUSSÃO	60
5. AGRADECIMENTOS.....	67
6. REFERÊNCIAS	67
CAPÍTULO 3.....	86
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87

RESUMO

Mastite é a doença mais prevalente e a principal responsável pelo uso de antimicrobianos em rebanhos leiteiros no mundo. Embora antimicrobianos sejam importantes para o controle da mastite e bem-estar dos animais, seu uso tem sido restringido, principalmente devido à resistência bacteriana e à ameaça à saúde pública. Os objetivos desse estudo transversal foram: 1) descrever características do uso de antimicrobianos em casos de mastite clínica durante lactação e período seco, 2) descrever práticas de manejo relacionadas aos casos de mastite clínica durante a lactação e período seco e, de forma secundária, 3) avaliar associações entre características sociodemográficas, características das propriedades ou práticas de manejo e o uso inadequado de antimicrobianos. Propriedades rurais (n=65), de três bacias leiteiras nos estados de Minas Gerais e São Paulo, foram visitadas com apoio de laticínios regionais. Um questionário incluindo 59 questões sobre o perfil de uso de antimicrobianos no tratamento e prevenção de mastite foi aplicado presencialmente em cada propriedade. A idade mediana dos respondentes foi de 46 anos, os quais eram proprietários (58,5%), colaboradores (21,5%), gerentes (16,9%) ou consultores (3,1%). A produção mediana dos rebanhos foi de 400 L/dia, com 30 (3-627) animais em lactação. Dos entrevistados, 81,5% definiram a mastite como a presença de qualquer alteração no leite, mas 18,5% só consideravam um caso quando havia sinais inflamatórios na glândula mamária. A maioria (53,9%) não registrava casos de mastite. Quando identificado um caso leve de mastite, 43,1% instituíam tratamento imediato com antimicrobianos e somente 12,3% realizavam cultura microbiológica do leite para tomar decisões de tratamento. Em 29,2% das fazendas, os produtores comercializavam leite de vacas com mastite leve. O tratamento mais comum (46,2%) de mastite clínica foi o uso simultâneo de antimicrobianos intramamários (IMM) e sistêmicos. Quase todos os produtores (90,6%) reportaram não pesar as vacas para calcular a dose do antimicrobiano injetável e 29,7% seguiam as orientações da bula. Observou-se uso de 25 produtos comerciais injetáveis (9 classes) e 21 produtos IMM (9 classes) para tratar mastite. O tratamento com antimicrobianos injetáveis era realizado preferencialmente com ceftiofur, enrofloxacin ou tetraciclina e o tratamento IMM era realizado preferencialmente com cefoperazona, amoxicilina ou tetraciclina (com mesma frequência de uso) e cefalexina. Antimicrobianos (injetáveis ou IMM) de classes criticamente importantes para uso humano (cefoperazona, cefquinoma, ceftiofur, ciprofloxacina, enrofloxacin, marbofloxacina, tilmicosina e tilosina) foram utilizados como primeira escolha de tratamento em 67,69% das propriedades. No tratamento IMM, 27,6% reportaram descartar somente o leite do quarto mamário tratado, 32,8% administravam tratamento IMM no mesmo quarto em duas ou três ordenhas no mesmo dia e 5,2% dobravam a dose recomendada por quarto mamário. O uso de antimicrobianos criticamente importante para uso humano foi generalizado e independente da região, tamanho do rebanho, CCS do leite do tanque ou nível de escolaridade do entrevistado. Região, tamanho do rebanho, idade e nível de escolaridade foram as características sociodemográficas mais frequentemente associadas a práticas de manejo inadequadas, tais quais comercialização do leite com aparência anormal, descarte de leite somente do quarto mamário em tratamento IMM e tratamento simultâneo pelas vias IMM e sistêmica. Resultados do presente estudo poderão contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas e privadas que visem a capacitação técnica para o uso racional de antimicrobianos e proteção da saúde pública.

Palavras-chave: vacas leiteiras, resistência a antimicrobianos, saúde pública.

ABSTRACT

Mastitis is the most prevalent disease and the main reason for the use of antimicrobials in dairy herds worldwide. Although antimicrobials are important for mastitis control and animal welfare, their use has been restricted, mainly due to bacterial resistance and the threat to public health. The objectives of this cross-sectional study were: 1) to describe characteristics of antimicrobial use in cases of clinical mastitis during lactation and the dry period, 2) to describe management practices related to cases of clinical mastitis during lactation and the dry period, and secondarily 3) to evaluate possible associations between sociodemographic characteristics, farm characteristics, or management practices, and the inappropriate use of antimicrobials. Farms (n=65) from three dairy regions in Minas Gerais and São Paulo states were visited with the support of regional dairy industries. A questionnaire including 59 questions about the profile of antimicrobial use for treatment and prevention of mastitis was applied in person at each farm. The median age of the respondents was 46 years, who were owners (58.5%), employees (21.5%), managers (16.9%), or consultants (3.1%). The median milk production was 400 L/day, with 30 (3-627) lactating cows. Of those interviewed, 81.5% defined mastitis as the presence of any alteration in the milk, but 18.5% only considered it a case when there were inflammatory signs in the mammary gland. The majority (53.9%) did not record any cases of mastitis. When a mild case of mastitis was identified, 43% started immediate treatment with antimicrobials, and only 12.3% performed microbiological milk culture to make treatment decisions. In 29.2% of the farms, producers marketed milk from cows with mild mastitis. The most common treatment (46.2%) for clinical mastitis was the simultaneous use of intramammary (IMM) and systemic antimicrobials. Almost all producers (90.6%) reported not weighing the cows to calculate the dose of injectable antimicrobials, and 29.7% followed label instructions. The use of 25 commercial injectable products (9 classes) and 21 IMM products (9 classes) was observed for treating mastitis. Treatment with injectable antimicrobials was preferentially performed with ceftiofur, enrofloxacin, or tetracycline, and IMM treatment was preferentially performed with cefoperazone, amoxicillin or tetracycline (with the same frequency) and cefalexin. Antimicrobials (injectable or IMM) from classes that are critically important for human use (cefoperazone, cefquinome, ceftiofur, ciprofloxacin, enrofloxacin, marbofloxacin, tilmicosin, and tylosin) were used as the first-choice treatment in 67.7% of the farms. For IMM treatment, 27.6% reported discarding only the milk from the treated quarter, 32.8% administered IMM treatment to the same quarter in two or three milkings on the same day, and 5.2% doubled the recommended dose per mammary quarter. The use of critically important antimicrobials for human use was widespread and independent of region, herd size, bulk tank milk somatic cell count, or the respondent's level of education. Region, herd size, age, and level of education were the sociodemographic characteristics most frequently associated with inappropriate management practices, such as marketing milk with an abnormal appearance, discarding milk only from the mammary quarter undergoing treatment, and simultaneous IMM and systemic treatment. Results of this study can contribute to the development of public and private policies aimed at technical training for the rational use of antimicrobials and protection of public health.

Keywords: dairy cows, antimicrobial resistance, public health.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

Segundo relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2019) o leite é amplamente reconhecido como um alimento completo, trazendo diversos benefícios à saúde humana. Para garantir que o leite e seus derivados cheguem à mesa do consumidor de forma segura e nutritiva, é essencial que sejam respeitados rigorosos padrões de qualidade, incluindo níveis adequados de proteína, gordura, concentração bacteriana e contagem de células somáticas (CCS), além da ausência de resíduos de substâncias potencialmente prejudiciais, como antimicrobianos e praguicidas. A obtenção desse padrão depende da adoção de boas práticas agropecuárias e do comprometimento conjunto de produtores rurais, profissionais técnicos e indústrias de laticínios.

A mastite é a doença mais prevalente e de maior impacto econômico na cadeia leiteira (Cha *et al.*, 2011). Essa enfermidade, geralmente causada por bactérias, caracteriza-se por um processo inflamatório na glândula mamária, podendo se manifestar nas formas clínica ou subclínica. O tratamento da mastite tem sido, tradicionalmente, realizado com antimicrobianos, geralmente administrados pelas vias intramamária (IMM) ou sistêmica (parenteral) (Ruegg, 2025). A regulamentação do uso desses medicamentos segue normas específicas de cada país e, em regiões como América do Norte e Europa, sua comercialização possui controle governamental. Apesar das restrições, o tratamento da mastite representa entre 52% e 62% do uso total de antimicrobianos em rebanhos leiteiros (Pol e Ruegg, 2007; Nobrega *et al.*, 2017; Reeding *et al.*, 2019).

O risco de contaminação do leite por resíduos de antimicrobianos é uma preocupação relevante, tanto para a saúde pública, quanto para a rentabilidade dos produtores e da indústria leiteira (Nero *et al.*, 2007). Os principais agravos em humanos incluem reações alérgicas e o desenvolvimento de resistência antimicrobiana (RAM) (Allison, 1985; Oliver e Murinda, 2012). Diante da crescente pressão global pela redução do uso de antimicrobianos, organizações internacionais como a FAO, WHO (World Health Organization), WHOA (World Organization for Animal Health) e UNEP (United Nations Environment Programme) têm realizado discussões relacionadas ao conceito da Saúde Única (*One Health*) e propuseram medidas para aprimorar boas práticas relacionadas à RAM, doenças zoonóticas e segurança alimentar (FAO, 2016; FAO, 2019; FAO, 2022).

A RAM compromete a eficácia terapêutica na mastite e pode gerar impactos sanitários, econômicos e regulatórios, exigindo políticas de uso prudente de antimicrobianos para manter a viabilidade produtiva e sanitária da cadeia leiteira. Essa discussão é mais avançada em países desenvolvidos, mas ainda pouco exercitada no Brasil, onde antimicrobianos como as fluoroquinolonas (antimicrobianos criticamente importantes para uso humano) são aprovadas para utilização em animais de produção, para o tratamento de infecções urinárias em matrizes suínas e na prevenção e tratamento da mastite bovina, por exemplo. No Brasil, a exigência da prescrição está prevista para medicamentos de uso veterinário registrados no MAPA que possuem rotulagem de tarja vermelha, como, por exemplo, os antimicrobianos. No entanto a comercialização desses produtos ocorre sem a obrigatoriedade de retenção da receita, o que pode favorecer o uso indiscriminado e, consequentemente, aumentar o risco da presença de resíduos em alimentos e desenvolvimento de RAM (BRASIL, 2017; CFMV, 2020).

Dessa forma, compreender as práticas de manejo no campo e fatores que influenciam os produtores no uso de antimicrobianos em casos de mastite é essencial para a formulação de políticas públicas e privadas, direcionadas ao uso racional de antimicrobianos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características da produção de leite no Brasil

O Brasil ocupa a quinta posição entre os principais produtores de leite bovino do mundo. A produção nacional ultrapassa 35,7 bilhões de litros de leite por ano (IBGE, 2022), originária de 1.176.295 estabelecimentos produtores de leite distribuídos em todas as regiões do país (IBGE, 2017). Estima-se que o número total de vacas em lactação entre as propriedades que comercializaram o leite formalmente tenha se mantido praticamente estável entre 1975 e 2017, com cerca de 11 milhões de cabeças. No entanto, a produtividade aumentou significativamente, de 768 L/vaca/lactação, em 1975, para 2.621 L/vaca/lactação em 2017, representando um crescimento de 241% (IBGE, 2017). Dados do Censo Agropecuário do IBGE de 2017, referentes às propriedades que comercializaram leite ($n = 634.500$), indicam que 92,5% produziam até 200 L por dia. Propriedades com produção entre 200 e 500 L representavam 5,5%, enquanto apenas 2,0% produziam > 500 L (CILEite, 2024).

O Censo Agropecuário do IBGE de 2017 apresentou dados sociodemográficos de mais de 5 milhões de estabelecimentos agropecuários, dos quais 2,5 milhões possuíam bovinocultura. Entre estes, 46% (cerca de 1,17 milhão) desenvolviam atividade leiteira. A presença feminina como responsável pelos estabelecimentos foi de 18,71%, enquanto a maioria era dirigida por homens (81,29%). A distribuição etária dos produtores rurais apresentou os seguintes percentuais: 2,0% tinham menos de 25 anos; 9,3% estavam na faixa entre 25 e 34 anos; 17,9% entre 35 e 44 anos; 24,2% entre 45 e 54 anos; 23,5% entre 55 e 64 anos; e 23,2% tinham 65 anos ou mais. Considerando quatro categorias principais de escolaridade, a distribuição dos produtores foi: 1) sem estudos (analfabeto) = 29,69%, 2) ensino fundamental = 49,96%, 3) ensino médio = 14,48% e 4) ensino superior = 5,87% (IBGE, 2017).

2.2. Importância da mastite bovina

A mastite é considerada uma das doenças mais prevalentes em rebanhos bovinos leiteiros em todo o mundo (Gonzales *et al.*, 1990; Nobrega *et al.*, 2017). Um estudo observacional conduzido por Sawant *et al.* (2005) relatou a ocorrência de mastite clínica em 100% das fazendas no estado da Pensilvânia (EUA) e após as enterites, pneumonias em bezerras e doenças podais em vacas em lactação, a mastite foi a quarta enfermidade mais prevalente. No Brasil, a prevalência média de mastite subclínica foi estimada em 46,4% (Busanello *et al.*, 2016) e a incidência de mastite clínica variou entre 27% e 31% ao ano, entre vacas primíparas e múltiparas, respectivamente (Oliveira *et al.*, 2015).

A mastite é uma doença que afeta não apenas a produção leiteira das vacas, mas também compromete a qualidade do leite, alterando sua composição, especialmente pela redução nos níveis das caseínas, lactose e gordura, resultando em menor rendimento dos produtos lácteos e menor tempo de prateleira do leite e derivados (Barbano *et al.*, 2006; Leitner *et al.*, 2019). Considerada uma das enfermidades que causam maior impacto financeiro em propriedades leiteiras em todo o mundo, a mastite clínica pode gerar custos que variam entre US\$ 134 e 211 por caso, dependendo do agente etiológico (Gram-positivo ou Gram-negativo) (Cha *et al.*, 2011). Os principais custos associados incluem: perda de produção de leite na lactação (43%), despesas com tratamento e assistência veterinária (21%), descarte de leite (16%), impacto reprodutivo (11%), mortalidade (3%), mão de obra (3%) e descarte involuntário de animais (3%) (Liang *et al.*, 2017). No Canadá, Aghamohammadi *et al.*, (2018), relataram que o descarte involuntário e a

mortalidade das vacas acometidas foram as duas principais causas de perda econômica, seguidas pela perda de produção e o descarte de leite.

A mastite pode ser classificada como clínica ou subclínica. A forma clínica apresenta sinais evidentes de inflamação, como alterações nas características do leite e na glândula mamária, tais quais edema, dor, hiperemia, além de sintomas sistêmicos, como febre, inapetência ou apatia. A mastite subclínica caracteriza-se pela redução na produção de leite, sem sinais clínicos visíveis, sendo detectada por meio de testes diagnósticos, como a cultura microbiológica do leite, o *California Mastitis Test* (CMT), CCS ou condutividade elétrica.

Em trabalho de revisão realizado por Ruegg (2025), sobre o perfil de patógenos associados à mastite clínica e subclínica em vacas-leiteiras nos Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Nova Zelândia e Finlândia, no período de 2013 a 2025, foi evidenciado que os principais agentes incluem coliformes, *Streptococcus* spp., *Lactococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Staphylococcus aureus*, estafilococos não-aureus e *Corynebacterium* spp. Embora a maioria das infecções seja causada por bactérias, também podem ocorrer casos associados às algas, leveduras e vírus, como o da influenza aviária (Ruegg, 2025).

As mastites podem ser classificadas quanto à sua etiologia em mastites contagiosas, associadas principalmente a *Streptococcus agalactiae* e *Staphylococcus aureus*, e mastites ambientais, associadas principalmente aos coliformes, tais quais *Escherichia coli* e *Klebsiella* spp. Elas também podem ser categorizadas conforme os agentes etiológicos em patógenos primários e secundários, de acordo com a patogenicidade dos agentes causadores. Entre os patógenos primários destacam-se *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Enterococcus* spp. e *Lactococcus* spp., além dos coliformes, como *E. coli* e *Klebsiella* spp. Os patógenos secundários são representados por *Corynebacterium* spp. e uma ampla variedade de espécies de estafilococos não-aureus. Outros patógenos relacionados a casos de mastite incluem *Mycoplasma* spp., *Prototheca* spp., *Nocardia* spp. e outros Gram-negativos, como *Pseudomonas* spp., *Serratia* spp. e *Enterobacter* spp. (Zadoks *et al.*, 2011; Piessens *et al.*, 2012; Adkins *et al.*, 2017).

No Brasil, a mastite bovina de origem fúngica ou causada por algas do gênero *Prototheca* são consideradas menos prevalente quando comparada às mastites bacterianas, porém apresenta relevância sanitária devido ao caráter crônico, à baixa resposta terapêutica e às perdas produtivas associadas. Estudos realizados por Tomazi *et*

al. (2018) e Oliveira *et al.* (2015) indicam que a mastite por Fungos e *Prototheca* spp. ocorrem de forma esporádica, representando entre 1% e 2,89% e 0,59% respectivamente.

Em regiões leiteiras desenvolvidas, a prevalência de patógenos contagiosos tem diminuído ao longo do tempo, em decorrência da adoção de boas práticas de controle de mastite. Bradley (2002) demonstrou que, ao longo de duas décadas, rebanhos no Reino Unido apresentaram redução na proporção de patógenos contagiosos, de 67% para 2,2% em casos de mastite clínica por *Staphylococcus aureus* e de 6% para 0% para *Streptococcus agalactiae*. Por outro lado, a porcentagem de patógenos ambientais isolados de casos de mastite clínica aumentou de 7% para 14,4% no mesmo período.

A mastite clínica é classificada em três categorias de gravidade: Grau 1 (leve): alterações visíveis apenas no leite; Grau 2 (moderada): alterações no leite e na glândula mamária e Grau 3 (grave): alterações no leite, na glândula mamária e presença de sinais sistêmicos (Wenz *et al.*, 2001). As mastites causadas por patógenos contagiosos tendem a ser leves ou moderadas, enquanto a maioria dos casos graves são associados a patógenos Gram-negativos (Oliveira *et al.*, 2013; Tomazi *et al.*, 2018). Dados de culturas microbiológicas de mastite clínica de 19 rebanhos no Brasil mostraram que, dentre os casos associados a patógenos Gram-positivos, a maioria foi classificada como leve (62,8%), enquanto 32,6% apresentaram gravidade moderada e 4,6% foram considerados graves. Em contraste, 43,5% das mastites causadas por patógenos Gram-negativos foram leves, 45,1% moderados e 11,4% severos (Tomazi *et al.*, 2018).

Devido à alta ocorrência, a mastite é considerada a principal causa do uso de antimicrobianos em rebanhos leiteiros. Seja pela via IMM, durante a lactação ou no período seco, ou por via parenteral, os tratamentos voltados à saúde da glândula mamária superaram aqueles destinados a outras enfermidades, como metrite, problemas podais, pneumonia e diarreia (Higham *et al.*, 2018 e Redding *et al.* 2019). Em estudos realizados na América do Norte, o tratamento e a prevenção da mastite foram o destino de 52% a 62% do uso total de antimicrobianos em rebanhos leiteiros (Pol e Ruegg, 2007; Nobrega *et al.*, 2017; Reeding *et al.*, 2019).

2.3. Resistência aos antimicrobianos e saúde única

De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2022), os antimicrobianos são essenciais para a manutenção da saúde humana, animal e vegetal. Contudo, o uso inadequado desses medicamentos constitui uma ameaça significativa à saúde das futuras gerações. Estima-se que, até 2050, a RAM

poderá se tornar a principal causa de mortes humanas, com até 10 milhões de óbitos por ano, redução do produto interno bruto (PIB) global entre 2% e 3,5% e prejuízos econômicos que podem alcançar 100 trilhões de dólares (O'Neill, 2014). As preocupações quanto ao uso de antimicrobianos devem se concentrar em duas áreas principais: os padrões de uso que podem favorecer o surgimento da RAM e o risco de transferência de RAM entre animais e humanos. É importante destacar que os mecanismos envolvidos na transferência de resistência entre vacas e humanos ainda não foram totalmente elucidados (Bryan e Hea, 2017).

Os mecanismos de resistência bacteriana consistem em estratégias moleculares e celulares que permitem às bactérias sobreviverem à ação dos antimicrobianos, incluindo a aquisição de genes por transferência horizontal, mediada por plasmídeos e transposons (Martinez et al., 2009). Estruturalmente, os plasmídeos são pequenas moléculas de DNA circular de fita dupla, contendo poucos genes e replicando-se de forma independente do cromossomo principal da célula bacteriana. Uma preocupação adicional relacionada aos plasmídeos é que os genes de resistência frequentemente estão localizados em plasmídeos transferíveis, que podem conter múltiplos genes de resistência simultaneamente. Isso inclui, especialmente, genes que codificam resistência a cefalosporinas, conforme destacado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2007).

De maneira geral, os principais mecanismos de resistência são: a inativação enzimática do antibiótico (como a produção de β -lactamases); a modificação do alvo (alterações em ribossomos, proteínas ligadoras de penicilina ou enzimas metabólicas); a redução da permeabilidade da membrana e a ativação de bombas de efluxo, que diminuem a concentração intracelular do fármaco. Além disso, a formação de biofilmes cria um microambiente protetor que limita a penetração dos antibióticos e favorece a persistência bacteriana. Esses processos podem ocorrer isoladamente ou de forma combinada, aumentando significativamente o nível de resistência (Halawa *et al.*, 2024).

Especificamente, as mutações cromossômicas em diferentes genes necessários para a transcrição e replicação do DNA, como por exemplo o *qnrA* responsável por codificar proteínas que bloqueiam a ação das fluoroquinolonas, ou a produção de enzimas como carbapenemases, são mecanismos importantes para o processo de resistência para as enterobactérias; assim como a produção de enzimas beta-lactamases que favoreceram o surgimento de cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes à meticilina (MRSA) (WHO, 2007).

Diversos fatores ambientais e sociais podem estar associados ao surgimento e à disseminação de genes e patógenos resistentes aos antimicrobianos entre humanos, animais e o meio ambiente. Entre eles estão o acesso limitado a serviços de saúde, habitação inadequada, escassez de água potável, saneamento precário, gestão deficiente de resíduos, falta de higiene e ausência de educação sobre os riscos da RAM, além do uso inadequado desses medicamentos (Krömker *et al.*, 2017; FAO, 2022). A RAM envolve mecanismos que ainda precisam ser mais bem compreendidos, inclusive nos casos de mastite bovina. Embora os testes de RAM utilizarem, em grande parte, pontos de corte (*breakpoints*) definidos pela medicina humana, é importante utilizar métodos que indiquem o perfil de resistência dos patógenos causadores de mastite.

Estudos científicos mostram que a ocorrência de RAM em patógenos causadores de mastite é bastante variável no mundo. Deng *et al.*, (2019), em estudo com 42 rebanhos leiteiros na Holanda, observaram altos níveis de resistência à penicilina G (21% a 29%) e à pirlimicina (32% a 71%), em isolados de *Staphylococcus aureus*. Ademais, 26% e 34% dos isolados de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus dysgalactiae* foram resistentes a associação de cefalexina e canamicina, respectivamente. Também foi possível observar que *Escherichia coli* e *Streptococcus* spp. possuíam níveis de resistência importantes à cefquinoma, cefoperazona, marbofloxacina e a associação de cefalexina e canamicina. Na China, Gao *et al.* (2012) reportaram que 72,5% e 29,4% das cepas de *Streptococcus agalactiae* isoladas de casos de mastite clínica foram resistentes às tetraciclinas e à gentamicina, respectivamente. Similarmente, no Brasil, resistência à gentamicina e à oxitetraciclina foi observada em 100% (n=85) e 44,7% (n=38) dos isolados de mastite clínica nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (Duarte *et al.*, 2004).

No entanto, em trabalho de revisão conduzido por Barlow *et al.* (2025), avaliando o perfil de resistência de patógenos em casos de mastite nos Estados Unidos e Canadá, foi possível observar que a RAM era restrita e pôde ser considerada estável ao longo do tempo. O autor cita que há poucos estudos longitudinais sobre a RAM, os quais são importantes para capturar mudanças temporais. Nos estudos revisados, foi possível perceber que o nível de resistência para oito antimicrobianos testados foi geralmente baixo para *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus* spp. Para *Escherichia coli*, 95% foram suscetíveis a ceftiofur, sem evidência de aumento de RAM entre os anos de 2002 e 2010.

O uso racional de antimicrobianos e ações que reduzam o risco de RAM devem ser prioridades nas políticas públicas, considerando a interdependência entre humanos e

animais, seja pelo convívio direto ou pela alimentação. Segundo Fischer *et al.* (2019), a redução do uso de antimicrobianos em animais de produção é um passo essencial para minimizar o risco de RAM. O uso indiscriminado de antimicrobianos em animais de produção, especialmente quando boas práticas agropecuárias não são adotadas, assim como o descarte inadequado de antimicrobianos, seja no meio ambiente ou em fontes de água, pode representar risco significativo para a disseminação de organismos resistentes e para o aumento da RAM (FAO, 2022). No contexto da Saúde Única (*One Health*), a FAO, a Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização Mundial da Saúde Animal (OMSA) e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), propuseram medidas para aprimorar práticas relacionadas à RAM, prevenção de doenças zoonóticas e segurança do alimento (FAO, 2019). Conceitualmente, a Saúde Única adota uma abordagem colaborativa, multidisciplinar e multissetorial para enfrentar ameaças urgentes, contínuas ou potenciais, considerando os níveis global, regional, nacional e local (Bidaisee *et al.*, 2014; FAO, 2019).

A prevalência de resíduos de antimicrobianos no leite cru é motivo de preocupação no Brasil. Em um total de 210 amostras coletadas em quatro regiões produtoras de leite: Viçosa, MG (n=47), Pelotas, RS (n=50), Londrina, PR (n=63) e Botucatu, SP (n=50), foram detectados resíduos de antibióticos em 24 amostras (11,4%). As taxas de ocorrência de resíduos em leite cru variaram entre as localidades, sendo 20,6% em Londrina, 8,0% em Botucatu, 8,5% em Viçosa e 6,0% em Pelotas (Nero *et al.*, 2007).

O Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC) do Ministério de Agricultura e Pecuária (MAPA), por meio da PORTARIA SDA Nº 1.266 (Brasil, 2025a) monitora e controla resíduos e contaminantes. Nos anos de 2023 (n=624) e 2024 (n=562), 0,80% e 1,42% das amostras de leite cru, coletadas majoritariamente nas propriedades rurais, estavam fora de conformidade, contaminadas com resíduos de antimicrobianos, respectivamente. Em 2023, foram encontradas amostras de leite contaminadas com penicilina, tilmicosina, tetraciclina e florfenicol. Em 2024, 0,89% das amostras de leite estavam contaminadas com florfenicol e 0,18% com tetraciclina. Tais dados contemplavam 13 classes de antimicrobianos, mas somente 11 destas classes possuem produtos registrados no Brasil para uso em vacas em lactação (cefalosporina de 1ª geração, cefalosporina de 3ª geração, cefalosporina de 4ª geração, penicilinas, sulfonamidas, tetraciclinas, quinolonas, macrolídeo, anfenicóis e pirimidinas).

Lincosamidas e pleuromutilinas fazem parte do PNCRC, mas não há produtos indicados para vacas em lactação. Aminoglicosídeos não foram testadas nestes anos.

Uma limitação relevante do ponto de vista de saúde pública do PNCRC e que deve ser considerada, é o fato de que as amostras de produtos de origem animal são obtidas exclusivamente em estabelecimentos sob controle do serviço de inspeção federal e devidamente registrados no DIPOA, não incluindo SIE (serviço de inspeção estadual) ou SIM (serviço de inspeção municipal) (Brasil, 2025a; Brasil, 2021). Além disso, se consideramos a estimativa de que 27,6% do leite seja comercializado de forma informal (Embrapa, 2025), o número de violações por resíduo de antimicrobianos no leite pode estar subestimada.

Nos Estados Unidos, Sawant *et al.* (2005) identificaram resíduos de antibióticos em leite de 3% das fazendas da Pensilvânia. Em uma revisão sobre resíduos de antimicrobianos no leite, Sachi *et al.* (2019) analisaram publicações entre 1965 e 2017, das quais a maioria abordava resíduos em leite bovino (86,2%; n=193). Os autores relataram que as classes mais frequentemente encontradas foram os betalactâmicos (36,5%), subdivididos em penicilinas (20,6%; n=75) e cefalosporinas (15,9%; n=58). Em seguida, destacaram-se a tetraciclina (14%; n=51), as fluoroquinolonas (13,5%; n=49), outras classes (12,9%; n=47), as sulfonamidas (12,5%; n=46) e os aminoglicosídeos (10,4%; n= 38). Em outro estudo de revisão, Costa *et al.* (2024) avaliaram 16 artigos publicados entre 2013 e 2023, envolvendo 411.530 análises de leite. Os resultados mostraram que as classes mais frequentemente identificadas foram as tetraciclinas, seguidas por betalactâmicos, sulfonamidas e fluoroquinolonas. Quanto à distribuição geográfica, a Itália apresentou a menor ocorrência de resíduos, com apenas 0,09% de amostras positivas, enquanto a Tanzânia registrou a maior frequência, com 82,70% de amostras positivas. No Irã, Quênia e Paquistão, os índices foram de 57,70%, 30,74% e 20,50%, respectivamente. No Brasil, esta revisão citou somente dois estudos realizados por Angicano *et al* (2015) e Oliveira *et al* (2021) em amostras de leite em tanque de expansão e, neste caso não foram observados casos de contaminação.

Para promover a segurança do leite em relação a resíduos e contaminantes, o gerenciamento de risco adotado pelo MAPA, no âmbito do PNCRC, envolve ações articuladas entre diferentes unidades da Secretaria de Defesa Agropecuária, em especial o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Esse departamento, por meio da instrução normativa (IN) n.º 77 de 2018 (Brasil, 2018), estabelece critérios e procedimentos para a realização de testes de resíduos utilizando

laboratórios oficiais da Rede Brasileira de Qualidade do Leite, para verificar o cumprimento dos limites máximos de resíduos. As amostras de leite devem ser enviadas com frequência de, no mínimo, uma vez por mês, além de testagem aleatórias ou direcionadas quando há suspeita ou evidências de não conformidade previstas na Portaria SDA/n.º 1.266 (Brasil, 2025a).

No Brasil não há normativa que determine o tipo de teste para detecção de resíduos de antimicrobianos no leite cru, mas testes físico-químicos, como cromatografia líquida de alta eficiência, cromatografia gasosa ou espectroscopia são testes quantitativos e confirmatórios. Já os testes rápidos que utilizam ensaios imunoenzimáticos, inibição microbiana ou baseados em imunorreceptores, são testes de triagem e qualitativos (Brasil, 2025a; ANVISA, 2009; Costa *et al.*, 2024). Dentre os testes rápidos, destacam-se os kits SNAP®DUO ST PLUS, que tem capacidade de detectar o grupo das penicilinas, cefalosporinas e tetraciclina, CHARM®QUAD 1 Test, que identifica beta-lactâmicos, sulfonamidas, tetraciclina e quinolonas, o Kit DELVOTEST®T, que identifica penicilinas, tetraciclina, sulfonamidas, macrolídeos, aminoglicosídeos, cefalosporinas e outros antimicrobianos como trimetoprima e o KIT ECLIPSE®50, que identifica beta-lactâmicos, tetraciclina, macrolídeos, aminoglicosídeos, sulfonamidas, lincosamidas e outros como cloranfenicol.

Os testes de triagem, embora exijam confirmação por outros métodos, são uma alternativa de menor custo e com resultados mais rápidos; no entanto, a interação com sanitizantes ou conservantes do leite, além da alta sensibilidade para algumas classes de antimicrobianos, pode resultar em resultados falso-positivos, em amostras que estariam abaixo do limite máximo de resíduo (LMR), ou seja, aptas para o consumo humano (Brasil, 2025a; Novaes *et al.*, 2017; Sachi *et al.*, 2019; Costa *et al.*, 2024). Por exemplo, a oxitetraciclina tem seu LMR definido pelo *Codex Alimentarius* de 100 partes por bilhão (ppb), embora o limite de detecção do KIT CHARM®QUAD 1 Test seja de 40-70 ppb. Para a cefalexina, que tem o LMR de 100 ppb, o limite de detecção do SNAP®DUO ST PLUS é de 30 ppb (ANVISA, 2022; Charm Sciences INC., 2026; IDEXX Brasil, 2026).

A RAM tem gerado preocupação mundial. Esforços para reduzir o uso de antimicrobianos em propriedades leiteiras têm sido observados em diversos países da Europa e da América do Norte. Tendências do mercado consumidor, práticas de manejo, disponibilidade de medicamentos e regulamentações influenciam diretamente o uso de antimicrobianos, exigindo uma discussão mais aprofundada sobre o tema (Krömker *et al.*, 2017; Redding *et al.*, 2019). Devido à importância da mastite como geradora de demanda

do uso de antimicrobianos, é importante implementar métodos eficazes de controle dessa doença. Compreender os fatores de risco, bem como o comportamento dos produtores e técnicos em relação ao uso de antimicrobianos, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de políticas públicas e privadas voltadas ao uso racional de antimicrobianos.

2.4. Uso de antimicrobianos na bovinocultura leiteira

Segundo relatório da FAO, apenas 42 países possuem sistemas oficiais de coleta de dados sobre o uso de antimicrobianos para animais de produção (FAO, 2019). Estima-se que no mundo, no ano 2010, mais de 63 mil toneladas de antimicrobianos foram utilizadas para animais de produção. Dois terços do crescimento previsto no uso global de antimicrobianos decorrerão da produção animal e, para os anos de 2010 a 2030, há uma previsão de crescimento de 67%, sendo Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul os principais países implicados no aumento no uso de antimicrobianos (Van Boeckel *et al.*, 2015). Pode-se sugerir que esses dados de crescimento sejam superiores a 67% até 2030 conforme reportado anteriormente, uma vez que, até o ano de 2021, o crescimento já havia alcançado 28% a 41%, chegando a um total estimado entre 81.084 e 88.927 toneladas de antimicrobianos utilizados em animais (Ritchie e Spooner, 2024; WOA, 2024). Mesmo em países com regulamentação e controle da prescrição de antimicrobianos, ou com sistemas de monitoramento, ainda é possível observar práticas agropecuárias que contribuem para o uso indiscriminado desses medicamentos. Por exemplo, o uso *off-label* (desvio das indicações da bula) de antimicrobianos foi relatado em 79% das fazendas leiteiras no estado da Pensilvânia, EUA (Sawant *et al.*, 2005). O fornecimento de antimicrobianos como oxitetraciclina, neomicina ou coccidiostáticos em sucedâneos de leite para bezerras lactentes foi uma prática comum por décadas. Entre 2017 e 2018, Redding *et al.* (2019) relataram essa prática em 18,6% das fazendas da Pensilvânia. Na Nova Zelândia, o uso de antimicrobianos segue regulamentação rigorosa, com diretrizes estabelecidas por um sistema oficial de monitoramento governamental. O uso só é permitido mediante prescrição veterinária, e os dados de venda são coletados e monitorados, incluindo tipo de antimicrobiano, volume utilizado, tempo de exposição e informações temporais e geográficas (Bryan & Hea, 2017).

Embora existam iniciativas no Brasil, como o Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Agropecuária (PAN-BR AGRO) (Brasil, 2023), o rigor na regulamentação do uso de antimicrobianos

se faz necessária. Apesar da resolução n.º 1.318/2020 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV, 2020), que regulamenta a prescrição privativa do médico veterinário e também iniciativas como AGROMONITORA do PAN-BR AGRO, que prevê o monitoramento anual das informações sobre a venda de antimicrobianos de uso veterinário, aditivos anticoccidianos ou aditivos melhoradores de desempenho, com a especificação do princípio ativo em quilogramas, bem como a separação das informações conforme a finalidade de uso terapêutico ou de melhoria de desempenho, a serem fornecidas pelas empresas detentoras dos registros desses produtos por meio do preenchimento do formulário digital “Serviço para Informar Dados de Venda de Antimicrobianos de Uso Veterinário – Agromonitora”, disponibilizado pelo MAPA no Portal de Serviços do Governo Federal (Brasil, 2023), não há controle na comercialização ou no registro do uso de antimicrobianos.

Higham *et al.* (2018) relataram que, entre 2016 e 2017, as principais razões para o uso de antimicrobianos em fazendas leiteiras na Inglaterra foram mastite, problemas podais e reprodutivos. As classes mais utilizadas foram penicilinas (58,3%), aminoglicosídeos (47%) e cefalosporinas de 3ª e 4ª geração (17,9%). Redding *et al.* (2019) identificaram mastite, diarreia e pneumonia em bezerros como as principais causas para uso de antimicrobianos em propriedades da Pensilvânia. Na Alemanha, entre 2011 e 2015, Krömker *et al.* (2017) observaram que 27% dos antimicrobianos para uso IMM foram destinados ao tratamento da mastite clínica, enquanto 73% foram destinados à terapia de vaca seca (TVS). No Canadá, as principais indicações para o uso de antimicrobianos em fazendas leiteiras foram mastite clínica, problemas reprodutivos e TVS. O tratamento de vacas em lactação e a TVS representaram, respectivamente, 42% e 14% do total de doses diárias utilizadas. Os 44% restantes foram empregados no tratamento de infecções uterinas, problemas podais, doenças respiratórias, cirurgias, febre e outras condições (Nobrega *et al.*, 2017). Bryan e Hea (2017), em estudo com 108 fazendas leiteiras na Nova Zelândia (totalizando 68.425 animais), identificaram as penicilinas como os antimicrobianos mais utilizados, seguidas por macrolídeos, cefalosporinas e tetraciclina. Entre 2012 e 2015, o uso de macrolídeos e cefalosporinas diminuiu, enquanto o de penicilinas aumentou. Entre 2014 e 2015, os produtos injetáveis foram os mais utilizados, seguidos pelos antimicrobianos de uso IMM para vacas secas e em lactação.

A TVS representa uma parcela significativa do uso de antimicrobianos em fazendas leiteiras ao redor do mundo. Na Dinamarca, o uso da TVS em todas as vacas é

proibido; a decisão pelo tratamento é baseada em dados de testes diagnósticos para detecção de infecção intramamária, histórico de tratamentos, registros clínicos, CCS e resultados do CMT (Gusmann *et al.*, 2018).

No Brasil, há 242 produtos registrados como antimicrobianos para uso em bovinos de leite e corte, dos quais 71 de origem importada e 171 de fabricação nacional (BRASIL, 2025b). Esses produtos são indicados para administração pelas vias IMM, parenteral (intramuscular, intravenosa ou subcutânea), oral e tópica, isoladamente ou em associação com anti-inflamatórios esteroidais, não esteroidais, antifúngicos e outros princípios ativos. No Brasil há 11 classes de antimicrobianos aprovados para uso IMM em vacas em lactação e TVS: aminoglicosídeos, penicilinas, cefalosporina de 1ª geração, cefalosporina de 3ª geração, cefalosporina de 4ª geração, fluoroquinolona, macrolídeo, pirimidinas, polipeptídeos, sulfonamidas e tetraciclinas (Brasil, 2025b). As tabelas 1 e 2 apresentam as bases de antimicrobianos e suas associações, assim como o número de produtos registrados no Brasil para tratamento da mastite clínica e TVS.

Tabela 1. Bases de antimicrobianos para uso intramamário, suas associações e número de registros no Ministério da Agricultura e Pecuária, para utilização em vacas em lactação.

Antimicrobianos e suas associações por insumo farmacêutico ativo	Número de produtos registrados
Cefalosporina de 3ª geração	6
Cefalosporina de 1ª geração + Aminoglicosídeo + Corticoide	3
Aminoglicosídeo	4
Cefalosporina de 1ª geração + Corticoide	1
Cefalosporina de 1ª geração + Aminoglicosídeo + Corticoide + Antifúngico	1
Cefalosporina de 1ª geração + Aminoglicosídeo	1
Cefalosporina de 4ª geração	1
Penicilina (ampicilina mais cloxacilina)	1
Penicilina (amoxicilina mais clavulanato) + Corticoide	2
Penicilina (cloxacilina) + Aminoglicosídeos	1
Aminoglicosídeo + Mucolítico	1
Aminoglicosídeo + Anti-inflamatório não esteroide	1
Aminoglicosídeo + Macrolídeo + Corticoide	2
Tetraciclina + Aminoglicosídeo + Polipeptídio + Corticoide	1
Tetraciclina + Aminoglicosídeo + Corticoide	1
Fluoroquinolonas	2
Sulfonamidas + Pirimidinas	1

Fonte: dados do MAPA (Brasil, 2025b)

Tabela 2. Bases de antimicrobianos para uso intramamário, suas associações e número de registros no Ministério da Agricultura e Pecuária, para terapia da vaca seca.

Antimicrobianos e suas associações por insumo farmacêutico ativo	Número de produtos registrados
Penicilinas (cloxacilina, ampicilina, amoxicilina)	6
Aminoglicosídeo	3
Cefalosporina de 1ª geração	4
Cefalosporina de 3ª geração	1
Aminoglicosídeo + Antifúngico	1
Penicilinas (penetamato, penicilina benetamina, benzilpenicilina procaína, benzilpenicilina potássica, cloxacilina) + aminoglicosídeos	3
Fluoroquinolonas	1

Fonte: dados do MAPA (Brasil, 2025b)

2.5. Tratamento da mastite

O tratamento da mastite é uma prática comum em fazendas leiteiras ao redor do mundo, podendo ocorrer durante ou ao término da lactação. Para casos clínicos durante a lactação, as abordagens mais utilizadas envolvem o uso de antimicrobianos por via IMM ou parenteral. A TVS é realizada tanto para tratar infecções intramamárias existentes no final da lactação, quanto para prevenir novas infecções durante o período seco, sendo a principal via a IMM (Bradley e Green, 2004; Bradley *et al.*, 2015; Ruegg, P. L., 2017; Tomazi *et al.*, 2020).

O antimicrobiano de eleição para o tratamento da mastite deve ter espectro de ação restrito e sua escolha baseada em características do patógeno causador (Ruegg, 2025). A decisão pelo uso de antibióticos deve considerar o histórico do animal, registros clínicos anteriores, gravidade da mastite, patógeno envolvido e histórico de CCS (Piaia *et al.*, 2025; Ruegg, 2025). Ademais, recomenda-se o uso de anti-inflamatórios não esteroides como terapia padrão nos casos clínicos, para reduzir os sinais inflamatórios e minimizar os efeitos negativos da mastite na reprodução das vacas (McDougall *et al.* 2009, Krömker *et al.*, 2017, Ruegg, 2025).

No campo, o tratamento da mastite clínica apresenta desafios, como a definição de caso, detecção e avaliação da etiologia e gravidade. Deng *et al.* (2019), por meio de um questionário aplicado a produtores holandeses, identificaram dificuldades na classificação da gravidade da mastite clínica. Embora a maioria soubesse distinguir entre casos leves e graves, as respostas abertas revelaram interpretações diferentes entre os produtores, tanto subestimando como superestimando a gravidade dos casos. Nobrega *et al.* (2020), em uma meta-análise com dados de 14 países, incluindo o Brasil, demonstraram que 73,97% dos tratamentos de mastite clínica foram realizados exclusivamente com antimicrobianos administrados pela via IMM. Antimicrobianos de uso sistêmico foram utilizados em 17,81% dos casos, enquanto 8,22% dos tratamentos envolveram terapia combinada (IMM e parenteral). Mesmo em países com regulamentações rigorosas, práticas inadequadas ainda ocorrem. Sawant *et al.* (2005) relataram que o uso *off-label* (desvio das indicações de bula) de ceftiofur no tratamento de mastite clínica durante a lactação foi observado em 18% das fazendas estudadas.

Na Dinamarca, o uso de antimicrobianos em fazendas leiteiras é rigidamente controlado. A prescrição é de responsabilidade dos veterinários, e apenas farmácias especializadas podem comercializar tais medicamentos. Embora o tratamento deva ser acompanhado por um veterinário, os produtores podem administrá-lo, desde que

previamente autorizados. A TVS também é regulamentada e só pode ser aplicada em vacas após confirmação da presença de infecção intramamária (Gussmann *et al.*, 2018).

Nos Estados Unidos, estima-se que 81,7% das vacas receberam TVS (USDA - NAHMS, 2008). Pol e Ruegg (2007) relataram que a TVS representou 31% do uso total de antimicrobianos em rebanhos leiteiros no país. Entre 2017 e 2018, na Pensilvânia, 85% das fazendas relataram utilizar a TVS, sendo que 24% delas adotavam critérios de seleção para aplicação. As classes mais utilizadas foram cefalosporinas de 1ª geração (cefapirina), penicilinas (penicilina G procaína e cloxacilina) e cefalosporinas de 3ª geração (ceftiofur) (Redding *et al.*, 2019). Na Pensilvânia, a cefapirina foi o antimicrobiano de escolha para o tratamento da mastite clínica e para a TVS, sendo utilizada em 49% e 52% das fazendas, respectivamente (Sawant *et al.*, 2005). No Canadá, os antimicrobianos mais utilizados no tratamento da mastite clínica foram: penicilinas (43% das doses diárias), cefalosporinas de primeira geração (20,5%) e lincosamidas (12,9%). Foram identificadas 12 classes diferentes, sendo as mais frequentes: penicilinas e suas combinações com outras bases, cefalosporinas, sulfas com trimetoprima e oxitetraciclinas. Para a TVS, penicilinas e cefalosporinas de primeira geração foram as mais utilizadas (Nobrega *et al.*, 2017).

Na Nova Zelândia, entre 2012 e 2015, foram utilizadas nove classes de antimicrobianos, incluindo aminoglicosídeos, cefalosporinas, fluoroquinolonas, lincosamidas, macrolídeos, penicilinas, sulfonamidas, tetraciclinas e trimetoprima. A TVS foi a segunda principal razão para o uso de antimicrobianos, sendo o cefalônio o mais utilizado (Bryan e Hea, 2017). Na Holanda, o uso de antimicrobianos para tratamento e prevenção da mastite também foi elevado. Utilizando dados do sistema nacional de registro, Deng *et al.* (2019) calcularam a dose diária definida por animal, considerando seringas intramamárias e antimicrobianos injetáveis. A pesquisa, realizada em 42 rebanhos, revelou que o uso de antimicrobianos superou a mediana nacional, com 39% da dose diária total atribuída à terapia de vaca seca. Um dado relevante foi que produtores que possuem sistema de ordenha automatizado (robôs) utilizavam mais antimicrobianos injetáveis, enquanto os produtores que adotavam o sistema de ordenha convencional usavam com maior frequência antimicrobianos de uso IMM. Este fato pode ser explicado pela maior facilidade e conveniência da aplicação IMM na sala de ordenha. Ademais, os produtores em sistemas automatizados preferiam receber alertas de mastite mais graves, os quais resultavam em maior uso de antimicrobianos injetáveis.

No Brasil, Tomazi *et al.* (2020) reportaram que o tratamento da mastite clínica com antimicrobianos de uso IMM foi realizado em 97% dos casos de mastite, em 19

rebanhos da região Sudeste. A terapia combinada (IMM e sistêmica) foi utilizada em 64,4% dos casos. Os medicamentos mais frequentes foram: combinação de tetraciclina, aminoglicosídeo (neomicina) e polipeptídeo (bacitracina), utilizada em 68,4% dos rebanhos, seguido por cefalosporinas de 4ª geração (63,2%) e 3ª geração (57,9%). Ressalta-se que o florfenicol, restrito no Brasil para uso em vacas leiteiras produzindo leite para consumo humano, foi identificado em tratamentos sistêmicos em dois (10,5%) rebanhos (Tomazi *et al.*, 2020). No mesmo estudo, os autores observaram o uso de 12 produtos IMM (ampicilina e cloxacilina; amoxicilina e clavulanato; cefalexina e neomicina; cefoperazona; cefquinoma; ceftiofur; ciprofloxacina; gentamicina; oxitetraciclina e neomicina; espiramicina e neomicina; sulfadiazina e trimetoprima e uma associação de tetraciclina, neomicina e bacitracina), pertencentes a 11 classes de antimicrobianos. Para os antimicrobianos de uso sistêmico, foram identificados 18 produtos com as seguintes composições: amoxicilina; amoxicilina e clavulanato de potássio; penicilina e estreptomicina; cefquinoma; ceftiofur; enrofloxacin; florfenicol; gentamicina; gentamicina e amoxicilina; norfloxacin; oxitetraciclina; sulfadiazina, trimetoprima e tilosina, distribuídos em 10 classes distintas (Tomazi *et al.*, 2020).

Apesar de amplamente utilizadas em propriedades leiteiras ao redor do mundo, a terapia da mastite clínica e a TVS com antimicrobianos devem ser realizadas com critério para prevenir o desenvolvimento da RAM. Por isso, torna-se cada vez mais necessário adotar métodos que promovam o uso racional desses medicamentos. Nesse contexto, o uso de técnicas diagnósticas, como a cultura microbiológica do leite é essencial para prevenir tratamentos desnecessários. O diagnóstico microbiológico, realizado em laboratórios de referência ou na própria propriedade, visa identificar o agente causador da mastite clínica e definir o tratamento adequado. Isso é especialmente importante em casos envolvendo patógenos refratários ao tratamento ou cuja indicação não inclui o uso de antimicrobianos, como *Prototheca* spp., *Serratia* spp. ou *Mycoplasma* spp. (Ruegg *et al.*, 1992; Schukken *et al.*, 2012; Adkins *et al.*, 2017). O diagnóstico preciso evita tratamentos desnecessários, em casos associados a patógenos com alta taxa de cura espontânea ou comensais do sistema mamário, como *Escherichia coli* ou estafilococos não-aureus, respectivamente. Segundo Ruegg (2018), a taxa de cura espontânea em casos de mastite causada por *E. coli* variou de 80% a 95%, enquanto em casos sem crescimento bacteriano na cultura do leite, essa taxa variou de 75% a 85%. Assim, para casos leves ou moderados causados por esses agentes, o uso de antimicrobianos parenterais ou IMM não foi necessário.

A cultura microbiológica do leite realizada na fazenda é uma técnica que, se corretamente adotada, pode diminuir em 50% o uso de antimicrobianos utilizados para o tratamento da mastite clínica (Lago *et al.*, 2011). Os sistemas de cultura na fazenda disponíveis comercialmente no Brasil se baseiam na utilização de placas com meios de cultura seletivos e cromogênicos, permitindo a identificação dos patógenos pela coloração das colônias (Ganda *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2016 e Garcia *et al.*, 2021). Embora a cultura com meios cromogênicos realizada na fazenda possua algumas limitações em relação à cultura microbiológica convencional ou testes moleculares, para identificação de patógenos de crescimento lento, ou que exijam meio de cultura específico ou condições de anaerobiose, em geral possuem acurácia satisfatória para identificar os patógenos mais comuns causadores de mastite.

A acurácia diagnóstica da placa Accumast® foi de 96,8% para o diagnóstico de *E.coli*, 97,5% para o grupo definido por *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp. e *Serratia* spp., 94,3% para o grupo definido por *Enterococcus* spp ou *Lactococcus* spp. e 93,8% para *Streptococcus* spp. (Ferreira *et al.*, 2018). Ganda *et al.* (2016), utilizando o mesmo sistema de cultura (Accumast) em amostras de leite de casos de mastite clínica, reportaram acurácia diagnóstica de 95,7% para *E.coli*, 93,8% para *Staphylococcus* spp. e 91,5% para *Streptococcus* spp. Em amostras de leite em casos de mastite subclínica (amostras de leite com CCS > 200.000 células/mL) e amostras de leite no pós-parto, a acurácia diagnóstica da placa On Farm® para identificar *Streptococcus uberis*, *Enterococcus* spp., *Streptococcus agalactiae* e *Streptococcus dysgalactiae* foi de 92,3%, 99,6%, 95,6% e 99,1%, respectivamente (Garcia *et al.*, 2021). Apesar de possuir uma performance satisfatória no diagnóstico de mastite clínica ou subclínica, deve-se ter atenção quanto a sensibilidade da técnica para determinados patógenos. Por exemplo, para *Staphylococcus aureus*, a sensibilidade da placa On Farm variou de 25% a 50% em amostras de leite colhidas no pós-parto das vacas (Garcia *et al.*, 2021) e a sensibilidade da placa Accumast foi de 70% em casos de mastite clínica (Ganda *et al.*, 2016), o que pode aumentar de forma expressiva o risco de resultados falso-negativos, dificultando o controle deste patógeno no rebanho.

Com base na cultura do leite na fazenda, é possível realizar terapia seletiva, que consiste em aguardar o resultado da cultura por 24 horas antes de decidir pelo tratamento dos casos leves e moderados de mastite (Lago *et al.*, 2011). Vasquez *et al.* (2017) avaliaram a eficácia da terapia seletiva em comparação ao tratamento imediato com antimicrobianos em 489 casos de mastite clínica leve a moderada. Os resultados

mostraram que os animais tratados após 24 horas não apresentaram piora clínica em relação aos tratados imediatamente. Não houve diferença significativa na produção de leite, CCS ou duração dos sinais clínicos. A produção média de leite em 30 dias após o episódio foi de 34,7 kg nos animais tratados imediatamente e de 35,4 kg nos tratados seletivamente. O número médio de dias com sinais clínicos foi de 4,8 dias nos animais tratados imediatamente e de 4,5 dias nos tratados seletivamente.

2.6. Uso de antimicrobianos criticamente importantes para uso humano no tratamento de mastite

Os antimicrobianos criticamente importantes são aqueles que devem ser priorizados para o tratamento de infecções em humanos (WHO, 2024). Segundo Krömker *et al.* (2017), a classificação dos antibióticos variou conforme o sistema de categorização adotado pela OMS, Food and Drug Administration (FDA), dos Estados Unidos ou pela Agência Europeia de Medicamentos (EMA).

Segundo dados da OMS (WHO, 2019), a lista de antimicrobianos criticamente importantes começou a ser construída em 2005, após casos documentados de resistência antimicrobiana (RAM) às fluoroquinolonas, em infecções por *Salmonella spp.* em humanos, além da constatação de que animais de produção e alimentos poderiam servir como veículos de bactérias resistentes, ampliando o risco para a saúde pública. Neste mesmo ano a lista foi categorizada em: criticamente importante, altamente importante e importante para uso humano (WHO, 2007). As classes dos aminoglicosídeos, ansamicinas, carbapênicos, cefalosporinas de 3^a e 4^a gerações, glicopeptídeos, macrolídeos, oxazolidinonas, penicilinas, fluoroquinolonas, estreptograminas e tetraciclina foram considerados antimicrobianos criticamente importantes. Esta lista passou por atualizações e em 2007 uma nova classe foi discutida e definida como “antimicrobianos criticamente importantes de prioridade máxima”. Em 2009, foi criado o grupo consultivo sobre vigilância integrada da RAM e entre 2011 e 2013, a lista passou por atualizações. Nos Estados Unidos, em 2016, os critérios de priorização passaram por mudanças e antimicrobianos da classe das polimixinas, como a colistina, passaram a fazer parte dos antimicrobianos criticamente importantes de prioridade máxima. Em 2018, baseados nos mecanismos de resistência e disponibilidade dos antimicrobianos, novas atualizações foram feitas e a penicilina foi reclassificada, de altamente importante, para criticamente importante (WHO, 2019).

A lista mais atualizada incluiu novas categorias e a classificação ficou definida como: antimicrobianos autorizados somente para humanos, antimicrobianos criticamente importantes de prioridade máxima, criticamente importante, altamente importante, importante e antimicrobianos autorizados somente para uso em animais (WHO, 2024). As cefalosporinas de 3ª e 4ª gerações, quinolonas, polimixinas (colistina e polimixina B) e derivados do ácido fosfônico (fosfomicina) foram categorizados como antimicrobianos criticamente importantes de prioridade máxima para humanos. Já os aminoglicosídeos, ansamicinas e macrolídeos foram categorizados como criticamente importantes.

Nobrega *et al.* (2020), em uma meta-análise de 30 estudos, dividiram os antimicrobianos em três categorias de importância: 1) importância prioritária; 2) importância crítica de alta prioridade e 3) altamente importantes. Os autores reportaram que o uso destes antimicrobianos pelas vias IMM ou sistêmica, em casos de mastite leve e moderada, não incrementaram a taxa de cura bacteriológica (*E. coli*, *Klebsiella* spp., estafilococos não *aureus*, *Staphylococcus aureus* e estreptococos não *agalactiae*), em relação aos antimicrobianos não críticos para uso humano.

Uma pesquisa realizada com produtores de leite na Inglaterra revelou que antimicrobianos classificados como criticamente importantes para uso humano foram utilizados em 41,9% das propriedades com sistema convencional e em 14,3% das fazendas com sistema orgânico (Higham *et al.*, 2018). Em 2016, a França proibiu a prescrição dos antimicrobianos de importância crítica pelos veterinários, como primeira opção de uso. Mesmo assim, o uso de antimicrobianos de importância crítica foi observado em propriedades de leite em sistema de produção orgânico (50%, n=3) e convencional (38,5%, n=5) (Poizat *et al.*, 2017).

No Brasil, o uso de antimicrobianos criticamente importantes para uso humano já foi reportado anteriormente no tratamento e prevenção da mastite (Tomazi *et al.*, 2020). Cefalosporinas de 3ª geração (cefoperazona e ceftiofur), cefalosporina de 4ª geração (cefquinoma), fluoroquinolonas (ciprofloxacina e enrofloxacin), considerados como antimicrobianos de importância crítica para humanos, são aprovadas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária para uso em vacas em lactação. No Canadá, Nobrega *et al.* (2017) também relataram o uso de fluoroquinolonas e constataram que, com base no cálculo da dose diária a partir do inventário dos frascos utilizados, o consumo foi superior ao registrado oficialmente pelos produtores.

2.7. Fatores associados ao uso de antimicrobianos para o tratamento de mastite

Para reduzir o uso de antimicrobianos em fazendas leiteiras, é fundamental prevenir a ocorrência da mastite. Tomazi et al. (2020) relataram que o uso de antimicrobianos esteve positivamente associado à CCS do leite do tanque, sugerindo que rebanhos com maior prevalência de mastite apresentam maior frequência de intervenções terapêuticas. Boas práticas de manejo, tais quais pré e pós-*dipping*, regulação adequada dos equipamentos, limpeza e desinfecção, uso de luvas, identificação precoce de casos de mastite, realização da linha de ordenha (ordenha de vacas infectadas por último) e manutenção de condições higiênicas no ambiente, são estratégias essenciais para evitar a ocorrência da mastite (NMC, 2025).

Compreender as atitudes dos produtores diante da mastite, os aspectos socioeconômicos e os comportamentos que influenciam o uso de antimicrobianos é importante para subsidiar políticas que promovam o uso racional desses medicamentos. As atitudes e comportamentos dos produtores são, em grande parte, moldados por fatores sociais e culturais. Fischer *et al.* (2019) buscaram compreender comportamentos de produtores de leite na Suíça que influenciavam o uso de antimicrobianos. Com base em entrevistas com produtores de sistemas convencionais e orgânicos, os autores reportaram que o comportamento dos produtores sobre o uso de antimicrobianos foi multifatorial, envolvendo não apenas aspectos individuais, mas também fatores culturais, econômicos, políticos e emocionais ligados ao bem-estar animal. Por exemplo, o vínculo emocional com os animais, especialmente em casos de mastite, foi associado à terapia prolongada com antimicrobianos em rebanhos leiteiros na Alemanha e Holanda (Swinkels *et al.*, 2015). No entanto, produtores Suecos tenderam a descartar mais animais e reduzir o uso de antimicrobianos, mesmo considerando o vínculo emocional com os animais (Fischer *et al.*, 2019). O medo e falta de confiança técnica, falta de tempo e desorganização foram citados por produtores franceses como motivos para não adoção da terapia seletiva na secagem das vacas e consequente diminuição no uso de antimicrobianos (Poizat *et al.*, 2017).

Fatores preditivos e características que influenciam o uso de antimicrobianos também foram estudados por Gussmann *et al.* (2018) em mais de 1.300 rebanhos dinamarqueses. Em nível de vaca, características como CCS aumentada, menor número de lactações, alta produção de leite e fase final de lactação, foram associadas à maior probabilidade de tratamento com antimicrobianos. Em contraste, vacas destinadas à remoção do rebanho tiveram menor probabilidade de serem tratadas (Gussmann *et al.*,

2018). Apesar das regulamentações rigorosas na Suécia, os produtores não relataram dificuldades de acesso aos antimicrobianos quando necessário. No entanto, expressaram preocupação com a competitividade no mercado internacional, já que o país permite a importação de carne e produtos lácteos produzidos sob normas menos restritivas. Os autores concluem que regulamentações globais mais uniformes e rigorosas poderiam ser eficazes para reduzir o uso de antimicrobianos (Fischer *et al.*, 2019).

Na Nova Zelândia, Bryan e Hea (2017) identificaram fatores que influenciaram o uso de antimicrobianos em fazendas leiteiras. O uso de antimicrobianos variou entre as regiões do país, tamanho dos rebanhos e preferências pessoais de prescrição veterinária. Até mesmo a definição de um caso de mastite e o sistema de produção adotado podem influenciar o uso de antimicrobianos. Produtores com sistemas automatizados de ordenha tenderam a detectar casos mais graves de mastite e, dessa forma, utilizavam mais antimicrobianos injetáveis, enquanto produtores convencionais identificavam alterações nos primeiros jatos de leite e no úbere de forma visual, o que favorecia a detecção de mastites menos graves e intervenções mais precoces, favorecendo o uso de terapia IMM (Deng *et al.*, 2019).

Para investigar se práticas de manejo, atitudes e crenças influenciam o uso de antimicrobianos no tratamento da mastite clínica, Kayitsinga *et al.* (2017) aplicaram um questionário a produtores dos estados da Flórida, Michigan e Pensilvânia, nos EUA. O tratamento da mastite clínica foi considerado “sempre” ou “frequente” em 20% e 35% das fazendas, respectivamente, e 77% das propriedades relataram uso de TVS com antimicrobianos. A redução do uso de antimicrobianos foi considerada “importante” ou “muito importante” em 81% das propriedades. Boas práticas no controle da mastite, como a antisepsia do teto antes da infusão de antimicrobianos pela via IMM, registro dos casos, cultura microbiológica e uso de selante, foram mais frequentes em rebanhos maiores (> 250 vacas no estado da Pensilvânia e > 500 vacas no estado da Flórida), do que nos menores. Ainda assim, em rebanhos maiores, o uso simultâneo de antimicrobianos pelas vias IMM e sistêmica para o tratamento de mastite clínica foi maior quando comparado com rebanhos menores, nos quais houve maior tendência de adoção de tratamentos alternativos, à base de produtos naturais. Produtores em sistema orgânico, ou que relatavam fazer uso de vacina contra *Staphylococcus aureus*, ou vinculados à comunidade Amish, utilizaram menos antimicrobianos pela via IMM. Produtores com maior nível de escolaridade, que mantinham registros de mastite e utilizavam TVS relataram maior uso de antimicrobianos pela via IMM. Também houve influência regional: em Michigan, o

uso parenteral foi superior ao de outros estados, além de ser mais frequente em propriedades que utilizavam selante de teto ou premiavam funcionários pela qualidade do leite (CCS) (Kayitsinga *et al.*, 2017).

3. OBJETIVOS

O objetivo desse estudo foram: 1) descrever características de uso de antimicrobianos em casos de mastite clínica durante lactação e período seco, 2) descrever práticas de manejo relacionadas aos casos de mastite clínica durante a lactação e período seco e, de forma secundária 3) avaliar possíveis associações entre características sociodemográficas, características das propriedades ou práticas de manejo e o uso inadequado de antimicrobianos.

4. REFERÊNCIAS

ADKINS, P. R. F. *et al.* **Laboratory handbook on bovine mastitis**. 3rd ed. New Prague: National Mastitis Council Inc., 2017.

AGHAMOHAMMADI, M. *et al.* Herd-Level Mastitis-Associated Costs on Canadian Dairy Farms. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 8, n. 0100X, p. 1-12, 2012.

ALLISON, J. R. Antibiotic residues in Milk. **British Veterinary Journal**, London, v. 141, n. 1, p. 9-16, 1985.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de Análise de Resíduo de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal (PAMVET) – Relatório 2006 – 2007**. Brasília, DF: ANVISA, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/monitoramento/programas-nacionais-de-monitoramento-de-alimentos/pamvet-monitoramento-de-residuos-em-leite-exposto-ao-consumo-relatorio-2006-2007.pdf> Acesso em: 15 de jan. de 2026

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Instrução Normativa Nº 162**. Brasília, DF: ANVISA, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/instrucao-normativa-anvisa-2022_162.pdf/view. Acesso em: 22 de nov. de 2025.

BIDAISEE, S.; MACPHERSON, C. N. L. Zoonoses and one health: a review of the literature. **Journal of Parasitology Research**, Hoboken, v. 2014, p. 874345, 2014.

BARBANO, D. M. *et al.* Influence of Raw Milk Quality on Fluid Milk Shelf Life. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, E. Suppl., 2006.

BRADLEY, A. J. Bovine mastitis: an evolving diseases. **The Veterinary Journal**, London, v. 164, n. 2, p. 116-128, 2002.

BRADLEY, A. J. e GREEN, M. J. The importance of the nonlactating period in the epidemiology of intramammary infection and strategies for prevention. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 20, n. 2, p. 547-568, 2004.

BRADLEY, A. J. *et al.* An Investigation of the dynamics of intramammary infections acquired during the dry period on European dairy farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 9, p. 6029-6045, 2014.

BRYAN, M.; HEA, S. Y. A survey of antimicrobial use in dairy cows from farms in four regions of New Zealand. **New Zealand Veterinary Journal**, Abingdon, v. 65, n. 2, p. 93-98, 2017.

BUSANELLO, M. *et al.* Estimation of prevalence and incidence of subclinical mastitis in a large population of Brazilian dairy herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 8, p. 6545-6553, 2017.

CHA, E. *et al.* The cost and management of different types of clinical mastitis in dairy cows estimated by dynamic programming. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 9, p. 4476-4487, 2011.

CHARM SCIENCES INC. **CHARM QUAD1 Test for Milk**. Lawrance, 2026. Disponível em: <https://www.charm.com/wp-content/uploads/2022/09/MRK-908-Charm-QUAD1-Test.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2026.

CILEITE. **Centro de inteligência do leite**. Juiz de Fora: Cileite, 2024. Disponível em: <https://www.cileite.com.br>. Acesso em: 3 out. 2025.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA. Resolução CFMV nº 1.318, de 06 de abril de 2020: **Dispõe sobre o exercício das atividades relacionadas à assistência médico-veterinária que envolvam produtos para uso em animais e dá outras providências**. Brasília-DF, 2020. Disponível em: <http://www.abmes.org.br/legislacoes/detalhe/3093/resolucao-cfmv-n-1.318> . Acesso em: 20 out. 2025.

COSTA, L.V. *et al.* Antibiotic Residues in Raw Cow's Milk: A Systematic Review of the Last Decade. **Foods**, Suíça, v. 13, n. 3758, p.1-14, 2024.

DENG, Z. *et al.* Antimicrobial use and farmers' attitude toward mastitis treatment on dairy farms with automatic or conventional milking systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 8, p. 7302-7314, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Anuário Leite 2025**. Juiz de Fora – MG, p. 89, 2025. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 07 abr. 2026.

FERREIRA, J. C. *et al.* Comparative analysis of four commercial onfarm culture methods to identify bacteria associated with clinical mastitis in dairy cattle. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 13, n. 3, p. e0194211, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The FAO Action Plan on Antimicrobial Resistance 2016-2020**. Rome: FAO, 2016. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/82a4c191-6bff-44b8-960b-ba3c4da757f9>. Acesso em: 20 nov. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **19th World Milk Day**. Rome: FAO, 2019. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/World_Milk_Day_2019.pdf. Acesso em: 25 out. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH e WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Taking a Multisectoral, One Health Approach: A Tripartite Guide to Addressing Zoonotic Diseases in Countries**. Geneva: FAO, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241514934>. Acesso em: 12 out. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH. **One Health High-Level Expert Panel (OHHLEP): One Health Theory of Change**. Roma: 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/one-health-theory-of-change>. Acesso em: 13 out. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH. **One Health Joint Plan of Action**. Rome: FAO, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240059139>. Acesso em: 8 nov. 2023.

FISCHER, K. *et al.* Dairy farmers' perspectives on antibiotic use: a qualitative study. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, n. 3, p. 2724-2737, 2019.

GANDA, E. K. *et al.* Evaluation of an On-Farm Culture System (Accumast) for Fast Identification of Milk Pathogens Associated with Clinical Mastitis in Dairy Cows. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 11, n. 5, p. e0155314, 2016.

GAO, J. Antibiotic resistance of *Streptococcus agalactiae* from cows with mastitis. **The Veterinary Journal**, London, v. 194, n. 2, p. 423-424, 2012.

GARCIA, B. L. N. *et al.* Evaluation of Chromogenic Culture Media for Rapid Identification of Gram-Positive Bacteria Causing Mastitis. **Frontiers in Veterinary**

Science, Lausanne, v. 8, n. 662201, p. 1-11, 2021.

GONZÁLEZ, R. N. *et al.* Clinical mastitis in two California dairy herds participating in contagious mastitis control programs. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 3, p. 648-660, 1990.

GUSSMANN, M. *et al.* Determinants of antimicrobial treatment for udder health in Danish dairy cattle herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, n. 1, p. 505-517, 2018.

HALAWA, E. M. *et al.* Antibiotic action and resistance: updated review of mechanisms, spread, influencing factors, and alternative approaches for combating resistance. **Frontiers in Pharmacology**, Laussane, v. 14, n. 1305294, p. 1 – 17, 2024.

HIGHAM, L. E. *et al.* A survey of dairy cow farmers in the United Kingdom: knowledge, attitudes and practices surrounding antimicrobial use and resistance. **Veterinary Record**, Oxford, v. 183, n. 24, p. 746, 2018.

IDEXX BRASIL. **Teste SNAPduo ST Plus**. São Paulo: IDEXX, 2026. Disponível em: <https://www.idexx.com.br/pt-br/milk/dairy-tests/snapduo-st-plus/>. Acesso em: 14 jan. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html>. Acesso em: 19 dez. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 8 set. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>. Acesso em: 31 out. 2025.

KAYITSINGA, J. *et al.* Antimicrobial treatment of clinical mastitis in the eastern United States: the influence of dairy farmers' mastitis management and treatment behavior and attitudes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 2, p. 1388-1407, 2017.

KRÖMBER, V.; LEIMBACH, S. Mastitis treatment - Reduction in antibiotic usage in dairy cows. **Reproduction in Domestic Animal**, Berlin, v. 52, p. 21-29, 2017. Suppl. 3, 2017.

LAGO, A. *et al.* The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: I. Effects on antibiotic use, milk withholding time, and short-term clinical and bacteriological outcomes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 9, p. 4441-4456, 2011.

LEITNER, G. *et al.* Milk quality and milk transformation parameters from infected mammary glands depends on the infecting bacteria species. **PLoS ONE**, San Francisco, v.14, n. 7, p. e0213817, 2019.

LIANG, D. *et al.* Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 2, p. 1472-1486, 2017.

MARTINEZ, J. L. *et al.* A global view of antibiotic resistance. **FEMS (Federation of European Microbiological Societies) Microbiology Review**, Delf, v.33, n. 1, p.44 - 65, 2009.

MC DOUGALL, S. *et al.* Effect of treatment with the nonsteroidal antiinflammatory meloxicam on milk production, somatic cell count, probability of re-treatment, and culling of dairy cows with mild clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 9, p. 4421- 4431, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Instrução Normativa Nº 35**. Brasília, DF: MAPA, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/produtos-veterinarios/legislacao-1/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-sda-mapa-no-35-de-11-09-2017.pdf>. Acesso em 31 de março de 2026.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Instrução Normativa Nº 77**. Brasília, DF: MAPA, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/plano-de-qualificacao-de-fornecedores-de-leite/arquivos-do-pqfl/IN772018QualificodefornecedoresdeleiteatualizadapelaIN5919.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2026.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Manuais da Secretaria de Defesa Agropecuária - PNCRC: Manual Instrutivo do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes**. Brasília, DF: MAPA, 2021. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Inspeção-Animal/Produto-Origem-Animal/manual_pncrc. Acesso em 06 abr. 2026.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no âmbito da Agropecuária (PAN-BR AGRO - 2ª Etapa - 2023-2027)**. Brasília, DF: MAPA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/resistencia-aos-antimicrobianos/pan-br-agro/PlanodeAoda2EtapadoPANBRAGROjun.23.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2025

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC)**. Brasília, DF: MAPA, 2025a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes>. Acesso em: 14 dez. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Acesse os novos painéis de BI (Business Intelligence) do MAPA**. Brasília, DF: MAPA, 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos->

pecuarios/produtos-veterinarios/paineis-de-bi-do-mapa. Acesso em: 19 dez. 2024.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL. **Recommended Mastitis Control Program**. New Prague, US: NMC, 2025. Disponível em: <https://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2025/08/SEVEN-point-NMC-Recommended-Mastitis-Control-08.18.25.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2026.

NERO, L. A. *et al.* Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 391-393, 2007.

NOBREGA, D. B. *et al.* Comparison of treatment records and inventory of empty drug containers to quantify antimicrobial usage in dairy herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 12, p. 9736-9745, 2017.

NOBREGA, D. B. *et al.* Critically important antimicrobials are generally not needed to treat nonsevere clinical mastitis in lactating dairy cows: results from a network meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 11, p. 10585-10603, 2020.

NOVAES, S.F. *et al.* Residues of veterinary drugs in milk in Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n.08, p. 1-7, 2017.

OLIVEIRA, L. *et al.* Characterization of clinical mastitis occurring in cows on 50 large dairy herds in Wisconsin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, n. 12, p. 7538-7549, 2013.

OLIVEIRA, C. S. F. *et al.* Cow-specific risk factors for clinical mastitis in Brazilian dairy cattle. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 121, p. 297-315, 2015.

OLIVER, S. P.; MURINDA, S. E. Antimicrobial resistance of mastitis pathogens. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 28, n. 2, p. 165-185, 2012.

O'NEILL, J. **Antimicrobial resistance: tackling a crisis for the health and wealth of nations**. London: The Review on Antimicrobial Resistance, 2014. Disponível em: https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations_1.pdf. Acesso em: 10 set. 2022.

PIAIA, J. G. *et al.* **Antimicrobials in the management of bovine mastitis**. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 55, n. 10, p. 1-9, 2025.

PIESSENS, V. *et al.* Intra-species diversity and epidemiology varies among coagulase-negative *Staphylococcus* species causing bovine intramammary infections. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 155, n. 1, p. 62-71, 2012.

POIZAT, A. *et al.* Antibiotic use by farmers to control mastitis as influenced by health advice and dairy farming systems. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 146, p. 61-72, 2017.

POL, M.; RUEGG, P. Treatment practices and quantification of antimicrobial drug

usage in conventional and organic dairy farms in Wisconsin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 1, p. 249-261, 2007.

REDDING, L. E.; BENDER, J.; BAKER, L. Quantification of antibiotic use on dairy farms in Pennsylvania. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, n. 2, p. 1494-1507, 2019.

RITCHIE, H. e SPOONER, F. **Public data on antibiotic use in livestock is incomplete, making it difficult to track how much is used and where**. Oxford: Our World in Data, 2024. Disponível em: <https://ourworldindata.org/antibiotics-livestock-data>. Acesso em: 20 abr. 2026.

RUEGG, P. L. Microbiologic investigation of an epizootic of mastitis caused by *Serratia marcescens* in a dairy herd. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 200, n. 2, p. 184-189, 1992.

RUEGG, P. L. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 12, p. 10381-10397, 2017.

RUEGG, P. L. Making antibiotic treatment decisions for clinical mastitis. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 34, n. 3, p. 413-425, 2018.

RUEGG, P. L. The future of udder health: Antimicrobial stewardship and alternative therapy of bovine mastitis. **Journal of Dairy Science Communications**, Champaign, In Press, Journal Pre-proof, 2025.

SACHI, S. *et al.* Antibiotic residues in milk: Past, present, and future. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, Bangladesh, v. 6, n. 3, p.315-332, 2019.

SAWANT, A. A.; SORDILLO L. M.; JAYARAO, B. M. A survey on antibiotic usage in dairy herds in Pennsylvania. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 8, p. 2991-2999, 2005.

SCHUKKEN, Y. *et al.* The “other” Gram-Negative Bacteria in mastitis: *Klebsiella*, *Serratia*, and more. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 28, n. 2, p. 239-256, 2012.

TOMAZI, T. *et al.* Association of herd-level risk factors and incidence rate of clinical mastitis in 20 Brazilian dairy herds. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 161, p. 9-18, 2018.

TOMAZI, T.; DOS SANTOS, M. V. Antimicrobial use for treatment of clinical mastitis in dairy herds from Brazil and its association with herd-level descriptors. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 176, p. 104937, 2020.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) - NATIONAL ANIMAL HEALTH MONITORING SYSTEM (NAHMS). **Dairy 2007 - Part III: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States**.

Washington, US: NAHMS – USDA, 2008. Disponível em: https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/dairy07_dr_partiii_rev.pdf. Acesso em: 30 jan. 2026.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) - NATIONAL ANIMAL HEALTH MONITORING SYSTEM (NAHMS). **Dairy 2014 - Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations**. Washington, US: NAHMS – USDA, 2018. Disponível em: https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/dairy14_dr_partiii.pdf. Acesso em: 30 jan. 2026.

VAN BOECKEL, T. P. *et al.* Global trends in antimicrobial use in food animals. **The Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 112, n. 18, p. 5649-5654, 2015.

VASQUEZ, A. K. *et al.* Clinical outcome comparison of immediate blanket treatment versus a delayed pathogen-based treatment protocol for clinical mastitis in a New York dairy herd. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 4, p. 2992-3003, 2017.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.

WENZ, J. R. Use of systemic disease signs to assess disease severity in dairy cows with acute coliform mastitis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 218, n. 4, p. 567-572, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Critically Important Antimicrobials for Human Medicine: Categorization for the Development of Risk Management Strategies to contain Antimicrobial Resistance due to Non-Human Antimicrobial Use**. Geneva: WHO, 2007. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241595742>. Acesso em: 23 ago. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Critically important antimicrobials for human medicine: 6th revision**. Geneva: WHO, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241515528>. Acesso em: 13 de dez. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO List of Medically Important Antimicrobials: a risk management tool for mitigating antimicrobial resistance due to non-human use**. Geneva: WHO, 2024. Disponível em: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gcp/who-mia-list-2024-lv.pdf>. Acesso em: 17 de dez. 2025.

WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH (WOAH). **Annual Report on Antimicrobial Agents Intended for Use in Animals: 8th report**. Paris: WOAH, 2024. Disponível em: <https://www.woah.org/app/uploads/2024/05/woah-amu-report-2024-final.pdf>. Acesso em: 20 abr. 26.

ZADOKS, R. N. *et al.* Molecular epidemiology of mastitis pathogens of dairy cattle and comparative relevance to humans. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, New York, v. 16, n. 4, p. 357-372, 2011.

CAPÍTULO 2 – Trabalho científico

Caracterização do uso de antimicrobianos no tratamento e prevenção da mastite bovina em bacias leiteiras de São Paulo e Minas Gerais: um estudo transversal

Eduardo P. Macêdo*, Gabriela C. Magioni*, José C. F. Pantoja*¹

*Department of Animal Production and Preventive Veterinary Medicine, College of Veterinary Medicine and Animal Science, São Paulo State University (UNESP), Botucatu, São Paulo, Brazil.

¹Corresponding author: jose.pantoja@unesp.br

Caracterização do uso de antimicrobianos no tratamento e prevenção da mastite bovina em bacias leiteiras de São Paulo e Minas Gerais: um estudo transversal

RESUMO

A mastite é a doença mais prevalente em bovinos leiteiros e representa uma das principais indicações para o uso de antimicrobianos, especialmente no tratamento de casos clínicos e na terapia de vaca seca. Embora antimicrobianos sejam importantes para o controle da mastite e bem-estar dos animais, seu uso tem sido restringido, principalmente devido à resistência bacteriana e à ameaça à saúde pública. Os objetivos desse estudo transversal foram: 1) descrever características de uso de antimicrobianos em casos de mastite clínica durante lactação e período seco, 2) descrever práticas de manejo relacionadas aos casos de mastite clínica durante a lactação e período seco e, de forma secundária 3) avaliar possíveis associações entre características sociodemográficas, características das propriedades ou práticas de manejo e o uso inadequado de antimicrobianos. Propriedades rurais (n=65), de três bacias leiteiras nos estados de Minas Gerais e São Paulo, foram visitadas com apoio dos laticínios regionais. Um questionário incluindo 59 questões sobre o perfil de uso de antimicrobianos no tratamento e prevenção de mastite foi aplicado presencialmente em cada propriedade. A idade mediana dos respondentes foi de 46 anos, os quais eram proprietários (58,5%), colaboradores (21,5%), gerentes (16,9%) e consultores (3,1%). A produção mediana dos rebanhos foi de 400 L/dia, com 30 (3-627) animais em lactação. Dos entrevistados, 81,5% definiram a mastite como a presença de qualquer alteração no leite, mas 18,5% só consideravam um caso quando havia sinais inflamatórios na glândula mamária. A maioria (53,9%) não registrava casos de mastite. Quando identificado um caso leve de mastite, 43,1% instituíam tratamento imediato com antimicrobianos e somente 12,3% realizavam cultura microbiológica do leite para tomar decisões de tratamento. Em 29,2% das fazendas, os produtores comercializavam leite de vacas com mastite leve. O tratamento mais comum (46,2%) de mastite clínica foi o uso simultâneo de antimicrobianos intramamários (IMM) e sistêmicos. Quase todos os produtores (90,6%) reportaram não pesar as vacas para calcular a dose do antimicrobiano injetável e 29,7% seguiam as orientações da bula. Observou-se uso de 25 produtos comerciais injetáveis (9 classes) e 21 produtos IMM (9 classes) para tratar mastite. O tratamento com antimicrobianos injetáveis era realizado

preferencialmente com ceftiofur, enrofloxacinina ou tetraciclina e o tratamento IMM era realizado preferencialmente com cefoperazona, amoxicilina ou tetraciclina (com mesma frequência) e cefalexina. Antimicrobianos (injetáveis ou IMM) de classes criticamente importantes para uso humano (cefoperazona, cefquinoma, ceftiofur, ciprofloxacina, enrofloxacinina, marbofloxacina, tilmicosina e tilosina) foram utilizados como primeira escolha de tratamento em 67,7% das propriedades. No tratamento IMM, 27,6% reportaram descartar somente o leite do quarto mamário tratado, 32,8% administravam tratamento IMM no mesmo quarto, em duas ou três ordenhas no mesmo dia e 5,2% utilizavam dose dupla por quarto mamário. O uso de antimicrobianos criticamente importante para uso humano foi generalizado e independente da região, tamanho do rebanho, CCS do leite do tanque ou nível de escolaridade do entrevistado. Região, tamanho do rebanho, idade e nível de escolaridade foram as características sociodemográficas mais frequentemente associadas a práticas de manejo inadequadas, tais quais comercialização do leite com aparência anormal, descarte de leite somente do quarto mamário em tratamento IMM e tratamento simultâneo pelas vias IMM e sistêmica. Resultados do presente estudo poderão contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas e privadas que visem a capacitação técnica para o uso racional de antimicrobianos e proteção da saúde pública.

Palavras-chave: vacas leiteiras, resistência a antimicrobianos, saúde pública.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

CCS – Contagem de Células Somáticas

CMT – California Mastitis Test

CPP – Contagem Padrão em Placa

DEL – Dias em Lactação

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

IMM – Intramamário

IN – Instrução Normativa

LMR – Limite Máximo de Resíduo

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

RAM – Resistência Antimicrobiana

TVS – Terapia de Vaca Seca

1. INTRODUÇÃO

A mastite bovina é uma das principais enfermidades que acometem rebanhos leiteiros em todo o mundo, sendo responsável por perdas econômicas (Aghamohammadi et al., 2018) e diminuição da quantidade e qualidade do leite produzido (Barbano et al., 2006; Nobrega et al., 2017). No Brasil, a mastite subclínica permanece altamente prevalente, acometendo 46,4% das vacas testadas (Busanello et al., 2017). Considerando que a mastite é a principal indicação terapêutica para antimicrobianos em rebanhos leiteiros, esse contexto epidemiológico está associado ao uso frequente desses medicamentos, tanto no tratamento de casos clínicos quanto na terapia da vaca seca (TVS). Em estudos realizados na América do Norte, o tratamento e a prevenção da mastite foram o destino de 52% a 62% do uso total de antimicrobianos em rebanhos leiteiros (Pol e Ruegg, 2007; Nobrega et al., 2017; Higham et al., 2018; Reeding et al., 2019).

Embora o uso de antimicrobianos seja importante para o controle da mastite e bem-estar dos animais, seu uso tem sido motivo de crescente preocupação no contexto da saúde pública. O'Neill (2014) e Naghavi et al. (2024) sugeriram que a resistência antimicrobiana (RAM) poderá ser a principal causa de mortes em seres humanos até 2050. Essa preocupação é ainda mais relevante quando se trata de classes de antimicrobianos consideradas criticamente importantes para uso humano, como fluoroquinolonas, cefalosporinas de 3ª e 4ª gerações e macrolídeos, os quais são utilizados em animais de produção no Brasil e em outros países do mundo, como Nova Zelândia, Canadá e Estados Unidos (Bryan & Hea, 2017; Nobrega et al., 2017; Tomazi et al., 2020).

No Brasil, a exigência de prescrição aplica-se aos medicamentos de uso veterinário registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) que possuem rotulagem de tarja vermelha, como, por exemplo, os antimicrobianos. No entanto, a comercialização desses produtos ocorre sem a obrigatoriedade de retenção da receita veterinária e, dessa forma, antimicrobianos criticamente importantes para uso humano, tais quais as cefalosporinas de 3ª e 4ª gerações (cefoperazona, ceftiofur, cefquinoma) e fluoroquinolonas (ciprofloxacina, enrofloxacin, marbofloxacina), são comercializadas sem restrição e utilizadas para tratamento de mastite ou terapia da vaca seca (TVS).

Ademais, as escolhas de antimicrobianos e práticas de tratamento de mastite observadas em propriedades leiteiras no Brasil são preocupantes e evidenciam a falta de capacitação dos produtores e risco à saúde pública, tanto pelo uso incorreto (e.g., via de administração, duração do tratamento), como pela escolha de antimicrobianos

criticamente importantes para uso humano (Tomazi et al., 2020). Em um estudo incluindo 5.020 casos de mastite clínica de 19 rebanhos na região sudeste do Brasil, Tomazi et al. (2020) reportaram que 64,4% dos tratamentos de mastite foram feitos com antimicrobianos administrados simultaneamente pelas vias IMM e sistêmica. Dois dos três produtos IMM mais utilizados pelos produtores eram constituídos de antimicrobianos criticamente importantes para uso humano (cefalosporinas de 3^a e 4^a gerações). Fluoroquinolonas e cefalosporinas de 3^a geração estavam entre os produtos mais utilizados pela via sistêmica (Tomazi et al., 2020).

Poucos estudos no Brasil foram realizados para descrever como os produtores em bacias leiteiras tradicionais usam antimicrobianos e manejam a mastite em sua rotina. Diante do acúmulo de evidências científicas que associam o uso indiscriminado de antimicrobianos à disseminação da RAM, torna-se necessário compreender as características de manejo que influenciam seu emprego, a fim de subsidiar políticas públicas e privadas voltadas ao uso racional desses fármacos e à mitigação do risco de RAM. Assim, os objetivos desse estudo foram: 1) descrever características de uso de antimicrobianos em casos de mastite clínica na lactação e TVS, 2) descrever práticas de manejo relacionadas aos casos de mastite clínica durante a lactação e período seco e, de forma secundária, 3) avaliar possíveis associações entre características sociodemográficas, características das propriedades ou práticas de manejo e uso inadequado de antimicrobianos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Delineamento de estudo

Trata-se de um estudo descritivo, transversal e observacional, reportado de acordo com as diretrizes STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*) (Von Elm et al., 2007). O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu, por meio da Plataforma Brasil, parecer CAAE 83143824.7.0000.5411.

2.2. Seleção das fazendas e critérios de inclusão

As propriedades rurais foram selecionadas em três bacias leiteiras nos estados de Minas Gerais e São Paulo. As bacias foram selecionadas por serem tradicionais e representativas, em termos de produção de leite, nos respectivos estados, e pela

localização geográfica acessível aos pesquisadores. Os estados de Minas Gerais e São Paulo, conjuntamente respondem por 30,9% da produção nacional, sendo 26,6% provenientes de Minas Gerais e 4,3% do estado de São Paulo (CILEITE, 2024). Em cada bacia leiteira, foi realizado contato com os principais laticínios e cooperativas. Após o aceite em colaborar com as atividades do estudo, foram realizadas visitas para apresentação da proposta do estudo e obtenção da relação de produtores que forneciam leite à empresa. A partir da lista de todos os produtores, uma amostra de conveniência foi utilizada para representar três categorias de propriedades rurais, com base na média geométrica dos dois últimos testes mensais de CCS: 1) < 300.000 células/mL; 2) 300.000 a 600.000 células/mL e 3) > 600.000 células/mL. Os principais critérios para seleção de propriedades, dentro de cada categoria, foram a facilidade de acesso (distância dos laticínios ou cooperativa) e receptividade dos produtores ao projeto.

Objetivou-se amostrar o mesmo número de propriedades dentro de cada categoria de CCS. Nenhum laticínio ou cooperativa pôde contribuir com mais de 25% do total de propriedades amostradas. Os técnicos dos laticínios e cooperativas proveram apoio à equipe do estudo para realização das visitas de campo e acompanharam a aplicação do questionário em 30,77% das propriedades ($n=20$). Após a seleção das fazendas junto aos laticínios e cooperativas, foi feito contato telefônico com os responsáveis pela propriedade para confirmar a data para a aplicação do questionário. Em caso de recusa por parte da fazenda, uma nova inclusão foi realizada, com base na lista prévia fornecida pelo laticínio ou cooperativa.

Foram elegíveis para participação no estudo propriedades leiteiras que comercializavam leite para os laticínios e cooperativas participantes do estudo, que tinham histórico de CCS e contagem padrão em placa (CPP) do leite do tanque por pelo menos dois meses e que ofereceram cooperação voluntária com as atividades do estudo.

2.3. Aplicação do questionário e coleta dos dados

Foi aplicado, presencialmente, questionário (Apêndice) para entender o perfil de uso de antimicrobianos no tratamento e prevenção de mastite bovina. O questionário incluiu 59 questões dos tipos “múltipla escolha” e “respostas abertas”, seguindo a metodologia proposta por Vieira (2009). O questionário foi dividido em cinco blocos: 1) dados pessoais, 2) características das propriedades, 3) mastite clínica, 4) mastite subclínica e 5) secagem.

Inicialmente o questionário foi aplicado em duas propriedades leiteiras para validação das perguntas (Vieira, 2009). Apesar do questionário obter os dados pessoais, a pesquisa foi anônima e um termo de consentimento foi assinado pelo responsável pela propriedade, incluindo informações sobre o objetivo do estudo, tempo médio para responder o questionário e importância das respostas. Após a validação, os questionários foram aplicados presencialmente, com agendamento prévio junto às fazendas selecionadas para o estudo. O questionário foi impresso, lido, e as respostas registradas no formulário pelo entrevistador. Materiais de suporte, como imagens de produtos, foram impressos e disponibilizados para o entrevistado no momento oportuno da pergunta. O questionário foi respondido pelo consultor, gerente, ordenhador ou proprietário, mas o pré-requisito para qualquer respondente foi o conhecimento das práticas de tratamento e controle de mastite na propriedade. O tempo estimado para responder ao questionário foi de aproximadamente 40 minutos. Os dados foram armazenados em planilha do software Microsoft Excel, assim como nos formulários impressos.

2.4. Cálculo do Tamanho da Amostra

O tamanho da amostra foi calculado para estimar diferenças entre duas proporções. Foi comparada a proporção de adoção de cada prática de manejo de interesse (e.g., uso de terapia intramuscular; sim ou não) entre duas categorias de fazendas (CCS do leite do tanque < 300.000 e CCS > 600.000 células/mL). Para os cálculos, foi suposto poder estatístico = 0,8, nível alfa = 0,05, e uma diferença na proporção de adoção das práticas de interesse de 40 pontos percentuais entre as categorias de fazendas descritas acima. Seriam necessários 24 questionários (fazendas) por categoria, totalizando 48 fazendas incluídas no estudo. Os cálculos foram realizados utilizando PROC POWER (SAS Institute, 2009).

2.5. Análise Estatística

Inicialmente, a distribuição de frequência de cada resposta do questionário foi apresentada. O teste de qui-quadrado foi utilizado para investigar a associação entre práticas inadequadas de uso de antimicrobianos e manejo de mastite e características demográficas das propriedades e dos produtores entrevistados. As variáveis resposta foram: 1) Uso de antimicrobianos criticamente importante para uso humano (IMM ou sistêmico), como primeira escolha para tratar mastite (1=sim ou 0=não), 2)

comercialização de leite com aparência anormal, devido à mastite (1=sim ou 0=não), 3) descarte do leite apenas do quarto sendo tratado com antimicrobianos IMM (1=sim ou 0=não) e 4) administração de tratamento de mastite pelas vias IMM e sistêmica simultaneamente (1=sim e 0=não). As variáveis explanatórias foram: 1) idade: definida pela mediana de idade dos entrevistados, em ≥ 46 anos e < 46 anos, 2) nível de escolaridade: até ensino médio ou ensino superior, 3) tamanho do rebanho: ≥ 50 ou < 50 vacas em lactação e 4) estado (São Paulo ou Minas Gerais). As análises foram realizadas com o programa SAS Studio (SAS Institute, Cary, NC, EUA). Significância estatística foi definida para $P < 0,05$ e tendência estatística foi considerada para $P < 0,1$.

3. RESULTADOS

3.1. Completude do conjunto de dados

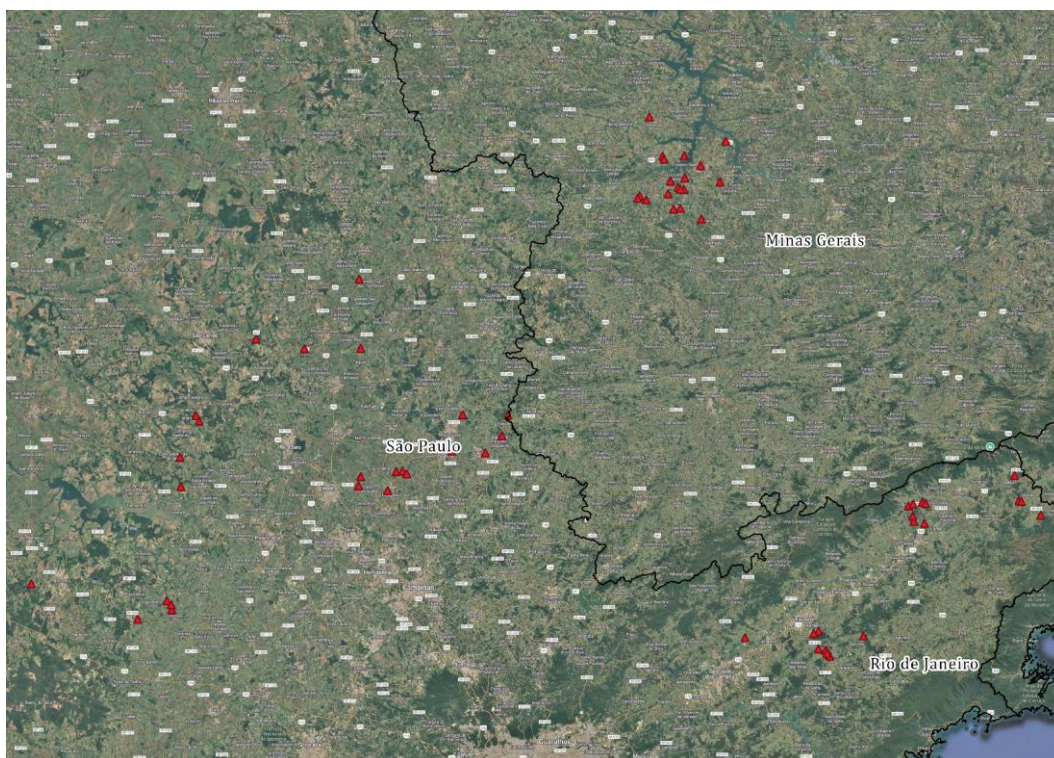
Foram realizadas 65 visitas a propriedades leiteiras, incluindo 65 questionários completos.

3.2. Características das fazendas e dos entrevistados

3.2.1. Distribuição espacial

Os questionários foram aplicados na região do Vale do Paraíba (22 propriedades em 8 municípios), região Centro-Leste e Centro-Sul (24 propriedades em 15 municípios), ambas pertencentes ao estado de São Paulo, e na região Sul de Minas Gerais (19 propriedades em 6 municípios) (Figura 1).

Figura 1: Distribuição espacial das propriedades incluídas no estudo



3.2.2. Dados sociodemográficos

A idade mediana dos respondentes foi de 46 anos ($n = 65$), com variação entre 20 e 79 anos. Cerca de 75% dos participantes tinham mais de 36 anos. Do total de produtores, 10,77% eram mulheres ($n = 7$). O tempo de experiência na atividade leiteira variou de 3 meses a 70 anos, sendo que 75% dos respondentes possuíam mais de 13 anos de experiência.

A distribuição do grau de escolaridade foi a seguinte: ensino médio (33,85%), ensino fundamental (29,23%), ensino superior completo (20,00%) e sem escolaridade formal (16,92%). A maioria dos questionários foi respondida pelos próprios proprietários (58,46%), seguidos por colaboradores (21,54%), gerentes (16,92%) e consultores (3,08%).

3.2.3. Dados zootécnicos das propriedades

A produção mediana de litros de leite por dia entre as 65 propriedades foi de 400 L (mínimo=15 e máximo=27.400 L). A mediana do número de animais em lactação foi 30 (mínimo=3 e máximo=672) e 25% das propriedades possuíam mais que 63 animais em lactação. A distribuição das categorias de CCS foi: 33,85% com alta CCS, 33,85% com média CCS e 32,31% com baixa CCS. A mediana da CCS do leite do tanque foi de

394.720 células/ml (mínimo=81.950 e máximo=3.817.000). Somente em 25% das propriedades, a CCS do leite foi < 226.000 células/ml.

A configuração mais comum do sistema de ordenha foi de balde ao pé (n=34), presente em 52,31% das propriedades do estudo. Entre as propriedades que possuíam sistema de ordenha balde ao pé, seis (17,64%) faziam a ordenha de forma manual e as outras 24 propriedades com esta configuração possuíam circuito canalizado ou transferiam o leite para o tanque de resfriamento de forma manual. O sistema de ordenha mais moderno, representado pela configuração paralela, esteve presente em 7,69% das propriedades (n=5). A configuração de espinha de peixe e fila indiana estava presente em 35,38% (n=23) e 4,62% (n=3) respectivamente (Tabela 3).

As características e informações das propriedades tais como tipo de ordenha, perfil racial, tipo de mão de obra e sistema de ordenha estão descritas na tabela 3.

Tabela 3: Características do sistema produtivo das propriedades visitadas no período de junho de 2024 a outubro de 2025.

Característica	n	%
Tipo de ordenha		
Balde ao pé	34	52,31
Espinha de peixe	23	35,38
Fila indiana	3	4,62
Paralela	5	7,69
Raça predominante		
Girolando	44	67,69
Holandês	10	15,38
Outra ¹	11	16,92
Compra de vaca nos últimos dois anos		
Sim	24	36,92
Não	41	63,08
Tipo principal de mão de obra utilizada na ordenha		
100% familiar	26	40,00
100% contratada	33	50,77
Familiar e contratada	6	9,23
Sistema principal de produção (vacas em lactação)		
Pasto	14	21,54
Semi-confinamento	18	27,69
Compost barn	8	12,31
Freestall	6	9,23
Outro ²	19	29,23

¹ Cruzamento de Jersey e Holandês, animais mestiços.

² Regime de pastagem, complementada com alimentação no barracão, durante a ordenha, ou na estação seca.

3.3. Mastite Clínica

3.3.1. Definição de caso de mastite clínica

A maioria dos respondentes (81,54%) definiram a mastite como a presença de qualquer alteração no leite. No entanto, em 18,46% das propriedades, a mastite era definida apenas quando o úbere estava inflamado (Tabela 4). Os casos mais frequentes nas propriedades visitadas foram os casos de mastite grau 1 (leve), relatados por 52,31% dos respondentes (Tabela 4). Quando identificado um caso leve de mastite, a maioria dos produtores realizava o tratamento imediato com antimicrobianos e somente 12,31% dos produtores realizavam cultura microbiológica do leite para tomar decisões de tratamento.

Em uma propriedade, a hemoterapia (aplicação intramuscular de sangue do próprio animal) era utilizada como tratamento de mastite (Tabela 4).

Tabela 4. Definição de casos de mastite clínica.

Pergunta	n	%
Na sua opinião, o que é um caso de mastite clínica?		
Se houver quaisquer alterações no leite (grumos, cor, viscosidade), já considero como mastite.	53	81,54
Só considero mastite quando o úbere está inflamado (dor, vermelhidão, inchaço, rigidez).	12	18,46
Só considero mastite quando a vaca está doente (febre, caída, desidratação).	0	0
Outros.	0	0
Em geral, qual é o seu procedimento quando há somente poucos grumos nos primeiros jatos de leite?		
Não faço nada	3	4,62
Aguardo até a próxima ordenha para decidir	25	38,46
Início o tratamento imediatamente.	28	43,08
Faço a cultura do leite antes de decidir.	8	12,31
Outro ¹	1	1,54
Qual é o tipo de mastite clínica mais frequente no seu rebanho, considerando todos os casos que aconteceram no último ano?		
Somente alteração do leite (Grau 1).	34	52,31
Alteração do leite e inflamação no úbere/teto (Grau 2).	31	47,69
Vaca doente (caída, febre, sem apetite) (Grau 3).	0	0

¹ Hemoterapia (injeção de sangue do próprio animal pela via intramuscular).

3.3.2. Detecção de casos de mastite clínica

Os métodos mais comuns de detecção de mastite clínica foram o exame visual dos primeiros jatos de leite, no chão ou na plataforma de ordenha, seguido da utilização da caneca de fundo preto. Outros métodos de detecção relatados foram a observação de grumos no balde ou na peneira no momento da transferência do leite para o tanque de refrigeração, presença de grumos no filtro de leite e, até mesmo observação de grumos nas mãos ou na bota. Em 10,77% das propriedades, nenhum teste era utilizado para detectar mastite (Tabela 5).

Tabela 5. Detecção de casos de mastite clínica.

Pergunta	n	%
O que é feito para detectar um caso de mastite clínica na ordenha?		
Não faz nenhum teste.	7	10,77
Caneca de fundo preto ou caneca telada.	20	30,77
Observa os primeiros jatos de leite no chão ou na plataforma.	29	44,62
Sensor no equipamento	0	0
Outro ¹	9	13,85
Em quantas ordenhas do dia é feito o teste para detectar a mastite clínica?		
Todas as ordenhas, todos os dias	37	59,68
Todos os dias, mas não em todas as ordenhas.	3	4,84
Faço o teste apenas quando há algum indício de mastite	17	27,42
Outro ²	5	8,06

¹ Observação de grumos no balde, peneira, filtro de leite, nas mãos ou nas botas.

² Observação uma vez na semana, a cada dois dias, de forma aleatória, ou observação pelo sensor de CCS.

3.3.3. Manejo dos casos de mastite clínica

Observou-se que, em 29,23% das fazendas, os produtores enviavam o leite para o tanque de refrigeração, mesmo após a detecção de mastite leve (Tabela 6). Quando identificado um caso de mastite clínica durante a ordenha, a maioria dos produtores ordenhava a vaca imediatamente, adotando algum manejo para desviar o leite do tanque, tal qual a ordenha manual ou sistema balde ao pé (Tabela 6). A maioria (73,85%) dos produtores não mantinham as vacas com mastite clínica segregados em um lote. Uma variedade de métodos foi observada para identificar as vacas com mastite e a ausência de identificação foi observada em 21,54% das propriedades (Tabela 6). Na maioria das propriedades (53,85%) os casos de mastite não eram registrados e os produtores não armazenavam dados de gravidade do caso ou resultados da cultura do leite (Tabela 6).

Tabela 6. Manejo dos casos de mastite clínica.

Pergunta	n	%
Após detectado um caso de mastite clínica, se o caso for leve (somente grumos), ordenho normalmente e envio o leite para o tanque?		
Sim	19	29,23
Não	46	70,77
Quando um caso de mastite é detectado na plataforma, como a ordenha é realizada?		
Não ordenho a vaca naquele momento e separo para ordenhar no final.	23	35,38
Ordenho imediatamente com a máquina, direto no latão (balde ao pé).	13	20,00
Ordenho imediatamente, manualmente.	17	26,15
Outro ¹	12	18,46
A vaca é mantida em um lote separado de animais em tratamento, mesmo que não seja tratada, até o final dos sintomas da mastite?		
Sim	17	26,15
Não	48	73,85
Como identifico a vaca com mastite clínica?		
Tinta ou bastão	5	7,69
Cordinha ou fita	21	32,31
Não uso marcação	14	21,54
Outro ²	25	38,46
Como os casos de mastite são registrados?		
Não há anotações.	35	53,85
As anotações são somente temporárias (ex: feitas na sala de ordenha e apagadas após o tratamento ou término do caso).	7	10,77
As anotações são temporárias e depois transferidas de forma definitiva para fichas/cadernos (papel).	16	24,62
As anotações são temporárias e depois transferidas de forma definitiva para computador.	7	10,77
Registra os dados da vaca?		
Sim	29	44,62
Não	36	55,38
Registra a data?		
Sim	25	38,46
Não	40	61,54
Registra o quarto mamário?		
Sim	24	36,92
Não	41	63,08
Registra o nome do produto?		
Sim	20	30,77
Não	45	69,23
Registra a duração do tratamento?		
Sim	19	29,23

Não	46	70,77
Registra os dias de descarte do leite?		
Sim	20	30,77
Não	45	69,23
Registra o grau da mastite (escore de gravidade)?		
Sim	8	12,31
Não	57	87,69
Registra o resultado da cultura?		
Sim	9	13,85
Não	56	86,15

¹ Mamada pelos bezerros, manualmente no final da ordenha ou uso do equipamento.

² Fita no membro, marcação com bastão de tinta no membro posterior ou identificação da vaca pelo nome ou brinco.

3.3.4. Tratamento dos casos de mastite clínica

O manejo de tratamento da mastite era realizado, em sua maioria, pelos proprietários, ordenhadores e gerentes. Em apenas 1,54% das propriedades os tratamentos eram realizados por médico veterinário (Tabela 7). Aproximadamente metade dos produtores realizava o tratamento logo após a detecção do caso. Os outros 51% dos produtores aguardavam até a próxima ordenha para decidir sobre o tratamento ou coletavam uma amostra de leite para cultura e decidiam pelo tratamento após o resultado (Tabela 7). A gravidade dos casos foi o fator mais considerado para instituir o tratamento com antimicrobianos, enquanto outros fatores, como custo, histórico prévio de mastite (e.g., CCS, caso crônico ou casos repetidos), produção de leite e resultado da cultura do leite não foram considerados decisivos para iniciar o tratamento na maioria das propriedades (Tabela 7).

O tratamento mais comumente utilizado para tratar mastite clínica foi o uso simultâneo de antimicrobianos IMM e sistêmicos (46,15%). O uso somente de produtos IMM foi relatado por 35,38% dos entrevistados, seguido pelo uso parenteral (13,85%; Tabela 7).

Tabela 7. Tratamento dos casos de mastite clínica.

Pergunta	n	%
Quando um caso clínico é detectado, qual a conduta mais frequente?		
Trato imediatamente todos os casos.	32	49,23
Trato imediatamente, mas não trato todos os casos. Decido quais os casos serão tratados	2	3,08
Observo para ver se melhora e decido se trato ou não nas próximas ordenhas.	20	30,77
Coleta uma amostra de leite para cultura e decido se trato ou não depois de ter o resultado	6	9,23
Trato imediatamente, coleta uma amostra de leite para cultura e decido se interrompo ou não o tratamento depois de ter o resultado.	3	4,62
Outros ¹	2	3,08
A gravidade do caso é considerada antes de decidir se vai tratar ou não um caso de mastite com antibióticos?		
Sim	37	56,92
Não	28	43,08
O custo do tratamento é considerado antes de decidir se vai tratar ou não um caso de mastite com antibióticos?		
Sim	1	1,54
Não	64	98,46
Histórico da vaca (CCS/ crônico/ idade/ caso novo) é considerado antes de decidir se vai tratar ou não um caso de mastite com antibióticos?		
Sim	26	40,00
Não	39	60,00
Produção leiteira é considerada antes de decidir se vai tratar ou não um caso de mastite com antibióticos?		
Sim	6	9,23
Não	59	90,77
Resultado da cultura é considerado antes de decidir se vai tratar ou não um caso de mastite com antibióticos?		
Sim	10	15,38
Não	55	84,62
Qual o tratamento antibiótico mais comum?		
Só IMM	23	35,38
Só injetável	9	13,85
IMM e injetável juntos	30	46,15
Início com IMM e depois entro com injetável	2	3,08
Outro ²	1	1,54

¹ Hemoterapia ou utilização de anti-inflamatório² Casos leves: terapia IMM e casos mais graves: terapia IMM e parenteral

3.3.5. Tratamento com antimicrobianos injetáveis

Cinquenta e dois por cento dos entrevistados utilizavam antimicrobianos injetáveis em todos os casos de mastite, independentemente do uso de produtos IMM. Os outros 43,75% só os utilizavam quando o tratamento IMM havia falhado, ou para casos mais graves ou considerados “complicados” (Tabela 8). Quase todos os produtores (90,63%) reportaram não pesar as vacas para calcular a dose do antimicrobiano injetável (estimavam o peso visualmente).

A dose e a duração dos tratamentos de mastite eram definidas, na maioria das propriedades, pelo médico veterinário ou consultor, proprietário, gerente ou ordenhador, enquanto 29,69% dos produtores seguiam as orientações da bula e 4,69% seguiam instruções dos balconistas de lojas agropecuárias (Tabela 8). Recomendações de tratamento com antimicrobianos orientadas por zootecnistas foram observadas em uma fazenda.

Tabela 8. Uso de antimicrobianos injetáveis.

Pergunta	n³	%
Qual é a forma mais comum de usar o antibiótico injetável?		
Todos os casos	33	51,56
Só casos graves	14	21,88
Quando IMM não funcionou	9	14,06
Só em casos mais problemáticos	5	7,81
Outro ¹	3	4,69
Para o tratamento com antibiótico injetável, como você calcula a dose?		
Balança	1	1,56
Fita	5	7,81
Visualmente	58	90,63
Para o tratamento com antibiótico injetável, quem define a dose e a duração do tratamento?		
Segue exatamente a bula	19	29,69
Veterinário ou consultor	20	31,25
Balconista da loja	3	4,69
Alguém da fazenda (proprietário, gerente ou ordenhador)	19	29,69
Outro ²	3	4,69
Para o tratamento com antibiótico injetável, como a duração do tratamento é definida? Assinale a prática mais comum:		
Número fixo de dias	44	68,75
Até sintomas desaparecerem	20	31,25

¹ Casos moderados, casos graves e quando o tratamento IMM não funcionou

² Zootecnista e instruções da bula, alguém da fazenda e instruções da bula, balconista de loja agropecuária e instruções da bula.

³ N=64 em decorrência de uma propriedade não relatar o uso de antimicrobianos injetáveis

Os entrevistados reportaram o uso de 25 produtos comerciais injetáveis utilizados para tratar mastite. Dentre os produtos utilizados como escolha preferencial e segunda escolha para o tratamento, foram observadas 25 formulações injetáveis, pertencentes a nove classes (Tabelas 9 e 10). O tratamento com antimicrobianos injetáveis era realizado preferencialmente com ceftiofur, enrofloxacin ou tetraciclina (Tabela 9). Antimicrobianos injetáveis pertencentes as classes criticamente importantes para uso humano (cefquinoma, ceftiofur, enrofloxacin, tilmicosina e tilosina) foram utilizados como primeira escolha de tratamento em 56,92% (n=37) das propriedades visitadas. Em duas propriedades (3,08%), o florfenicol (princípio ativo restrito para uso em vacas

leiteiras produzindo leite para consumo humano) foi reportado como primeira ou segunda escolha para tratamento injetável de mastite.

Tabela 9. Escolha de antimicrobianos injetáveis e intramamários para tratar mastite clínica.

Produtos	Primeira Escolha		Segunda Escolha	
Intramamários	n	%	n	%
Amoxicilina	10	17,24	4	10,26
Ampicilina+Cloxacilina			3	7,69
Cefalexina+Canamicina	3	5,17		
Cefalexina+Neomicina+Miconazol	6	10,34	1	2,56
Cefoperazona	11	18,97	8	20,51
Cefquinoma	2	3,45	1	2,56
Ceftiofur	3	5,17		
Ciprofloxacina	2	3,45	4	10,26
Espiramicina+Neomicina	1	1,72	4	10,26
Gentamicina	8	13,79	7	17,95
Marbofloxacina	1	1,72	3	7,69
Neomicina+Cloxacilina	1	1,72		
Tetraciclina+Neomicina	3	5,17	1	2,56
Tetraciclina+Neomicina+Bacitracina	7	12,07	3	7,69
Total	58	100,00	39	100,00
Injetáveis	n	%	n	%
Amoxicilina	1	1,56	1	2,33
Cefquinoma			1	2,33
Ceftiofur	18	28,13	6	13,95
Enrofloxacin	16	25,00	10	23,26
Florfenicol	1	1,56	1	2,33
Oxitetraciclina	9	14,06	6	13,95
Penicilina			1	2,33
Penicilina benzatina+Penicilina procaína+Estreptomicina	7	10,94	5	11,63
Penicilina+Gentamicina	1	1,56		
Sulfadoxina+Trimetoprim	8	12,50	8	18,60
Tilmicosina	1	1,56		
Tilosina	2	3,13	4	9,30
Total	64	100,00	43	100,00

Tabela 10. Escolha de classes de antimicrobianos injetáveis e intramamários para tratar mastite clínica.

Classes	Primeira escolha		Segunda escolha	
	n	% ¹	n	%
Intramamários				
Penicilinas	11	16,92	7	10,77
Cefalosporinas	25	38,46	10	15,38
Aminoglicosídeos	29	44,62	16	24,62
Fluoroquinolonas	3	4,62	7	10,77
Tetraciclinas	10	15,38	4	6,15
Polipeptídeos	7	10,77	3	4,62
Macrolídeos	1	1,54	4	6,15
Injetáveis				
Penicilinas	9	13,85	7	10,77
Cefalosporinas	18	27,69	7	10,77
Aminoglicosídeos	8	12,31	5	7,69
Fluoroquinolonas	16	24,62	10	15,38
Tetraciclinas	9	13,85	6	9,23
Macrolídeos	3	4,62	4	6,15
Anfenicóis	1	1,54	1	1,54
Sulfonamidas	8	12,31	8	12,31

¹ Porcentagem do total de respondentes (n=65) que utilizavam a base como primeira escolha para tratar mastite.

3.3.6. Tratamento com antimicrobianos intramamários

Antimicrobianos IMM eram utilizados em todos os casos de mastite clínica em 76,92% das propriedades e 13,85% dos entrevistados reportaram não usar tais produtos (Tabela 11). A utilização de dose dupla (duas seringas intramamárias por aplicação, por quarto mamário) foi observada em três propriedades. Aproximadamente um terço dos entrevistados reportaram administrar tratamento IMM, no mesmo quarto mamário, em duas ou três ordenhas no mesmo dia (Tabela 11). Em 41,38% das propriedades o tratamento IMM era realizado até os sinais clínicos desaparecerem. Como práticas de manejo para limpeza dos tetos antes da infusão dos produtos IMM, 22,41% dos entrevistados reportaram utilizar o lenço que acompanha os produtos IMM na embalagem original.

Em 72,41% das propriedades o destino do leite dos animais em tratamento IMM era o descarte do leite de todos os quartos mamários da vaca. No entanto, 27,59% dos

entrevistados reportaram descartar somente o leite do quarto mamário tratado (Tabela 11).

Tabela 11. Uso de antimicrobianos intramamários.

Pergunta	n	%
Considerando a gravidade dos casos, em que casos o tratamento IMM é utilizado?		
Todos	50	76,92
Casos leves ou moderados	6	9,23
Não utiliza	9	13,85
Para o tratamento IMM, qual a dose utilizada para cada infusão?		
Uma	54	96,43
Duas	2	3,57
Para o tratamento IMM, qual a frequência diária de tratamento? Assinale a prática mais comum		
Em uma ordenha	39	69,64
Em duas ou três ordenhas	17	30,36
Para o tratamento antibiótico IMM, como a duração do tratamento é definida? Assinale a prática mais comum.		
Número fixo	32	57,14
Até sintomas desaparecerem	24	42,86
Para o tratamento IMM, como é feita a limpeza da teta antes da infusão? Assinale a prática mais comum		
Lenço do produto	13	23,21
Somente água	2	3,57
Produto ordenha (<i>pré-dipping</i>)	18	32,14
Não limpo	4	7,17
Outro ¹	19	33,93
Quando uma vaca está em tratamento IMM, qual é o destino do leite?		
Descarto somente quarto tratado	16	27,59
Descarto todos os quartos	42	72,41

¹ Uso de pano, água quente, mamada do bezerro, água clorada, *pré-dipping* associado ao lenço do produto, algodão embebido em álcool e toalha de papel embebida em álcool.

Os entrevistados reportaram o uso de 21 produtos comerciais IMM como possíveis escolhas para tratar mastite. Dentre os produtos utilizados como escolha preferencial e segunda escolha para o tratamento, 14 formulações IMM (pertencentes a sete classes de antimicrobianos) foram observadas (Tabelas 9 e 10). Nas propriedades visitadas o tratamento IMM era realizado preferencialmente com cefoperazona,

amoxicilina e tetraciclina (com mesma frequência) e cefalexina (Tabela 9). As classes de antimicrobianos mais prevalentes nas formulações utilizadas para tratamento IMM foram aminoglicosídeos, presentes nas formulações consideradas primeira ou segunda escolha em 44,62% das propriedades e as cefalosporinas, presentes nas formulações utilizadas em 38,46% das propriedades (Tabela 10). Antimicrobianos IMM pertencentes a classes criticamente importantes para uso humano (cefoperazona, cefquinoma, ceftiofur, ciprofloxacina e marbofloxacina) foram utilizados como primeira escolha de tratamento em 29,23% (n=19) das propriedades visitadas.

3.3.7. Outras práticas no manejo da mastite

Quando questionados sobre a conduta mais comum quando havia uma falha no tratamento (ausência de melhora clínica), os entrevistados reportaram uma série de medidas, tais quais prolongar o tratamento com o mesmo produto IMM (n=10), substituir o produto IMM (n=10), incluir um antimicrobiano injetável (n=14), trocar ambos os produtos (IMM e injetável) (n=4), inativar permanentemente o quarto mamário (inativação química) (n=1), remoção da vaca do rebanho (n=1), e chamar o médico veterinário (n=2). A maioria dos entrevistados (89,23%) reportou não utilizar homeopatia para tratar ou prevenir mastite. No entanto, 6,15% usavam de forma preventiva e curativa e 4,62% usavam preventivamente.

3.4. Mastite subclínica

Dos entrevistados, 81,54% relataram não fazer nenhum tipo de tratamento de mastite subclínica durante a lactação. Entre os produtores que tratavam mastite subclínica, 50% tratavam as vacas positivas ao teste CMT, 25% utilizavam outros métodos (informações de CCS e cultura, rotina de CMT quinzenal e resultados do CMT e cultura), 16,67% tratavam vacas com CCS > 200.000 células/ml e 8,33% tratavam vacas cuja cultura do leite havia sido positiva.

3.5. Secagem das vacas ao término da lactação

Em 66,15% das propriedades, todas as vacas recebiam TVS com antimicrobianos. Uma parcela pequena dos entrevistados (9,23%) selecionava alguns animais para receber a TVS e 24,62% relataram não usar nenhuma terapia de secagem. A TVS mais comum foi o uso de antimicrobiano IMM (83,67%), seguida do uso simultâneo de antimicrobiano

IMM e injetável (14,29%). Nas propriedades nas quais a terapia seletiva era utilizada, a estratégia para definir o tratamento considerava a produção de leite, histórico de casos clínicos ou sinais de mastite no momento da secagem.

Os entrevistados reportaram o uso 12 produtos comerciais antimicrobianos como primeira ou segunda opções para realizar a TVS. Dentre os produtos utilizados como primeira ou segunda escolha, nove formulações para uso IMM foram reportadas, sendo as bases mais utilizadas cloxacilina, gentamicina e cefalônio (Tabela 12). As classes mais utilizadas como primeira escolha para TVS foram: penicilinas (n=27; 41,54%), cefalosporinas (n=10; 15,38%), aminoglicosídeos (n=11; 16,92%) e fluoroquinolonas (n=3; 4,62% das propriedades visitadas). Como segunda escolha, as classes mais utilizadas foram: penicilinas (n=12; 18,46%), cefalosporinas (n=3; 4,62%), aminoglicosídeos (n=8; 12,31%) e fluoroquinolonas (n=3; 4,62% das propriedades).

Tabela 12. Escolha de antimicrobianos intramamários para terapia da vaca seca.

Produtos	Primeira escolha		Segunda escolha	
	n	% ¹	n	%
Amoxiciclina+Cloxacilina	3	6,12	1	4,17
Ampicilina+Cloxacilina	2	4,08	2	8,33
Cefalônio	8	16,33	3	12,50
Ceftiofur	2	4,08		
Ciprofloxacina	3	6,12	3	12,50
Cloxacilina	20	40,82	7	29,17
Gentamicina	9	18,37	6	25,00
Penetamato+Penicilina+Framicetina	1	2,04	2	8,33
Penicilina Procaína+Penicilina	1	2,04		
Potássica+Neomicina				
Total	49	100,00	24	100,00

O uso de selante de teto, como parte da TVS, foi reportado em 35,38% (n=23) das propriedades. Quando era utilizado, o selante era aplicado em todas as vacas na secagem (30,77% das propriedades; n=20) ou em vacas selecionadas (4,62% das propriedades; n=3). Dos entrevistados, 84,62% (n=55) reportaram não utilizar nenhum tipo de vacina contra mastite.

3.6. Pesquisa de fatores associados ao uso de antimicrobianos críticos para uso humano e práticas indesejadas de manejo da mastite

O uso de antimicrobianos criticamente importante para uso humano (IMM ou sistêmico), como primeira opção para tratar mastite, não foi associado à região visitada, tamanho do rebanho, CCS do leite do tanque ou nível de escolaridade do entrevistado ($P > 0,05$; Tabela 13).

Tabela 13. Pesquisa de fatores associados ao uso de antimicrobianos criticamente importantes para uso humano como primeira opção para tratar mastite.

Variável	Uso ATB crítico para uso humano ¹		Valor-P
	n	%	
Região			0,94
São Paulo	31/46	67,39	
Minas Gerais	13/19	68,42	
Tamanho do rebanho			0,90
≥ 50 vacas	14/21	66,67	
< 50 vacas	30/44	68,18	
CCS² (células/mL)			0,75
≥ 600.000	16/22	72,73	
300.000-599.000	15/22	68,18	
< 300.000	13/21	61,90	
Escolaridade			
Até ensino médio	36/52	69,23	0,60
Ensino superior	8/13	61,54	
Idade (anos)			0,86
≥ 46	22/33	66,67	
< 46	22/32	68,75	

¹ Uso de antimicrobianos criticamente importantes para uso humano, pelas vias intramamária ou sistêmica, como primeira opção para tratar mastite.

² Contagem de células somáticas do leite do tanque, média dos dois últimos resultados mensais oficiais.

A percentagem de produtores que comercializavam leite com aparência anormal, devido à mastite, foi diferente entre os estados (SP = 36,96%; 17/46 e MG = 10,53%; 2/19) ($P = 0,03$) e entre as categorias de tamanho de rebanho (grande = 52,38%; 11/21 e pequeno = 18,18%; 8/44) ($P = 0,004$). Nível de escolaridade ($P = 0,13$), CCS do leite do

tanque ($P = 0,94$) e idade do entrevistado ($P = 0,72$) não foram associadas a essa prática de manejo.

A proporção de produtores que descartavam leite apenas do quarto sendo tratado com antimicrobianos IMM foi diferente entre as categorias de tamanho de rebanho (grande = 5%; 1/20 e pequeno = 39,47%; 15/38) ($P = 0,005$). Tendência estatística foi observada para a diferença na proporção de adoção dessa prática entre as categorias de idade (< 46 anos = 16,67%; 5/30 e $\geq$ 46 anos = 39,29%; 11/28) ($P = 0,05$). Estado ($P = 0,54$), nível de escolaridade ($P = 0,97$) e CCS do leite do tanque ($P = 0,21$) não foram associadas a essa prática de manejo.

Tendência estatística foi observada para a diferença na proporção de produtores que tratavam mastite pelas vias IMM e sistêmica simultaneamente entre os estados (SP = 39,13%; 18/46 e MG = 63,16%; 12/19) ($P = 0,08$) e entre os níveis de escolaridade (até o ensino médio = 51,92%; 27/52 e ensino superior = 23,08%; 3/13) ($P = 0,06$). Tamanho do rebanho ($P = 0,49$), CCS do leite do tanque ($P = 0,34$) e idade do entrevistado ($P = 0,70$) não foram associadas a essa prática de manejo.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo permite um diagnóstico do uso de antimicrobianos destinados ao tratamento e prevenção de mastite nas bacias leiteiras estudadas e fornece uma descrição da adoção de práticas de manejo pouco ou não reportadas anteriormente na literatura científica.

4.1. Características sociodemográficas e de produção de leite

A amostra de conveniência utilizada nesse estudo foi selecionada para representar bacias tradicionais de produção de leite no Brasil, considerando o orçamento e a logística das visitas às propriedades. As indústrias foram selecionadas com base na relação profissional prévia com os autores e os produtores foram selecionados dentro das categorias de CCS, considerando a facilidade logística das visitas e disposição para responder ao questionário. Dessa forma, é importante notar que os resultados dessa pesquisa devem ser extrapolados para as bacias leiteiras estudadas, devido à diversidade de regiões produtoras de leite no Brasil. Ademais, propriedades de difícil acesso e

produtores não propensos a colaborar com o estudo foram, provavelmente, sub-representados na amostra utilizada.

Houve grande variação na produção de leite e no número de vacas em lactação entre as 65 propriedades visitadas. Os resultados indicam que a produção e tamanho dos rebanhos localizados nas bacias estudadas são diferentes dos rebanhos brasileiros em geral. Enquanto 6,2% das propriedades visitadas produziam < 50 L/dia, dados do censo agropecuário do IBGE mostraram que, no Brasil, 70,5% das propriedades encontravam-se na mesma faixa de produção (IBGE, 2017). Fazendas que produziam > 500 L/dia representaram 38,46% da amostragem do estudo e, no Brasil, 2% dos estabelecimentos produziam > 500 L/dia (IBGE, 2017).

A CCS do leite cru comercializado pelos produtores também apresentou grande variabilidade (mediana = 394.720, mínimo = 81.950 e máximo = 3.817.000 células/mL). Embora a CCS mediana não seja representativa da CCS dos rebanhos das bacias leiteiras amostradas, devido à seleção por categorias de CCS, é importante notar que 83,1% das propriedades visitadas tinham a CCS > 500.000 células/mL, limite preconizado através da instrução normativa (IN) n.º 76 (Brasil, 2018a), demonstrando a dificuldade de controle de mastite nos rebanhos.

A idade mediana dos respondentes foi de 46 anos e 75% possuíam mais de 13 anos de experiência, evidenciando uma menor proporção de jovens na atividade leiteira, em relação à idade mediana de 34 anos da população brasileira em geral (IBGE, 2022). Foi preocupante observar que, entre os respondentes, 16,9% não tinham estudos (analfabetos) e 33,9% cursaram somente o ensino fundamental. Dessa forma, o perfil etário e do nível de escolaridade encontrados no presente estudo devem ser considerados em futuras atividades de capacitação técnica direcionadas ao uso racional de antimicrobianos e manejo de mastite.

4.2. Definição, detecção e manejo de casos de mastite clínica

Considerada a doença mais comum e prevalente dos rebanhos leiteiros em todo o mundo (Gonzales et al., 1990 e Nobrega et al., 2017), casos de mastite foram relatados em 100% das propriedades visitadas. O diagnóstico da mastite clínica não pareceu ser um problema nas regiões estudadas, visto que a maioria (82%) das fazendas apontou que qualquer alteração no leite era considerada como mastite. No entanto, em concordância com o estudo de Deng et al. (2019), realizado na Holanda, a maioria dos produtores entrevistados não conhecia a definição do escore de gravidade dos casos (leve, moderado ou grave), o qual é importante para o manejo e terapia da doença (Wenz, 2001). Em

comparação a estudos prévios (Lago et al., 2011; Tomazi et. al., 2018), os produtores pareceram superestimar a proporção de casos moderados de mastite (48% reportaram casos moderados como os mais frequentes no rebanho) indicando que, provavelmente, casos leves estavam sendo subdiagnosticados. Em corroboração com essa hipótese, notou-se que 27,4% dos produtores faziam algum teste de detecção de mastite clínica somente quando havia indícios visuais da presença de mastite, o que pode resultar em falha de detecção e consequente comercialização de leite impróprio para consumo humano. É preocupante que 29,2% dos produtores relataram enviar o leite das vacas acometidas por casos leves de mastite para o tanque de refrigeração. Leite com alterações visuais devidas à mastite não pode ser comercializado no Brasil (Brasil, 2018). Mais de metade (53,9%) dos produtores não registrava informações dos casos de mastite, o que resulta na impossibilidade de diagnóstico situacional e monitoramento epidemiológico da doença nos rebanhos.

Outras práticas preocupantes no manejo da mastite foram observadas, como a falta de utilização de luvas na ordenha para manuseio de quartos mamários acometidos, avaliação dos primeiros jatos de leite na palma da mão do ordenhador e falta de adoção de ordem de ordenha (ordenha de vacas saudáveis em primeiro lugar), as quais podem ameaçar a saúde humana e favorecer a ocorrência de mastite e consequente maior uso de antimicrobianos.

4.3. Uso de antimicrobianos para tratar mastite

Foram observadas questões preocupantes relacionadas ao uso indiscriminado de antimicrobianos para tratar mastite. Em 46,2% das propriedades foi observado o uso simultâneo de antimicrobianos IMM e sistêmicos, diferentemente do que foi reportado por Nobrega et al. (2020), em rebanhos no Canadá, nos quais a maioria dos tratamentos eram realizados somente pela via IMM (74%) e somente 8,2% dos tratamentos eram feitos com terapia combinada (IMM e injetável). Em concordância com o presente estudo, Tomazi et al. (2020) reportaram que o tratamento IMM e sistêmico simultâneo foi a forma mais comum de tratamento (64%) em rebanhos na região sudeste do Brasil. De maneira geral os antimicrobianos injetáveis disponíveis no Brasil têm baixa penetração e eficácia na glândula mamária (Pyörälä, 2006; Rossi et al., 2019) e alto risco de contaminação do leite com resíduos, por erros de dosagem. Quase todos os entrevistados não pesavam as vacas para definir a dose dos antimicrobianos e somente 29,7% seguiam as orientações da bula para definir o tratamento. Ademais, foi evidenciado que 28% dos proprietários

relataram descartar somente o leite do quarto mamário quando em tratamento IMM. Tais práticas podem aumentar substancialmente o risco de resíduos de antimicrobianos no leite comercializado.

Após diagnosticado um caso de mastite clínica, a porcentagem de vacas tratadas imediatamente, sem critérios de seleção, foi maior (49%) do que a reportada em estudos realizados na Holanda (33%; Deng et al., 2019) e EUA (20%; Kayitsinga et al., 2017). Tais dados indicam a necessidade de capacitar os produtores das bacias leiteiras visitadas, no uso de critérios, como a cultura do leite, histórico de casos de mastite e CCS, e dados zootécnicos, para selecionar casos em que o tratamento não seria justificado (Piaia et al., 2025). Ao contrário do reportado em regiões leiteiras desenvolvidas no mundo, como EUA (Ruegg, 2025) e Canadá (Nobrega et al., 2020), observou-se no presente estudo grande número de produtos comerciais (25 produtos injetáveis e 21 IMM) e classes (9 classes de uso injetável e 9 de uso IMM) de antimicrobianos utilizados para tratar mastite. No Brasil há 242 produtos indicados para bovinos classificados como antimicrobianos com registro ativo no SIPEAGRO e, entre estes, 85 possuem indicação para o tratamento de mastite durante lactação ou período seco na forma intramamária (n=49) ou sistêmica (n=36) (Brasil, 2025b). Nos EUA o uso de antimicrobianos sistêmicos não é aprovado para tratamento de mastite e há apenas cinco produtos comerciais aprovados para uso IMM.

É preocupante o fato de ceftiofur e enrofloxacin ser as escolhas preferenciais para tratamento sistêmico, porque ambos são criticamente importantes para uso humano. Ademais, antimicrobianos críticos para uso humano (cefquinoma, ceftiofur, enrofloxacin, tilmicosina e tilosina) foram utilizados como primeira escolha de tratamento em 67,69% das propriedades visitadas e, em duas propriedades, foi observado o uso de florfenicol, como primeira ou segunda escolha para tratamento sistêmico de mastite. Dados da ANVISA (2022) demonstram que não existe limite máximo de resíduo (LMR) estabelecido para o florfenicol em amostra de leite. Ainda assim, a Portaria Nº 200 (Brasil, 2021) se sobrepõe ao regulamento da ANVISA e estabelece procedimentos para a adequação do registro de produtos que não possuem LMR definidos pela ANVISA, *Codex Alimentarius* ou por regulações que fixam o LMR no âmbito do Mercosul, União Europeia, Estados Unidos e Japão, adotando o LMR de 10 ppb para amostras de leite (Brasil, 2021; ANVISA, 2022, Brasil, 2025a). Assim como o florfenicol, o miconazol, um anti-fúngico presente em um produto intramamário utilizado para tratamento de mastite

clínica não possui LMR estabelecido para leite. Desta forma adota-se o LMR de 10 ppb para amostras de leite (Brasil, 2021 e ANVISA, 2022).

Observou-se também uso indiscriminado de antimicrobianos pela via IMM. O tratamento IMM era realizado preferencialmente com cefoperazona, amoxicilina ou gentamicina e antimicrobianos criticamente importantes para uso humano (cefoperazona, cefquinoma, ceftiofur, ciprofloxacina e marbofloxacina) foram utilizados como primeira escolha de tratamento em 29,2% das propriedades. Gentamicina é um antimicrobiano não aprovado para tratamento de mastite na América do Norte e de uso restrito na Europa, pois a eliminação de resíduos no leite é altamente imprevisível (Martins et al., 2016). Ao contrário do Brasil, fluoroquinolonas tem seu uso restrito para tratamento de mastite, ou para qualquer tratamento de animais de produção na América do Norte e Europa, pois são antimicrobianos criticamente importantes para uso humano. A restrição de antimicrobianos criticamente importantes para uso humano no tratamento de mastite tem sido amplamente adotada em países desenvolvidos (Bryan e Hea, 2017; Gussmann et al., 2018; FAO, 2020; Nobrega et al., 2020). Além do risco de RAM e ameaça à saúde pública, a eficácia de tais antimicrobianos para cura microbiológica da mastite não é maior do que a observada após tratamento com antimicrobianos tradicionais, não críticas para uso humano, tais quais cefapirina e penicilinas naturais ou semissintéticas (Nobrega et al., 2020).

Higham et al. (2018) identificaram penicilinas, aminoglicosídeos e cefalosporinas de 3ª e 4ª gerações como as bases mais utilizadas em fazendas leiteiras na Inglaterra. Bryan e Hea (2017) relataram penicilinas, macrolídeos e cefalosporinas como as classes mais utilizadas em fazendas leiteiras da Nova Zelândia. Estes pesquisadores relataram redução do uso de macrolídeos e cefalosporinas entre os anos de 2012 e 2015, e aumento da proporção de casos tratados com penicilinas no mesmo período. No Canadá, as três classes de antimicrobianos mais utilizadas para tratar casos de mastite clínica foram penicilinas, cefalosporinas de 1ª geração e lincossamidas (Nobrega et al., 2017).

Outras práticas de manejo de tratamento observadas, que poderiam aumentar o risco de resíduos no leite e exposição excessiva dos animais a antimicrobianos, foram o uso de dose dupla (duas seringas IMM por aplicação, por quarto mamário) e administração de tratamento IMM no mesmo quarto mamário, em duas ou três ordenhas no mesmo dia para produtos cujo a indicação é uma dose única diária.

Com as tendências de crescimento populacional no mundo, estima-se que o uso de antimicrobianos utilizados na produção animal poderá dobrar nos próximos 10 anos

(Van Boeckel et al. 2015). A necessidade do uso prudente de antimicrobianos se faz necessário para frear o potencial risco de RAM. Esta pauta deveria ser discutida como política pública no Brasil, devido à: 1) facilidade de compra de antimicrobianos para tratamento e prevenção de mastite, sem necessidade de retenção da prescrição veterinária, 2) aprovação e comercialização em larga escala de antimicrobianos criticamente importantes para uso humano para o tratamento de vacas em lactação e 3) falta de conhecimento sobre a importância do tema e uso racional de antimicrobianos no meio rural.

4.4. Fatores associados ao uso de antimicrobianos

Estudos prévios que objetivaram compreender fatores associados ao uso de antimicrobianos em fazendas leiteiras sugerem um problema multifatorial. Em nível de vaca, Gussmann et al. (2018) reportaram que CCS, produção de leite, paridade, dias em lactação (DEL) e histórico de tratamentos anteriores, influenciavam o uso de antimicrobianos. Em um contexto mais abrangente, outros pesquisadores na Suécia e Inglaterra reportaram que o uso de antimicrobianos foi associado a aspectos sociais e culturais (Burton et al., 2004), assim como econômicos, políticos, e de bem-estar animal (Fischer et al., 2019).

No presente estudo observou-se que o uso de antimicrobianos criticamente importante para uso humano foi generalizado e independente de variáveis sociodemográficas, como região, idade, nível de escolaridade, tamanho do rebanho e CCS do leite do tanque. Esse achado demonstra a necessidade de restrição do uso de tais produtos, os quais são amplamente disponíveis comercialmente no Brasil. Mesmo entre os entrevistados com maior nível educacional (curso superior), incluindo médicos veterinários, o assunto ainda é pouco difundido e há falta de capacitação. Por exemplo, o conhecimento de que o tratamento de mastite com antimicrobianos criticamente importantes para uso humano não é mais eficaz do que o tratamento com antimicrobianos tradicionais (e.g., penicilinas) (Nobrega et al., 2020), poderia ter impacto positivo na redução do uso de tais antimicrobianos. Dessa forma, há necessidade de um esforço conjunto entre instituições governamentais (e.g., MAPA, CATI, EMATER), universidades e indústria (e.g., laticínios e indústria farmacêutica), para capacitação técnica de trabalhadores da cadeia leiteira.

Destacam-se as diferenças regionais entre SP e MG, na adoção de práticas, tais quais comercialização de leite com aparência anormal e tratamento de mastite pelas vias

IMM e sistêmica simultaneamente. Esses achados sugerem que outros fatores não estudados, como tradições e assistências técnicas regionais, influenciam como os produtores manejam os casos de mastite. Similarmente, Bryan e Hea (2017) identificaram que o uso de classes específicas de antimicrobianos variou conforme a região e o tamanho do rebanho. Estudos maiores, incluindo mais bacias leiteiras, poderiam elucidar diferenças regionais e adequar capacitações técnicas de acordo com as deficiências encontradas.

Algumas práticas indesejáveis, como o descarte de leite apenas do quarto sendo tratado com antimicrobianos IMM, foram associadas ao tamanho dos rebanhos, refletindo, talvez, maior probabilidade de possuírem assistência técnica frequente e preocupação com perdas financeiras, como perda de leite contaminado com resíduos de antimicrobianos.

4.5. Limitações do estudo

Houve um desvio do protocolo do estudo. Na região do Vale do Paraíba, SP, 11 propriedades foram selecionadas a partir da lista de produtores que eram clientes de uma distribuidora de produtos agropecuários, ao invés de uma indústria de laticínios. No entanto, como a seleção seguiu os mesmos critérios utilizados nas indústrias, os dados dessas propriedades foram mantidos na análise estatística.

A análise de fatores associados ao uso de antimicrobianos foi um objetivo secundário do estudo. Para algumas associações, o tamanho da amostra não foi suficiente para detectar associações estatisticamente significantes e os dados devem ser utilizados para gerar hipóteses a serem exploradas em estudos maiores.

Como todo estudo baseado em questionários, há possibilidade de respostas distorcidas, devido a fatores como desonestidade e má interpretação das perguntas. Para minimizar esse possível viés, foi realizada validação prévia do questionário e realização de todas as entrevistas em modo presencial. Outros estudos foram baseados no envio postal de questionários impressos, *links* para questionários *on-line*, e telefonemas (Kayitsinga et al., 2017; Higham et al., 2018; Fischer et al., 2019; Redding et al., 2019).

Em conclusão, resultados do presente estudo fornecem um diagnóstico detalhado das práticas adotadas para o tratamento e manejo de casos de mastite nas bacias leiteiras estudadas e poderão contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas e privadas que visem a capacitação técnica para o uso racional de antimicrobianos.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos às cooperativas e laticínios pela organização dos dados e apoio nas visitas às propriedades. Agradecemos aos entrevistados pela receptividade, sinceridade nas respostas, confiança e colaboração com a pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- Adkins, P. R. F., L. Fox, P. Wash, S. Godden, B. M. Jayarao, G. Keefe, D. Kelton, A. Lago, J. Middleton, W. Owens, C. Petersson-Wolfe, G. M. Pighetti, R. Quesnell, E. Royster, P. Ruegg, K. L. Smith, J. Timmerman. 2017. Laboratory handbook on bovine mastitis. 3rd ed. New Prague: National Mastitis Council Inc.
- Aghamohammadi, M., D. Heine, D. F. Kelton, H. W. Barkema, H. Hogeveen, G. P. Keefe, S; Dufour, 2012. Herd-Level Mastitis-Associated Costs on Canadian Dairy Farms. *Front Vet Sci*, p. 1-12, <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00100>.
- Allison, J. R. 1985. Antibiotic residues in Milk. *British Veterinary Journal*, p. 9-16, [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(85\)90121-6](https://doi.org/10.1016/0007-1935(85)90121-6).
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 2009. Programa de Análise de Resíduo de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal (PAMVET) – Relatório 2006 – 2007. Acesso em: 15 de jan. de 2026: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/monitoramento/programas-nacionais-de-monitoramento-de-alimentos/pamvet-monitoramento-de-residuos-em-leite-exposto-ao-consumo-relatorio-2006-2007.pdf>.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 2022. INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN nº 162, de 1º de julho de 2022. Acesso em: 22 de nov. de 2025: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/instrucao-normativa-anvisa-2022_162.pdf/view.
- Barbano, D. M., Y. Ma, M. V. Santos. 2006. Influence of Raw Milk Quality on Fluid Milk Shelf Life. *J Dairy Sci*, E15 - E19. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72360-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72360-8).
- Bidaisee, S., C. N. L Macpherson. 2014. Zoonoses and one health: a review of the literature. *J Parasitol Res*, p. 874345, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/874345>.
- Bradley, A. J. 2002. Bovine mastitis: an evolving diseases. *Vet J*, p. 116-128. <https://doi.org/10.1053/tvjl.2002.0724>.
- Bradley, A. J., M. J. Green. 2004. The importance of the nonlactating period in the epidemiology of intramammary infection and strategies for prevention. *Vet Clin North*

Am Food Anim Pract. 547-568, <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.010>.

Bradley, A. J., S. DE Vlieghe, M. J. Green, P. Larrosa, B. Payne, E. Schmitt Van De Leemput, O. Samson, D. Valckenier, T. Van Werven, H.W.F. Waldeck, V. White, L. Goby. 2014.. An Investigation of the dynamics of intramammary infections acquired during the dry period on European dairy farms. *J Dairy Sci*, p. 6029-6045. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8749>.

Bryan, M., S. Y. Hea. 2017. A survey of antimicrobial use in dairy cows from farms in four regions of New Zealand. *N Z Vet J*, p. 93-98, 2017. <https://doi.org/10.1080/00480169.2016.1256794>.

Burton, R. G. 2004. Seeing through the ‘Good Farmer’s’ eyes: towards developing an understanding of the social symbolic value of ‘productivist’ behaviour. *Sociol Ruralis*, p. 195-215. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2004.00270.x>.

Busanello, M., R. S. Rossi, L. D. Cassoli, J. C. F. Pantoja, P. F. Machado. 2017. Estimation of prevalence and incidence of subclinical mastitis in a large population of Brazilian dairy herds. *J Dairy Sci*, p. 6545-6553. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12042>.

Cha, E., D. Bar, J. A. Hertl, L. W. Tauer, G. Bennett, R. N. González, Y. H. Schukken, F. L. Welcome, Y. T. Gröhn. 2011. The cost and management of different types of clinical mastitis in dairy cows estimated by dynamic programming. *J Dairy Sci*, p. 4476-4487. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4123>.

CILEITE. 2024. **Centro de inteligência do leite: leite em números**. Juiz de Fora: Cileite. Acesso em: 3 out. 2025. <https://www.cileite.com.br/content/leite-numeros>.

Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV). 2020. Resolução CFMV nº 1.318, DE 06 DE ABRIL DE 2020. Acesso em 3 out. 2025. <http://www.abmes.org.br/legislacoes/detalhe/3093/resolucao-cfmv-n-1.318>.

Deng, Z., T. J. G. M. Lam, H. Hogeveen, M. Spaninks, N. Heij, M. Postema, T. Van Werven, G. Koop. 2019. Antimicrobial use and farmers’ attitude toward mastitis treatment on dairy farms with automatic or conventional milking systems. *J Dairy Sci*, p. 7302-7314. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17960>.

Duarte, R. S, O. P. Miranda, B. C. Bellei, M. A. V. P. Brito, L. M. Teixeira. 2004. Phenotypic and Molecular Characteristics of *Streptococcus agalactiae* Isolates Recovered from Milk of Dairy Cows in Brazil. *J Clin Microbiol*, p. 4214-4222. <https://doi.org/10.1128/jcm.42.9.4214-4222.2004>.

Ferreira, J. C., M. S. Gomes, E. C. R. Bonsaglia, I. F. Canisso, E. F. Garrett, J. L. Stewart, Z. Zhou, F. S. Lima. 2018. Comparative analysis of four commercial on-farm culture methods to identify bacteria associated with clinical mastitis in dairy cattle. *PLoS ONE*, p. e0194211. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194211>

Fischer, K., K. Sjöström, A. Stiernström, U. Emanuelson. 2019. Dairy farmers’ perspectives on antibiotic use: a qualitative study. *J Dairy Sci*, p. 2724-2737.

<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15015>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016. The FAO Action Plan on Antimicrobial Resistance 2016-2020. Rome: FAO, 2016. Acesso em: 20 nov. 2023. <https://openknowledge.fao.org/items/82a4c191-6bff-44b8-960b-ba3c4da757f9>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2019. 19th World Milk Day. Rome: FAO, 2019. Acesso em: 25 out. 2023. http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/World_Milk_Day_2019.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Organization For Animal Health (WOAH), World Health Organization (WHO). 2019. Taking a Multisectoral, One Health Approach: A Tripartite Guide to Addressing Zoonotic Diseases in Countries. Geneva: FAO, 2019. Acesso em: 12 out. 2023. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241514934>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), United Nations Environment Programme (UNEP), World Health Organization (WHO), World Organization For Animal Health (WOAH). 2021. One Health High-Level Expert Panel (OHHLEP): One Health Theory of Change. Roma: 2021. Acesso em: 13 out. 2023. <https://www.who.int/publications/m/item/one-health-theory-of-change>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), United Nations Environment Programme (UNEP), World Health Organization (WHO), World Organization For Animal Health (WOAH). 2022. One Health Joint Plan of Action. Rome: FAO, 2022. Acesso em: 8 nov. 2023. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240059139>.

Ganda, E. K., R. S. Bisinotto, D. H. Decter, R. C. Bicalho. 2016. Evaluation of an On-Farm Culture System (Accumast) for Fast Identification of Milk Pathogens Associated with Clinical Mastitis in Dairy Cows. PLoS ONE, p. e0155314. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155314>.

Gao, J., F. Yu, L. Luo, J. He, R. Hou, H. Zhang, S. Li, J. Su, B. Han. 2012. Antibiotic resistance of *Streptococcus agalactiae* from cows with mastitis. Vet J, p. 423-424. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.04.020>.

Garcia, B. L. N., C. E. Fidelis, G. Freu, B. M. Granja, M. S. V. Santos. 2021. Evaluation of Chromogenic Culture Media for Rapid Identification of Gram-Positive Bacteria Causing Mastitis. Front Vet Sci, p. 1-11, 2021. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.662201>.

GBD 2021 - Antimicrobial Resistance Collaborators. 2024. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. Lancet, p. 1199-1226. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(24\)01867-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(24)01867-1).

González, R. N., D. E. Jasper, N. C. Kronlund, T. B. Farver, J. S. Cullor, R. B. Bushnell, J. D. Dellinger. Clinical mastitis in two California dairy herds participating in

contagious mastitis control programs. *J Dairy Sci*, p. 648-660.
[https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(90\)78716-4](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(90)78716-4).

Gussmann, M., K. Græsbøll, N. Toft, S. S. Nielsen, M. Farre, C. Kirkeby, T. Halasa. 2018. Determinants of antimicrobial treatment for udder health in Danish dairy cattle herds. *J Dairy Sci*, p. 505-517. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12994>.

Higham, L. E., A. Deakin, E. Tivey, V. Porteus, S. Ridgway, A. C. Rayner. 2018. A survey of dairy cow farmers in the United Kingdom: knowledge, attitudes and practices surrounding antimicrobial use and resistance. *Vet Rec*, p. 746, 2018.
<https://doi.org/10.1136/vr.104986>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2017. Censo agropecuário. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Acesso em: 19 dez. 2023.
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2022. Censo demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Acesso em: 17 jan. 2026.
https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/mapas.html?tema=idade_mediana&recorte=N3
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2024. Censo agropecuário. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Acesso em: 31 out. 2025.
<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>.

Kayitsinga, J., R. L. Schewe, G. A. Contreras, R. J. Erskine. 2017. Antimicrobial treatment of clinical mastitis in the eastern United States: the influence of dairy farmers' mastitis management and treatment behavior and attitudes. *J Dairy Sci*, p. 1388-1407.
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11708>.

Krömber, V., S. Leimbach. 2017. Mastitis treatment - Reduction in antibiotic usage in dairy cows. *Reprod Domest Anim*, p. 21-29. <https://doi.org/10.1111/rda.13032>.

Lago, A., S. M. Godden, R. Bey, P. L. Ruegg, K. Leslie. 2011. The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: I. Effects on antibiotic use, milk withholding time, and short-term clinical and bacteriological outcomes. *J Dairy Sci*, p. 4441-4456. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4046>.

Leitner, G., Y. Lavon, U. Merin, S. Jacoby, S. E. Blum, O. Krifucks, N. Silanikove. 2019. Milk quality and milk transformation parameters from infected mammary glands depends on the infecting bacteria species. *PLoS ONE*, p. e0213817.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213817>.

Liang, D., L. M. Arnold, C. J. Stowe, R. J. Harmon, J. M. Bewley. 2017. Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model. *J Dairy Sci*, p. 1472-1486. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11565>.

Mc Dougall, S., M. A. Bryan, R. M. Tiddy. 2019. Effect of treatment with the

nonsteroidal antiinflammatory meloxicam on milk production, somatic cell count, probability of re-treatment, and culling of dairy cows with mild clinical mastitis. *J Dairy Sci*, p. 4421- 4431. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2284>.

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). 2018. Instrução Normativa nº 76. Brasília, DF: MAPA, 2018. Acesso em: 14 jan. 2026. https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750137/do1-2018-11-30-instrucao-normativa-n-76-de-26-de-novembro-de-2018-52749894IN%2076.

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). 2021. Portaria nº 200. Brasília, DF: MAPA, 2023. Acesso em: 08 abr. 2026. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/produtos-veterinarios/legislacao-1/memorandos-e-oficios/OfcioCircularn22025CGIPEDSASDAMAPAListadeLMRsemconformidadecom asdiretrizesdaPortaria200.pdf>.

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). 2023. Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no âmbito da Agropecuária (PAN-BR AGRO - 2ª Etapa - 2023-2027). Brasília, DF: MAPA, 2023. Acesso em: 31 jul. 2025. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/resistencia-aos-antimicrobianos/pan-br-agro/PlanodeAoda2EtapadoPANBRAGROjun.23.pdf>.

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). 2024. Observatório da Qualidade do Leite. Brasília, DF: MAPA, 2024. Acesso em: 29 set. 2025. https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/DSN_OQL/DSN_OQL.html.

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). 2025. Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC). Brasília, DF: MAPA, 2025a. Acesso em: 08 abr. 2025. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes>.

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). 2025. Acesse os novos painéis de BI (Business Intelligence) do MAPA. Brasília, DF: MAPA, 2025b. Acesso em: 19 dez. 2024. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/produtos-veterinarios/paineis-de-bi-do-mapa>.

Nero, L. A., M. R. Mattos, V. Beloti, M. A. F. Barros, B. D. G. M. Franco. 2007. Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil. *Cienc Technol Aliment*, p. 391-393. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200031>.

Nobrega, D. B., J. DE Buck, S. A. Naqvi, G. Liu, S. Naushad, V. Saini, H. W. Barkema. 2017. Comparison of treatment records and inventory of empty drug containers to quantify antimicrobial usage in dairy herds. *J Dairy Sci*, p. 9736-9745, 2017. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13116>.

Nobrega, D. B., S. A. Naqvi, S. Dufour, R. Deardon, J. P. Kastelic, J. De Buck, H. W. Barkema. 2020. Critically important antimicrobials are generally not needed to treat nonsevere clinical mastitis in lactating dairy cows: results from a network meta-

- analysis. J Dairy Sci, p. 10585-10603. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18365>.
- Oliveira, L., C. Hullan, P. L. Ruegg. 2013. Characterization of clinical mastitis occurring in cows on 50 large dairy herds in Wisconsin. J Dairy Sci, p. 7538-7549. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6078>.
- Oliveira, C. S. F., H. Hogeveen, A. M. Botelho, P. V. Maia, S. G. Coelho, J. P. A. Haddad. 2015. Cow-specific risk factors for clinical mastitis in Brazilian dairy cattle. Prev Vet Med, p. 297-315. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.08.001>.
- Oliver, S. P.; S. E. Murinda. 2012. Antimicrobial resistance of mastitis pathogens. Vet Clin North Am Food Anim Pract, p. 165-185. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.03.005>.
- O'Neill, J. 2014. Antimicrobial resistance: tackling a crisis for the health and wealth of nations. London: The Review on Antimicrobial Resistance, p. 1-6. Acesso em: 10 set. 2022. https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations_1.pdf.
- Piaia, J. G., E. Martins, R. Battisti, B. A. Ottobeli, J. C. F., Pantoja, L. T. Gressler. 2025. Antimicrobials in the management of bovine mastitis. Ciência Rural, p. 1-9. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20240555>.
- Piessens, V., S. De Vliegher, B. Verbist, G. Braem, A. Van Nuffel, L. De Vuyst, M. Heyndrickx, E. Van Coillie. 2012. Intra-species diversity and epidemiology varies among coagulase-negative Staphylococcus species causing bovine intramammary infections. Vet Microbiol, p. 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.08.005>.
- Pol, M., P. Ruegg. 2007. Treatment practices and quantification of antimicrobial drug usage in conventional and organic dairy farms in Wisconsin. J Dairy Sci, p. 249-261. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(07\)72626-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(07)72626-7).
- Pyörälä, S. 2006. Treatment of Clinical Mastitis: Local and/or Systemic? Short or Long. p. 15 - 19. Em XXIV World Buiatrics Congress. Paris/FR.
- Redding, L. E., J. Bender, L. Baker. 2019. Quantification of antibiotic use on dairy farms in Pennsylvania. J Dairy Sci, p. 1494-1507, 2019. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15224>.
- Rossi, R. S., A. F. Amarante, S. T. Guerra, G. S. Latosinski, B. F. Rossi, V. L. M. Rall, J. C. F. Pantoja. 2019. Efficacy of cefquinome and a combination of cloxacillin and ampicillin for treatment of dairy cows with Streptococcus agalactiae subclinical mastitis. PLoS ONE, p. e0216091. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216091>.
- Ruegg, P. L., W. M. Guterbock, C. A. Holmberg, J. M. Gay, L. D. Weaver, R. W. Walton. 1992. Microbiologic investigation of an epizootic of mastitis caused by *Serratia marcescens* in a dairy herd. J Am Vet Med Assoc, p. 184-189. <https://doi.org/10.2460/javma.1992.200.02.184>.

- Ruegg, P. L. 2017. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *J Dairy Sci*, p. 10381-10397. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13023>.
- Ruegg, P. L. 2018. Making antibiotic treatment decisions for clinical mastitis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, p. 413-425. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.06.002>.
- Ruegg, P. L. 2025. The future of udder health: Antimicrobial stewardship and alternative therapy of bovine mastitis. *JDS Commun*, S31-S36. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2025-0839>.
- Sas Institute. 2009. **SAS/STAT User's Guide**. Version 9.2. Cary: SAS Institute Inc.
- Sawant, A. A.; L. M. Sordillo, B. M. Jayarao. 2005. A survey on antibiotic usage in dairy herds in Pennsylvania. *J Dairy Sci*, p. 2991-2999. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(05\)72979-9](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)72979-9).
- Schukken, Y., M. Chuff, P. Moroni, A. Gurjar, C. Santisteban, F. Welcome, R. Zadoks. 2012. The “other” Gram-Negative Bacteria in mastitis: *Klebsiella*, *Serratia*, and more. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, p. 239-256. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.04.001>.
- Tomazi, T., G. C. Ferreira, A. M. Orsi, J. L. Gonçalves, P. A. Ospina, D. V. Nydam, P. Moroni, M. V. dos Santos. 2018. Association of herd-level risk factors and incidence rate of clinical mastitis in 20 Brazilian dairy herds. *Prev Vet Med*, p. 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.007>.
- Tomazi, T., M. V. dos Santos. 2020. Antimicrobial use for treatment of clinical mastitis in dairy herds from Brazil and its association with herd-level descriptors. *Prev Vet Med*, p. 104937. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.104937>.
- Vasquez, A. K., D. V. Nydam, M. B. Capel, S. Eicker, P. D. Virkler. 2009. Clinical outcome comparison of immediate blanket treatment versus a delayed pathogen-based treatment protocol for clinical mastitis in a New York dairy herd. *J Dairy Sci*, p. 2992-3003. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11614>.
- Vieira, S. 2009. **Como elaborar questionários**. Atlas.
- Van Boeckel, T. P., C. Brower, M. Gilbert, B. T. Grenfell, S. A. Levin, T. P. Robinson, A. Teillant, R. Laxminarayan. 2015. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proc Natl Acad Sci USA*, p. 5649-5654. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503141112>.
- Von Elm, E., D. G. Altman, M. Egger, S. J. Pocock, P. C. Gøtzsche, J. P. Vandenbroucke. 2008. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*, p. 344-349. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.11.008>.
- Wenz, J. R., G. M. Barrington, F. B. Garry, R. P. Dinsmore, R. J. Callan. 2001. Use of systemic disease signs to assess disease severity in dairy cows with acute coliform mastitis. *J Am Vet Med Assoc*, p. 567-572. <https://doi.org/10.2460/javma.2001.218.567>.

World Health Organization (WHO). 2007. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine: Categorization for the Development of Risk Management Strategies to contain Antimicrobial Resistance due to Non-Human Antimicrobial Use. Geneva: WHO, 2007. Acesso em: 23 ago. 2024.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241595742>.

World Health Organization (WHO). 2019. Critically important antimicrobials for human medicine: 6th revision. Geneva: WHO, 2019. Acesso em 13 de dez. 2025
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241515528>.

Zadoks, R. N., J. R. Middleton, S. McDougall, J. Katholm, Y. H. Schukken. 2011. Molecular epidemiology of mastitis pathogens of dairy cattle and comparative relevance to humans. *J Mammary Gland Biol Neoplasia*, p. 357-372.
<https://doi.org/10.1007/s10911-011-9236-y>.

APÊNDICE**Questionário – Caracterização do uso de antimicrobianos no tratamento e prevenção da mastite bovina em bacias leiteiras do Brasil**

Data: _____ Pesquisador: _____

Bloco 1 – dados pessoais

1. Nome Completo: _____
2. Qual a idade: _____
3. Quanto tempo (anos) de experiência na atividade leiteira: _____
4. Qual é o seu grau de escolaridade:
 - a. Ensino superior
 - b. Ensino médio
 - c. Ensino fundamental
 - d. Sem estudos
5. Função / cargo na propriedade:
 - a. Proprietário
 - b. Gerente
 - c. Consultor (veterinário, zootecnista, técnico em agropecuária, outros)
 - d. Colaborador (ordenhador, outros)

Bloco 2 - informações da propriedade

6. Nome da propriedade: _____
7. Cidade: _____
8. Estado: _____
9. Geolocalização: _____
10. Produção diária (litros no dia da visita): _____
11. Número de vacas em lactação: _____

12. Tipo de ordenha:

- a. Balde ao pé.
- b. Espinha de peixe.
- c. Fila indiana.
- d. Paralela.
- e. Carrossel.

13. Número de ordenhas por dia: _____

14. Raça predominante:

- a. Girolando.
- b. Holandês.
- c. Outro: _____

15. Comprou vacas nos últimos dois anos?

- a. Sim.
- b. Não.

16. Qual o tipo principal de mão de obra utilizada na ordenha:

- a. 100% familiar.
- b. 100% contratada.
- c. Parcialmente familiar/contratada.

17. Qual é o sistema principal de produção (vacas em lactação):

- a. Pasto.
- b. Semi-confinamento.
- c. Compost barn.
- d. Freestall.
- e. Outro: _____

18. Qual a CCS de tanque nos últimos testes oficiais (ver no laticínio se não disponível):

- a. Último teste: _____
- b. Penúltimo teste: _____

19. Qual a CPP de tanque nos últimos testes oficiais (ver no laticínio se não disponível):

- a. Último teste: _____
- b. Penúltimo teste: _____

Bloco 3 – mastite clínica

Definição de caso

20. Na sua opinião, o que é um caso de mastite clínica?

- a. Se houver quaisquer alterações no leite (grumos, cor, viscosidade), já considero como mastite.
- b. Só considero mastite quando o úbere está inflamado (dor, vermelhidão, inchaço, rigidez).
- c. Só considero mastite quando a vaca está doente (febre, caída, desidratação).
- d. Outros: _____

21. Em geral, qual é o seu procedimento quando há somente poucos grumos nos primeiros jatos de leite?

- a. Não faço nada.
- b. Aguardo até a próxima ordenha para decidir.
- c. Início o tratamento imediatamente.
- d. Faço a cultura do leite antes de decidir.
- e. Outros: _____

22. Qual é o tipo de mastite clínica mais frequente no seu rebanho, considerando todos os casos que aconteceram no último ano?

- a. Somente alteração do leite (Grau 1).
- b. Alteração do leite e inflamação no úbere/teto (Grau 2).
- c. Vaca doente (caída, febre, sem apetite) (Grau 3).

Deteccção

23. O que é feito para detectar um caso de mastite clínica na ordenha?

- a. Não faz nenhum teste.
- b. Caneca de fundo preto ou caneca telada.
- c. Observa os primeiros jatos de leite no chão ou na plataforma.
- d. Sensor no equipamento.
- e. Outros: _____

24. Em quantas ordenhas do dia é feito o teste para detectar a mastite clínica?

- a. Todas as ordenhas, todos os dias.
- b. Todos os dias, mas não em todas as ordenhas.
- c. Faço o teste apenas quando há algum indício de mastite.
- d. Outros.

Manejo de casos clínicos

25. Após detectado um caso de mastite clínica, se o caso for leve (somente grumos), ordenho normalmente e envio o leite para o tanque?

- a. Sim.
- b. Não.

26. Quando um caso de mastite é detectado na plataforma, como a ordenha é realizada?

- a. Não ordenho a vaca naquele momento e separo para ordenhar no final.
- b. Ordenho imediatamente com a máquina, direto no latão (balde ao pé).
- c. Ordenho imediatamente, manualmente.
- d. Outro: _____

27. A vaca é mantida em um lote separado de animais em tratamento, mesmo que não seja tratada, até o final dos sintomas da mastite?

- a. Sim.
- b. Não.

28. Como identifico a vaca com mastite clínica?

- a. Tinta ou bastão.
- b. Cordinha ou fita.
- c. Não uso marcação.
- d. Outros: _____

29. Como os casos de mastite são registrados?

- a. Não há anotações.
- b. As anotações são somente temporárias (ex: feitas na sala de ordenha e apagadas após o tratamento ou término do caso).
- c. As anotações são temporárias e depois transferidas de forma definitiva para fichas/cadernos (papel).
- d. As anotações são temporárias e depois transferidas de forma definitiva para computador.

30. Se a fazenda armazena os registros das informações dos casos de mastite, quais informações são armazenadas (múltiplas respostas são permitidas)?

- a. Vaca.
- b. Data.
- c. Quarto mamário.
- d. Produto utilizado.
- e. Duração do tratamento.
- f. Dias de descarte de leite.
- g. Grau da mastite (escore de gravidade).
- h. Resultado da cultura.
- i. Outros _____

Tratamento

31. Quem é a pessoa que mais trata os casos de mastite:

- a. Proprietário.
- b. Ordenhadores.
- c. Gerente.
- d. Outros _____

32. Quando um caso clínico é detectado, qual a conduta mais frequente?

- a. Trato imediatamente todos os casos.
- b. Trato imediatamente, mas não trato todos os casos. Decido quais os casos serão tratados.
- c. Observo para ver se melhora e decido se trato ou não nas próximas ordenhas.
- d. Coleta uma amostra de leite para cultura e decido se trato ou não depois de ter o resultado.
- e. Trato imediatamente, coleta uma amostra de leite para cultura e decido se interrompo ou não o tratamento depois de ter o resultado.
- f. Outros: _____

33. O que você considera antes de decidir se vai tratar ou não um caso de mastite com antibióticos? (múltiplas respostas são permitidas):

- a. Gravidade do caso.
- b. Custo do tratamento.
- c. Histórico da vaca (por exemplo: caso repetido, CCS, caso novo, idade...).
- d. Produção leiteira.
- e. Resultado da cultura.

34. Qual o tratamento antibiótico mais comum?

- a. Somente intramamário.
- b. Somente injetável.
- c. Intramamário e injetável ao mesmo tempo.
- d. Começo com o intramamário e depois entro com o injetável.
- e. Outro: _____

35. Qual é a forma mais comum de usar o antibiótico injetável?

- a. Uso em todos os casos.
- b. Somente nos casos mais graves, quando a vaca está doente (caída, febre, etc...).
- c. Quando o intramamário não funcionou.
- d. Somente nos casos mais problemáticos (casos repetidos ou casos de difícil cura).
- e. Outro: _____

36. Para o tratamento com antibiótico injetável, como você calcula a dose?

- a. Peso a vaca na balança.
- b. Estimo o peso com a fita.
- c. Estimo o peso visualmente.

37. Para o tratamento com antibiótico injetável, quem define a dose e a duração do tratamento?

- a. Segue exatamente a bula.
- b. Veterinário ou consultor.
- c. Balconista da loja.
- d. Alguém da fazenda (proprietário, gerente ou ordenhador).
- e. Outro: _____

38. Para o tratamento com antibiótico injetável, como a duração do tratamento é definida? Assinale a prática mais comum.

- a. Trata por um número fixo de dias.
- b. Trata até os sintomas desaparecerem.

39. Considerando a gravidade dos casos, em que casos o tratamento intramamário é utilizado?

- a. Todos os casos.
- b. Somente nos casos mais leves ou moderados.
- c. Não utilizo intramamário.

40. Para o tratamento intramamário, qual a dose utilizada para cada infusão?

- a. Uma bisnaga.
- b. Meia bisnaga.
- c. Duas bisnagas.
- d. Outro: _____

41. Para o tratamento intramamário, qual a frequência diária de tratamento? Assinale a prática mais comum.

- a. Trato somente em uma ordenha do dia.
- b. Trato em duas ou três ordenhas do dia.

42. Para o tratamento antibiótico intramamário, como a duração do tratamento é definida? Assinale a prática mais comum.

- a. Trata por um número fixo de dias.
- b. Trata até os sintomas desaparecerem.

43. Para o tratamento intramamário, como é feita a limpeza da teta antes da infusão? Assinale a prática mais comum.

- a. Limpo a teta com o lenço do produto.
- b. Limpo a teta somente com água.
- c. Limpo a teta com o produto de ordenha.
- d. Não limpo.
- e. Outros: _____

44. Quando uma vaca está em tratamento intramamário, qual é o destino do leite?

- a. Não descarto o leite durante o tratamento.
- b. Descarto o leite somente do(s) quarto(s) que está sendo tratado(s).
- c. Descarto o leite de todos os quartos mamários.
- d. Outro: _____

45. Quais são os produtos intramamários mais utilizados para tratar vacas em lactação (ordem de uso). Caso não lembre veja a lista.

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____

46. Quais são os produtos injetáveis utilizados para tratar vacas em lactação (ordem de uso). Caso não lembre veja a lista.

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____

47. Você usa cultura microbiológica para definir o tratamento:

- a. Sim.
- b. Não.
- c. Não tem conhecimento desta ferramenta.

48. Quando os sinais clínicos não estão desaparecendo após alguns dias de tratamento intramamário (parece que o tratamento não está funcionando), qual é a decisão mais comum a ser tomada?

- a. Tratar por mais tempo com o mesmo produto intramamário.
- b. Mudar de produto intramamário e tratar por mais tempo.
- c. Adicionar um antibiótico injetável junto com o intramamário.
- d. Parar o intramamário e começar um antibiótico injetável.
- e. Paro de tratar.
- f. Outro: _____

49. Usa homeopatia para mastite?

- a. Não.
- b. Sim, somente para tratamento de mastite.
- c. Sim, somente para prevenção.
- d. Sim, para tratamento e prevenção.

Bloco 4 – mastite subclínica

50. Trata mastite subclínica?

- a. Sim.
- b. Não.

51. Caso trate, quais animais são tratados?

- a. Vacas com CMT positivo.
- b. Vacas com CCS alta.
- c. Com base nos resultados da cultura do leite.
- d. Outros _____

Bloco 5 – secagem

52. Como realiza a secagem das vacas?

- a. Trato todas as vacas com antibiótico.
- b. Seleciona algumas vacas a serem tratadas com antibiótico.
- c. Não realiza o tratamento com antibiótico.

53. Em caso de realizar terapia seletiva na secagem, como ela é feita?

- a. Somente a cultura do leite para decidir quais quartos serão tratados.
- b. Uso somente dados de CCS mensal/CMT/histórico de mastite para decidir quais quartos (vacas) serão tratados.
- c. Cultura do leite e dados de CCS mensal/CMT/histórico de mastite para decidir quais quartos (vacas) serão tratados.
- d. Outro: _____

54. Em casos de tratar a vaca na secagem, qual o tratamento mais comum?

- a. Antibiótico intramamário.
- b. Antibiótico injetável.
- c. Antibiótico intramamário e injetável.
- d. Variável - depende de cada vaca.
- e. Outros: _____

55. Quais são os produtos mais utilizados para o tratamento de vaca seca? Veja a lista se não se lembrar.

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____

56. Usa selante de teto para a secagem das vacas?

- a. Não uso.
- b. Sim, em todas as vacas.
- c. Sim, somente em algumas vacas.

57. Quais são os selantes de teto mais utilizados, em ordem de uso? Se precisar, veja a lista:

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____

58. Você usa vacina contra mastite?

- a. Sim
- b. Não

59. Se vacinar, marque abaixo qual (is) vacina (s) é (são) utilizada (s)? (múltiplas respostas são permitidas).

- a. Bovigen V4J5 (Virbac)
- b. J Vac (Boehringer)
- c. Mastiplus BR (Ouro Fino)
- d. Rotatec J5 (Biogenésis)
- e. Top Vac (Hipra)
- f. Vacina autógena (Inata)
- g. Outros _____

CAPÍTULO 3

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa revelam um panorama preocupante sobre o uso de antimicrobianos na produção leiteira, especialmente no tratamento da mastite clínica e na prevenção durante o período seco. Embora esses medicamentos sejam fundamentais para o bem-estar animal, o tratamento de doenças e a manutenção da produtividade dos rebanhos, observou-se que seu uso ainda ocorre de forma pouco criteriosa nas fazendas estudadas. Essa realidade pode comprometer a qualidade do leite e de seus subprodutos, além de representar risco à saúde pública por resíduos e pela RAM.

Práticas inadequadas foram identificadas em diferentes etapas do manejo. Entre elas, destacam-se o envio de leite de animais com mastite leve para o tanque, o descarte incorreto do leite de vacas em tratamento IMM e a ausência de pesagem para cálculo adequado das doses de antimicrobianos sistêmicos. Também foi relatado o uso de florfenicol, princípio ativo não aprovado para vacas em lactação.

Outro ponto relevante foi a elevada CCS do leite do tanque dos produtores, indicadando a dificuldade no controle da mastite e dos desafios para assegurar a qualidade do leite. Os produtores também enfrentavam dificuldades para reconhecer alterações no leite como sinais de mastite, o que limita a eficácia das estratégias de diagnóstico e controle. Somam-se a isso práticas como o não uso de luvas, ausência de linha de ordenha e falta de registros, que dificultam medidas preventivas e a redução do uso de antimicrobianos.

A comparação com estudos realizados em regiões leiteiras desenvolvidas no mundo evidenciou diferenças marcantes. Práticas inadequadas, tais quais o tratamento imediato dos casos de mastite clínica, tratamento com antimicrobianos simultaneamente pelas vias IMM e sistêmica e elevada frequência de tratamentos injetáveis, foram mais frequentes nos rebanhos estudados, do que aquelas reportadas em países como Estados Unidos, Holanda e Canadá. Antimicrobianos criticamente importantes para uso humano (IMM ou injetáveis), como cefoperazona, cefquinoma, ceftiofur, ciprofloxacina e marbofloxacina, foram a primeira escolha para tratar mastite em 67,7% das propriedades visitadas. O uso de antimicrobianos criticamente importantes para humanos mostrou-se generalizado e independente da região geográfica (estado), idade, nível de escolaridade, tamanho do rebanho ou CCS do leite do tanque.

Embora o tamanho da amostra não tenha permitido detectar associações robustas, observou-se que fatores como região, tamanho do rebanho e nível de escolaridade foram

associados à adoção de práticas inadequadas de manejo de mastite. Diante da crescente pressão da sociedade pela redução do uso de antimicrobianos, entender características de manejo são importantes no desenvolvimento de políticas públicas e privadas voltadas ao uso racional dos antimicrobianos e consequente minimização do risco da RAM.