

USO DO ANTIBIOGRAMA NA MASTITE BOVINA: ESTRATÉGIA PARA REDUZIR A RESISTÊNCIA E O USO EMPÍRICO DE ANTIMICROBIANOS

Livia Silveira Massini, Enrico Mariano Fioresi Lacerda, Elias Correia Rosseto, Mariana Costa Milan, Dirlei Molinari Donatele, Mariana Drummond Costa Ignacchiti, Juliana Alves Resende

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Alto Universitário, S/N, Guararema - 29.500-000 – Alegre-ES, Brasil, liviamassini@hotmail.com, marianoenrico91@gmail.com, eliasrosseto@gmail.com, marianacostamilan@gmail.com, dirleidonatele@hotmail.com, mariana.ignacchiti@ufes.br, juliana.resende@ufes.br

Resumo

A mastite bovina é uma das principais doenças da bovinocultura leiteira, e está associada a patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae*. O uso indiscriminado de antimicrobianos sem orientação veterinária favorece o desenvolvimento de resistência aos antimicrobianos (RAM), dificultando o controle da doença e elevando custos produtivos. Neste estudo, amostras de leite de animais com mastite foram coletadas em Alegre (ES) e analisadas quanto à presença de microrganismos e susceptibilidade a diversos antimicrobianos via teste de disco-difusão (Kirby-Bauer). Altos índices de RAM foram observados frente à ceftazidima, aztreonam e bacitracina. Os achados reforçam a importância do antibiograma para orientar a escolha racional de antimicrobianos, reduzir o uso empírico e controlar a disseminação de genes de resistência, alinhando-se à abordagem de Saúde Única.

Palavras-chave: Produção leiteira. Saúde animal. Resistência bacteriana

Área do Conhecimento: Ciências da saúde.

Introdução

A mastite bovina representa um dos principais desafios sanitários e econômicos enfrentados pela bovinocultura leiteira, e é considerada a enfermidade que mais gera prejuízos à produção leiteira mundial (Algharib *et al.*, 2024). No contexto brasileiro, estima-se que, em 2024, as perdas econômicas decorrentes dessa enfermidade tenham ultrapassado R\$ 6 bilhões, incluindo custos com tratamentos, descarte de leite, isolamento de animais acometidos e, em alguns casos, o descarte definitivo dos mesmos (Mainardes, 2024). Dentre as formas de apresentação da doença, clínica ou subclínica, destaca-se a mastite de origem infecciosa, cuja etiologia está comumente associada a bactérias como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* (Caliman; Gasparotto; Ribeiro, 2023).

Além das práticas relacionadas ao manejo do rebanho e ao bem-estar animal, a escolha adequada dos fármacos para o tratamento da mastite é fundamental para garantir o controle da doença e preservar a eficácia terapêutica (Tomanic; Samardzija; Kovacevic, 2023). Entretanto, em muitas propriedades leiteiras, observa-se a administração empírica de antimicrobianos, frequentemente sem a orientação prévia de um médico veterinário, como forma de reduzir custos com assistência técnica especializada. Essa prática, no entanto, pode gerar consequências significativas a longo prazo, como o desenvolvimento de genes de resistência antimicrobiana (GRA) pelos microrganismos envolvidos, resultando na perda progressiva da eficácia dos antimicrobianos comumente empregados na terapêutica da mastite (Alves *et al.*, 2023; Cruvinel; Ribeiro, 2024).

A resistência aos antimicrobianos (RAM) representa um desafio crescente na esfera da Saúde Única, uma vez que além de comprometer a eficácia terapêutica dos tratamentos disponíveis, eleva os custos produtivos, reduz a qualidade de vida dos animais acometidos e favorece o risco de disseminação dos GRA, que podem ser transferidos para microrganismos comensais da microbiota humana, ampliando o alcance e o impacto da resistência (Ferreira *et al.*, 2023). Nesse contexto, a realização do antibiograma, ou seja, o teste de susceptibilidade aos antimicrobianos, é considerada

uma estratégia fundamental no manejo da mastite bovina, permitindo a identificação do perfil de susceptibilidade do agente etiológico e possibilitando a escolha racional do antimicrobiano mais adequado para o tratamento (Ferreira *et al.*, 2023).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados dos testes de suscetibilidade realizados a partir de amostras de leite provenientes de casos de mastite bovina, ressaltando sua importância para o controle da resistência aos antimicrobianos (RAM) e para a otimização dos tratamentos aplicados.

Metodologia

A pesquisa foi realizada no período de fevereiro a julho de 2024, em 10 propriedades do Sul do Espírito Santo. Após a detecção de alterações no leite por meio dos testes da caneca de fundo preto e do *California Mastitis Test* (CMT), 105 amostras oriundas dos tetos de 55 vacas que apresentaram alterações foram coletadas em tubos Falcon estéreis de 15 mL. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em uma caixa térmica e encaminhadas ao Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (LIPOA) do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), campus de Alegre, para realização das análises microbiológicas.

As amostras de leite foram semeadas nos meios de cultura ágar *Brain Heart Infusion* (Oxoid™) e ágar *MacConkey* (Oxoid™) para o cultivo de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, respectivamente. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 35°C por 24 horas. Após o período de incubação, foi realizada a seleção preliminar dos microrganismos por meio da caracterização morfológica e coloração diferencial de Gram. Para maior especificidade, as bactérias Gram-positivas foram submetidas aos testes de catalase e coagulase, enquanto as Gram-negativas foram diferenciadas utilizando o meio de cultura Rugai com Lisina (Newprov™).

O teste de susceptibilidade aos antimicrobianos foi conduzido utilizando o método de disco-difusão de Kirby-Bauer em meio ágar *Mueller-Hinton*, conforme as diretrizes do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2024). Foram testados os seguintes antimicrobianos: gentamicina 10 µg, ceftiofur 30 µg, ceftriaxona 30 µg, enrofloxacin 5 µg, florfenicol 30 µg, cefepime 30 µg, ceftazidima 30 µg, bacitracina 10 µg, amoxicilina com ácido clavulânico 30 µg e aztreonam 30 µg. Após incubação das placas a 35 °C por 24 horas, foram realizadas as medições dos halos de inibição e os microrganismos foram classificados quanto à susceptibilidade aos antimicrobianos, conforme o tamanho dos halos de inibição, nas categorias: suscetível, intermediário ou resistente.

As análises dos resultados foram realizadas de forma descritiva, observando-se a frequência relativa dos microrganismos isolados e os padrões de resistência aos antimicrobianos identificados.

Resultados

Entre os 90 isolados obtidos, 67 foram identificados como *Staphylococcus* spp., 2 como *Streptococcus* spp., 8 como *Corynebacterium* spp. e 13 apresentaram características sugestivas de *E. coli*. A Tabela 1 apresenta a quantidade de isolados de cada gênero que demonstraram resistência aos antimicrobianos testados.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Tabela 1 - Percentual e número de isolados de cada microrganismo identificado que apresentaram resistência aos diferentes antimicrobianos avaliados, provenientes de propriedades do sul do Espírito Santo.

Antimicrobiano	<i>Staphylococcus</i> spp. [% (n)]	<i>Streptococcus</i> spp. [% (n)]	<i>Corynebacterium</i> spp. [% (n)]	<i>Escherichia coli</i> [% (n)]
Gentamicina	5,97% (4)	0,00	0/00	15,38% (2)
Ceftiofur	17,91% (12)	0,00	25,00% (2)	46,15% (6)
Ceftriaxona	22,39% (15)	50,00% (1)	12,50% (1)	38,46% (5)
Enrofloxacina	2,99% (2)	0,00	0,00	7,69% (1)
Florfenicol	5,97% (4)	0,00	12,50% (1)	7,69% (1)
Cefepime	14,93% (10)	0,00	12,50% (1)	38,46% (5)
Ceftazidima	62,69% (42)	0,00	50,00% (4)	38,46% (5)
Bacitracina	10,45% (7)	50,00% (1)	25,00% (2)	61,54% (8)
Amoxicilina/Ác. Clavulânico	5,97% (4)	0,00	12,50% (1)	23,08% (3)
Aztreonam	98,51% (66)	50,00% (1)	50,00% (4)	53,85% (7)

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Discussão

Os resultados obtidos neste estudo revelam um panorama alarmante quanto à resistência aos antimicrobianos entre os microrganismos isolados nos casos de mastite bovina, especialmente no gênero *Staphylococcus* e *Escherichia coli*, que apresentaram elevados índices de resistência a várias classes de antimicrobianos testados. A alta resistência observada para antimicrobianos como ceftazidima (62,69% em *Staphylococcus* spp.), aztreonam (98,51% em *Staphylococcus* spp.; 50% em *Streptococcus* spp., 50% em *Corynebacterium* spp. e 53,85% em *E. coli*), e bacitracina (61,54% em *E. coli* e 50% em *Streptococcus* spp.) evidencia a crescente dificuldade nos protocolos terapêuticos associados aos quadros de mastite, principalmente em casos de multirresistência (Pinto *et al.*, 2021).

Comparativamente, estudos como o de Varela-Ortiz *et al.* (2018) também identificaram resistência significativa de *Staphylococcus aureus* a cefalosporinas de terceira geração, reforçando a redução da ação desejada desses antimicrobianos em rebanhos leiteiros. De forma semelhante, a resistência de *E. coli* a bacitracina e aztreonam se equipara aos achados de Goulart e Mellata (2022), que ressaltam a dificuldade de tratar mastites causadas por bactérias Gram-negativas multirresistentes. Por outro lado, os isolados apresentaram menor percentual de resistência a enrofloxacina e gentamicina, indicando que ainda podem ser opções viáveis para o tratamento de quadros de mastite, como também observado por Faria, Elídio e Lazzari (2016).

Em uma perspectiva regional, Nunes *et al.* (2017) conduziram testes de susceptibilidade a antimicrobianos na região de Alegre, e os resultados indicaram maiores índices de susceptibilidade a enrofloxacina e a gentamicina, enquanto elevados níveis de RAM foram observados frente a antimicrobianos da classe dos beta-lactâmicos, evidenciando limitações na sua utilização terapêutica.

Em Colatina, no Espírito Santo, Bitencourt *et al.* (2018) avaliaram a resistência de *Staphylococcus* spp. em casos de mastite bovina e observaram que 58,55% das amostras apresentavam resistência à amoxicilina associada ao ácido clavulânico. Esse resultado evidencia uma alta prevalência de microrganismos resistentes na região, possivelmente relacionada a práticas inadequadas de uso de antimicrobianos ou diferenças nos protocolos de manejo adotados. Em contraste, o presente estudo revelou um índice menor de resistência à mesma associação, com apenas 5,97% das amostras de *Staphylococcus* spp. mostrando resistência, o que se torna um fator chamativo, visto que a classe dos beta-lactâmicos é a que os microrganismos têm mais resistência em diversos outros estudos (Carvalho *et al.*, 2021; Costa *et al.*, 2013; Lima *et al.*, 2020). No entanto, Santos *et al.* (2015) obtiveram resultados parecidos, com amoxicilina e ácido clavulânico, ceftiofur, florfenicol e gentamicina sendo consideradas as melhores possíveis opções para o tratamento da mastite bovina.

A elevada ocorrência de RAM observada reforça a necessidade do emprego do teste de susceptibilidade aos antimicrobianos como ferramenta indispensável para a escolha racional do tratamento antimicrobiano (Camargo Júnior *et al.*, 2024). A realização prévia de tais testes permite

selecionar o fármaco ao qual a maioria dos microrganismos seja suscetível, promovendo tratamentos mais assertivos, redução do uso indiscriminado de antimicrobianos e a diminuição da pressão seletiva para o surgimento de genes de resistência (Lacerda *et al.*, 2024).

Além disso, o antibiograma contribui para a preservação da saúde animal e a redução dos custos relacionados a tratamentos prolongados e falhas terapêuticas. No contexto da abordagem Saúde Única, o controle rigoroso da prescrição e comercialização de antimicrobianos é essencial para conter a ocorrência e disseminação da RAM. Dessa forma, as terapias devem ser prescritas com base na identificação prévia dos agentes etiológicos e em seus perfis de resistência, conforme ressaltado por Palma, Tilocca e Roncada (2020), Quinn *et al.* (2005) e Ruegg (2021).

Conclusão

Os resultados obtidos por meio dos testes de susceptibilidade antimicrobiana realizados em amostras de mastite bovina evidenciam uma considerável variabilidade no perfil de resistência entre os patógenos isolados, refletindo diferenças nas espécies bacterianas, nas práticas de manejo e no histórico de uso de antimicrobianos nas propriedades estudadas. Esses achados reforçam a necessidade de que o tratamento da mastite seja mais frequentemente embasado em diagnóstico laboratorial prévio, evitando a administração empírica de fármacos e contribuindo para a preservação da eficácia dos antimicrobianos disponíveis.

A aplicação do teste de susceptibilidade aos antimicrobianos é fundamental para orientar a escolha do medicamento mais apropriado, permitindo intervenções terapêuticas mais direcionadas e auxiliando no controle da RAM. Dessa forma, recomenda-se que os produtores sejam constantemente orientados a evitar o uso indiscriminado de medicamentos e que programas de controle da mastite incluam, de forma rotineira, a realização do antibiograma como ferramenta para uma conduta clínica mais segura, racional e sustentável, alinhada aos princípios da Saúde Única.

Referências

ALGHARIB, S. A. *et al.* Basic concepts, recent advances, and future perspectives in the diagnosis of bovine mastitis. **Journal of Veterinary Science**, v. 25, n. 1, 2024.

ALVES, M. R. *et al.* Prevalência de genes de resistência a antimicrobianos em dejetos da pecuária leiteira do Brasil. p. 251-269. In: SILVA, M. A. *et al.* (org.). **Tópicos Especiais em Ciência Animal XII**. Alegre, ES: CAUFES, 2023. 329 p.

BITENCOURT, L. L. *et al.* Identificação e sensibilidade antimicrobiana de *Staphylococcus aureus* isolados do leite de vacas com mastite. **Revista Ifes Ciência**, v. 4, n. 10, 2018.

CALIMAN, M. de F.; GASPAROTTO, P. H. G.; RIBEIRO, L. F. Principais impactos da mastite bovina: revisão de literatura. **Revista Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 12, n. 37, p. 91-102, 2023.

CAMARGO JÚNIOR, R. N. C. *et al.* Microbiological diagnosis and antimicrobial resistance profile of bovine mastitis causing agents in the municipality of Placas, Pará, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 46, e65360, 2024.

CARVALHO, A. S. S. *et al.* Estudo e caracterização de microrganismos causadores de mastite bovina no DF e entorno, sua resistência aos antimicrobianos e os fatores de risco para a ocorrência da doença. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 86772-86797, 2021.

CLSI. **Antibiograma: interpretação das zonas de inibição e concentração inibitória mínima**. Diagnósticos Microbiológicos Especializados - DME, 2024. Disponível em: <https://www.dme.ind.br/wp-content/uploads/CLSI-2024.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2025.

COSTA, G. M. da *et al.* Resistência a antimicrobianos em *Staphylococcus aureus* isolados de mastite em bovinos leiteiros de Minas Gerais, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 3, p. 297-302, 2013.

CRUVINEL, A. C. de O.; RIBEIRO, L. F. Resistência antimicrobiana em cepas de *Escherichia coli* isoladas de leite pasteurizado. **Revista Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 16, p. 94-99, 2024.

FARIA, O. A. C.; ELÍDIO, J. C. A.; LAZZARI, A. M. Etiologia da mastite bovina e suscetibilidade dos agentes isolados no Distrito Federal (DF) e entorno, Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 14, n. 3, 2016.

FERREIRA, N. S. *et al.* Bacteriologia clínica: antibiograma na medicina veterinária. p. 127-146. In: SILVA, M. A. *et al.* (org.). *Tópicos Especiais em Ciência Animal XII*. Alegre, ES: CAUFES, 2023. 329 p.

FERREIRA, Y. L. *et al.* Impactos dos antibióticos na microbiota intestinal humana. **Revista Acadêmica de Iniciação Científica**, v. 3, e005, p. 44-57, 2023.

GOULART, D. B.; MELLATA, M. *Escherichia coli* Mastitis in Dairy Cattle: Etiology, Diagnosis, and Treatment Challenges. **Frontiers in Microbiology**, v. 22, 2022.

LACERDA, E. M. F. *et al.* Estratégias de controle da resistência antimicrobiana em ambientes de produção bovino leiteira. In: SILVA, M. A. da *et al.* (org.) **Tópicos Especiais em Ciência Animal XIII**. Alegre, ES: CAUFES, 2024. 351 p.

LIMA, A. L. A. *et al.* Perfil de sensibilidade antimicrobiana de bactérias isoladas de leite de vacas com mastite em propriedades de agricultura familiar. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e099119438, 2020.

MAINARDES, C. **Mastite bovina demanda diagnóstico e tratamento corretos**. Globo Rural, 2024. Disponível em: <https://globorural.globo.com/pecuaria/leite/noticia/2024/08/mastite-bovina-demanda-diagnostico-e-tratamento-corretos.ghtml>. Acesso em: 05 ago. 2025.

NUNES, G. C. *et al.* Perfil de resistência antimicrobiana em vacas leiteiras dos municípios de Alegre e Jerônimo Monteiro, Espírito Santo. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, v. 15, n. 2, p. 280-290, 2017.

PALMA, E.; TILOCCA, B.; RONCADA, P. Antimicrobial resistance in veterinary medicine: an overview. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 6, p. 1-21, 2020.

PINTO, M. dos S. *et al.* Prevalência e etiologia da mastite bovina em propriedades rurais da região Noroeste Paulista. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 19184-19192, fev. 2021.

QUINN, P. J. *et al.* **Microbiologia veterinária e doenças infecciosas**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 513 p.

RUEGG, P. L. What Is Success? A Narrative Review of Research Evaluating Outcomes of Antibiotics Used for Treatment of Clinical Mastitis. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 2, n. 8, fev. 2021.

SANTOS, J. P. dos *et al.* Caracterização da resistência aos antimicrobianos de *Staphylococcus* spp. isolados de mastite bovina. **Ars Veterinaria**, v. 31, n. 2, p. 27, 2015.

TOMANIC, D.; SAMARDZIJA, M.; KOVACEVIC, Z. Alternatives to Antimicrobial Treatment in Bovine Mastitis Therapy: A Review. **Antibiotics**, v. 12, n. 683, 2023.

VARELA-ORTIZ, D. F. *et al.* Antibiotic susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from subclinical bovine mastitis cases and *in vitro* efficacy of bacteriophage. **Veterinary Research Communications**, v. 42, p. 243-250, 2018.

*A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO***

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), Edital nº 16/2024 TO 159/2025 e Edital nº 09/2024 TO: 1199/2024, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.