

CAPÍTULO 3

MONITORAMENTO DE CAMA DE AVIÁRIO DURANTE O CICLO PRODUTIVO DE FRANGO DE CORTE



<https://doi.org/10.22533/at.ed.593112526023>

Data de aceite: 19/03/2025

Maísa Fabiana Menck Costa

Universidade Estadual de Londrina,
Londrina-PR

<http://lattes.cnpq.br/0129229325996162>

Ana Angelita Sampaio Baptista

Universidade Estadual de Londrina,
Londrina-PR

<http://lattes.cnpq.br/7922260898687833>

Victor Dellevedove Cruz

Universidade Estadual de Londrina,
Londrina-PR

<http://lattes.cnpq.br/4835491770133863>

Bruna Marcela De Lima

Universidade Estadual de Londrina,
Londrina-PR

<http://lattes.cnpq.br/4508032468867289>

Evelin Lurie Sano

Universidade Estadual de Londrina,
Londrina-PR

<http://lattes.cnpq.br/4214506215276975>

Ana Carolina Bergamo Benteo

Universidade Estadual de Londrina,
Londrina-PR

<http://lattes.cnpq.br/5474755104107518>

Gerson Nakazato

Universidade Estadual de Londrina,
Londrina-PR

<http://lattes.cnpq.br/2532741243269868>

Renata Katsuko Takayama Kobayashi

Universidade Estadual de Londrina,
Londrina-PR

<http://lattes.cnpq.br/3188392520162374>

RESUMO: A cama de aviário é um componente essencial na produção de frango de corte, impactando diretamente o bem-estar das aves e a biossegurança dos lotes. O presente estudo teve como objetivo quantificar e monitorar a população de enterobactérias presentes na cama de aviário ao longo do ciclo produtivo, avaliando o efeito do manejo da cama na composição microbiana. Foram realizadas coletas em três momentos distintos: no início do alojamento das aves, antes do abate e após a fermentação da cama. A quantificação de enterobactérias resistentes à cefotaxima revelou um aumento na contaminação entre a primeira e a segunda coleta ($H = 7,60; p = 0,022$), sugerindo um acúmulo de matéria orgânica e crescimento bacteriano ao longo do período produtivo. Embora o teste de Dunn com correção de Bonferroni não tenha identificado diferenças estatisticamente significativas entre a primeira e a segunda coleta ($p = 0,0857$) e

entre a segunda e a terceira coleta ($p = 0,0882$), observou-se uma tendência de redução da carga microbiana na terceira coleta, especialmente nas três primeiras granjas. Esse achado sugere que o processo de fermentação da cama pode ser uma estratégia promissora para mitigar a disseminação de microrganismos resistentes, alinhando-se a estudos que indicam a influência desse manejo na redução da carga bacteriana. Esses resultados reforçam a importância do monitoramento microbiológico contínuo e da adoção de práticas adequadas de manejo sanitário, contribuindo para a segurança microbiológica na avicultura e para a mitigação do risco de disseminação de bactérias resistentes.

PALAVRAS-CHAVE: Biossegurança, Resistência Antimicrobiana, Cama De Aviário, Coliformes, Fermentação.

MONITORING OF POULTRY LITTER DURING THE BROILER PRODUCTION CYCLE

ABSTRACT: Poultry litter is an essential component in broiler production, directly impacting bird welfare and flock biosecurity. This study aimed to quantify and monitor the population of enterobacteria present in poultry litter throughout the production cycle, evaluating the effect of litter management on microbial composition. Samples were collected at three distinct time points: at the beginning of bird housing, before slaughter, and after litter fermentation. The quantification of cefotaxime-resistant enterobacteria revealed an increase in contamination between the first and second collection ($H = 7.60$; $p = 0.022$), suggesting an accumulation of organic matter and bacterial growth throughout the production period. Although the Dunn test with Bonferroni correction did not identify statistically significant differences between the first and second collection ($p = 0.0857$) and between the second and third collection ($p = 0.0882$), a tendency for microbial load reduction was observed in the third collection, especially in the first three farms. This finding suggests that the litter fermentation process may be a promising strategy to mitigate the dissemination of resistant microorganisms, aligning with studies that indicate the influence of this management practice in reducing bacterial load. These results reinforce the importance of continuous microbiological monitoring and the adoption of proper sanitary management practices, contributing to microbiological safety in poultry farming and mitigating the risk of resistant bacteria dissemination.

KEYWORDS: Biosecurity, Antimicrobial resistance, Poultry litter, Coliforms, Fermentation

INTRODUÇÃO

A produção de frango de corte no Brasil é uma das principais atividades do setor agropecuário, consolidando o país como um dos maiores produtores e exportadores de carne de frango do mundo desde 2005 (ABPA, 2024). Esse crescimento se deve a um sistema de produção verticalmente integrado, aliado a investimentos em genética, nutrição, manejo e sanidade (DAME-KOREVAAR et al., 2019; ACHEAMPONG, 2024). Dentro desse contexto, a cama de aviário desempenha um papel fundamental na ambiência dos sistemas produtivos, influenciando diretamente o desempenho zootécnico das aves e a qualidade sanitária do lote (NIRAN et al., 2024).

A cama de aviário pode ser composta por diferentes materiais, como maravalha, serragem, bagaço de cana e papel reciclável, sendo a escolha do material um fator determinante para a absorção de umidade e manutenção das condições ideais de criação (MUNIR et al., 2019; DIARRA et al., 2021). O manejo adequado da cama inclui estratégias como o reuso, permitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) desde que seja realizado um tratamento adequado, geralmente por meio de fermentação (MAPA, 2007; NAHM, 2000; MALOMO et al., 2018). Estudos indicam que a cama pode ser reutilizada por até 18 lotes consecutivos sem comprometer a biosseguridade, desde que submetida a processos eficientes de higienização (SANTOS DALÓLIO et al., 2017; VOSS-RECH et al., 2017).

Entretanto, o acúmulo de material orgânico e dejetos ao longo dos ciclos de produção pode favorecer o crescimento de microrganismos patogênicos, incluindo enterobactérias, o que representa um risco sanitário tanto para as aves quanto para a saúde pública (LOPES et al., 2024; OKADA et al., 2024). As enterobactérias são microrganismos Gram-negativos amplamente distribuídos no ambiente e na microbiota intestinal de aves, sendo algumas cepas potencialmente patogênicas e resistentes a antimicrobianos (MARQUES et al., 2024). Dentre essas, destaca-se *Escherichia coli*, que pode atuar como indicadora de contaminação fecal e de disseminação de genes de resistência (MOBLEY et al., 2024).

A resistência aos antimicrobianos é uma preocupação crescente na produção animal e na saúde pública, uma vez que o uso inadequado de antimicrobianos pode selecionar microrganismos resistentes, comprometendo a eficácia dos tratamentos convencionais (HORVAT; KOVAČEVIĆ, 2025). A presença de enterobactérias resistentes na cama de aviário pode contribuir para a transmissão desses genes para a microbiota intestinal das aves, aumentando o risco de disseminação para os consumidores através da carne contaminada (MENCK-COSTA et al., 2022; SHEN; LI; GUO, 2025). E já foi apontada pela literatura a correlação genética entre isolados de carne contaminada e isolados de infecção urinária (SONCINI et al., 2022).

Diante desse cenário, o monitoramento da carga microbiana da cama de aviário ao longo do ciclo produtivo é essencial para compreender a dinâmica populacional das enterobactérias e avaliar a eficiência das estratégias de manejo e higienização adotadas (MENCK-COSTA et al., 2022; CORTÉS et al., 2025).

O presente estudo tem como objetivo quantificar e monitorar a população de enterobactérias presentes na cama de aviário ao longo do ciclo produtivo, avaliando a influência do manejo da cama na composição microbiana e o impacto dessa prática na biosseguridade dos lotes avícolas.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em quatro propriedades produtoras de frango de corte localizadas na região norte do Paraná, no período de março de 2019 a julho de 2020. As coletas de amostras foram realizadas em três momentos distintos: (I) primeira coleta – realizada no primeiro dia do alojamento das aves; (II) segunda coleta – realizada no máximo dois dias antes do abate das aves (40-42 dias de vida); e (III) terceira coleta – efetuada no dia seguinte à fermentação da cama do aviário.

As quatro granjas analisadas relataram a adoção do processo de fermentação da cama de aviário entre os lotes. Esse procedimento envolveu a remoção das partes compactadas, a queima de resíduos orgânicos (penas) com lança-chamas, a homogeneização da cama, sua umidificação e posterior cobertura com lona plástica para criar um ambiente anaeróbico. Após o período de fermentação, que variou de 7 a 15 dias, a lona foi removida, e a superfície da cama foi novamente submetida ao lança-chamas e à aplicação de produtos bactericidas e inseticidas antes da entrada de um novo lote.

Todas as granjas utilizavam maravalha como substrato para a cama do aviário. O número de lotes já alojados sobre a mesma cama variou de 5 a 12 ciclos. Os pintainhos eram provenientes de incubatórios distintos e os lotes continham entre 10 mil e 30 mil aves. Todas as propriedades adotavam o sistema all-in all-out em seus núcleos de produção. As características estruturais dos aviários variaram entre barracões automatizados e sistemas manuais, com pisos de terra batida ou cimentados. Apenas uma das propriedades utilizava o sistema dark house.

Com relação ao uso de antimicrobianos, todas as granjas relataram a administração de ácidos orgânicos na água de bebida entre os 20 e 25 dias de vida das aves. Além disso, foi reportado o uso de tiamulina e enrofloxacina em quase todas as propriedades, sendo que a enrofloxacina era suspensa 10 dias antes do abate, conforme recomendado para evitar resíduos na carne.

Coleta e Processamento das Amostras Bacterianas

A coleta de amostras da cama do aviário foi realizada utilizando propés descartáveis previamente umedecidos em solução de água peptonada tamponada a 1%. Foram utilizados dois pares de propés por galpão, cobrindo aproximadamente 50% da superfície do aviário. Após a coleta, os propés foram imersos em 90 mL de água peptonada tamponada e incubados a 36,5°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) por um período de 18 a 24 horas para enriquecimento bacteriano.

Para a quantificação de Enterobactérias, as amostras foram submetidas a diluições seriadas em PBS (até 10⁰) e posteriormente inoculadas em placas de ágar bile vermelho violeta glicose (AVRB) suplementado com 8 µg/mL de cefotaxima. As placas foram incubadas a 36,5°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) por 18 a 24 horas, permitindo a recuperação seletiva de bactérias resistentes à cefotaxima.

Os resultados foram analisados considerando as variações nas contagens bacterianas entre os três momentos de coleta, avaliando o impacto da fermentação da cama na redução da carga microbiana.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o software R (version 1.1.442—© 2009–2018, Boston, MA, USA). Inicialmente, os dados foram organizados em uma matriz contendo as contagens de Log₁₀ UFC/mL das enterobactérias resistentes à cefotaxima em função dos diferentes tempos de coleta (Primeira, Segunda e Terceira).

Para verificar a distribuição dos dados, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk, avaliando a normalidade em cada tempo de coleta. Como os resultados indicaram ausência de normalidade ($p > 0,05$ para todas as coletas), foi adotada uma abordagem não paramétrica para as comparações.

As diferenças entre os tempos de coleta foram avaliadas por meio do teste de Kruskal-Wallis, que analisa diferenças entre medianas de mais de dois grupos independentes. Sendo identificado um efeito significativo ($H = 7,60$; $p = 0,022$), foi aplicado o teste de Dunn com correção de Bonferroni para comparações múltiplas entre os tempos de coleta, de modo a controlar o erro tipo I. As análises foram realizadas considerando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foi realizada a quantificação de Enterobacterias resistentes à cefotaxima em três momentos distintos: primeira coleta, segunda coleta e terceira coleta. Os resultados indicaram que a primeira coleta apresentou uma contagem reduzida de Enterobacterias resistentes à cefotaxima em comparação com a terceira coleta. Observou-se, ainda, que o processo de fermentação da cama levou a uma redução da população de Enterobacterias (Tabela 1).

Número da Granja	Número da colheita (UFC/mL e LogCAL10)		
	Primeira	Segunda	Terceira
Primeira	0	8,8X10 ⁷	1x10 ¹
	0	7,94	1,0
Segunda	1X10 ¹	3,1X10 ⁶	1x10 ¹
	1,0	6,49	1
Terceira	2,1x10 ¹	8,6x10 ⁴	0
	1,32	4,93	0
Quarta	3,3x10 ²	2,63x10 ⁴	2,5x10 ²
	2,52	4,42	2,40

Tabela 1: Quantificação da cama do aviário em AVRБ suplementado com 8µg/mL de cefotaxima.

ágar bile vermelho violeta glicose (AVRB). primeira coleta - no primeiro dia do alojamento das aves; segunda coleta - no máximo dois dias antes das aves serem encaminhadas para o abate (40- 42 dias de vida das aves) e terceira coleta, realizada no dia após a finalização da fermentação da cama do aviário

Os resultados evidenciam que o nível de enterobactérias resistentes à cefotaxima variou consideravelmente entre as diferentes granjas e momentos de coleta ($H = 7,60$; $p = 0,022$). A primeira coleta apresentou os menores níveis de contaminação em todas as granjas, o que pode estar relacionado a uma menor exposição microbiana inicial e à renovação parcial da cama. Já a segunda coleta indicou um aumento significativo na quantificação de enterobactérias, possivelmente devido ao acúmulo de matéria orgânica e ao crescimento bacteriano favorecido pela alta densidade animal e condições ambientais.

Embora o teste de Dunn com correção de Bonferroni não tenha identificado diferenças estatisticamente significativas entre a primeira e segunda coleta ($p = 0,0857$), observou-se uma tendência de aumento na carga microbiana ao longo do período de contato das aves com a cama do aviário. Sabe-se que o uso de antimicrobianos exerce pressão seletiva, favorecendo a seleção de cepas resistentes (WHO, 2017; WHO, 2019), o que representa um potencial risco zoonótico, uma vez que seres humanos podem entrar em contato com animais, carnes ou ambientes contaminados (MAGNUSSON et al., 2019).

A terceira coleta revelou uma redução expressiva na carga microbiana, especialmente nas três primeiras granjas, sugerindo que o processo de fermentação teve um impacto na diminuição das enterobactérias resistentes. No entanto, a comparação entre a segunda e terceira coleta apresentou um p-valor de 0,0882, indicando uma tendência de redução, mas sem significância estatística após correção. Esse resultado está de acordo com estudos anteriores que indicam que o tratamento da cama pode reduzir a carga bacteriana, mitigando os riscos de disseminação de microrganismos patogênicos e resistentes (OKADA et al., 2024).

Embora a Quarta Granja tenha apresentado uma redução menos expressiva na contaminação após a fermentação, ainda assim observou-se uma queda nos níveis de enterobactérias. Esse resultado sugere que a eficácia do manejo pode variar conforme a

composição da cama e a implementação do processo de fermentação (ALBURIH; HASAN, 2024). Apesar da redução observada, os valores obtidos indicam que as variações entre os tempos de coleta não atingiram diferenças estatisticamente significativas nas comparações múltiplas ajustadas, ressaltando a importância de investigações adicionais com maior tamanho amostral para confirmar esses achados.

Esses achados reforçam a importância do monitoramento microbiológico contínuo e da adoção de estratégias de manejo eficientes para garantir a biosseguridade e a qualidade sanitária dos lotes avícolas. A fermentação da cama se mostra uma alternativa viável para a redução de patógenos na produção avícola, minimizando os riscos de transmissão de genes de resistência a antimicrobianos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo demonstraram que a fermentação da cama de aviário é uma estratégia eficaz para a redução da carga microbiana, especialmente de Enterobacterias resistentes à cefotaxima. Foi possível observar uma tendência de aumento da contaminação entre a primeira e a segunda coleta, possivelmente associada ao acúmulo de matéria orgânica e ao crescimento bacteriano favorecido pelas condições ambientais. Entretanto, na terceira coleta, após o processo de fermentação, verificou-se uma expressiva redução na população de Enterobacterias resistentes, destacando a relevância dessa prática no controle sanitário dos lotes avícolas.

Esses achados reforçam a importância do monitoramento microbiológico contínuo na avicultura, permitindo ajustes estratégicos no manejo da cama e contribuindo para a mitigação dos riscos de disseminação de patógenos e genes de resistência antimicrobiana. A adoção de práticas de biosseguridade adequadas, aliadas a tratamentos eficazes da cama de aviário, pode proporcionar um ambiente de produção mais seguro, com menor impacto na saúde animal e pública. Estudos futuros são recomendados para avaliar a persistência da redução microbiana em períodos prolongados e para testar outras estratégias complementares de manejo sanitário na produção avícola.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pelo Programa de Pós-Graduação em Microbiologia da Universidade Estadual de Londrina e, em parte, pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq (409335/2021-5 Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 18/2021 – Faixa B – Grupos Consolidados e 305972/2022-7) e Fundação Araucária e SETI/PR (CHAMADA Nº 09/2021 PROGRAMA DE PESQUISA BÁSICA E APLICADA CONV. 234/2022 – PDI/PBA 09/2021) para RK. MFMC foi financiado pela Chamada Pública 13/2020 – Programa de Pesquisa e Inovação Fundação Araucária e Cooperativa Lar (07/2021 – 06/2024), e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Código de Financiamento 001).

REFERÊNCIAS

- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2024**. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024_capa_frango.pdf>. Acessado em: 18 fev 2025.
- DAME-KOREVAAR, Anita e colab. **Transmission routes of ESBL/pAmpC producing bacteria in the broiler production pyramid, a literature review**. Preventive Veterinary Medicine, v. 162, p. 136–150, 1 Jan 2019.
- ACHEAMPONG, Selina. **Future of Broiler Farming: Trends, Challenges, and Opportunities. Modern Technology and Traditional Husbandry of Broiler Farming**. [S.I.]: IntechOpen, 2024. . Disponível em: <<https://www.intechopen.com/chapters/1188879>>. Acesso em: 27 fev 2025.
- NIRAN, Ayanniyi. **Broilers Litter Management: A Review of Environmental Impacts, Nutritional Value and Sustainable Utilization**. BADEGGI JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND ENVIRONMENT, v. 6, n. 3, p. 65–70, 31 Dez 2024.
- MUNIR, M.T. e colab. **Wood-based litter in poultry production: a review**. World's Poultry Science Journal, v. 75, n. 1, p. 5–16, 1 Mar 2019.
- DIARRA, Siaka e colab. **Alternative Bedding Materials for Poultry: Availability, Efficacy, and Major Constraints**. Frontiers in Veterinary Science, v. 8, 17 Ago 2021. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2021.669504/full>>. Acesso em: 27 fev 2025.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 56, DE 4 DE DEZEMBRO DE 2007**. Estabelecer os procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução, comerciais e de ensino ou pesquisa, na forma dos anexos desta Instrução Normativa. 2007.
- NAHM, K. H. **A strategy to solve environmental concerns caused by poultry production**. World's Poultry Science Journal, v. 56, n. 4, p. 379–388, 1 Dez 2000.
- MALOMO, Gabriel Adebayo e colab. **Sustainable Animal Manure Management Strategies and Practices**. Agricultural Waste and Residues. [S.I.]: IntechOpen, 2018. . Disponível em: <<https://www.intechopen.com/chapters/62236>>. Acesso em: 27 fev 2025.
- SANTOS DALÓLIO, Felipe e colab. **Poultry litter as biomass energy: A review and future perspectives**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 76, p. 941–949, 1 Set 2017.
- VAZ, C. S. L. e colab. **Interventions to reduce the bacterial load in recycled broiler litter**. Poultry Science, v. 96, n. 8, p. 2587–2594, 1 Ago 2017.
- LOPES, Eliene dos Santos e colab. **Cross-environmental cycling of antimicrobial resistance in agricultural areas fertilized with poultry litter: A one health approach**. Environmental Pollution, v. 363, p. 125177, 15 Dez 2024.
- OKADA, Elena e colab. **Effect of on-farm poultry litter composting processes on physicochemical, biological, and toxicological parameters and reduction of antibiotics and antibiotic-resistant *Escherichia coli***. Waste Management, v. 174, p. 310–319, 15 Fev 2024.

MARQUES, Adson R. e colab. **Investigation of enterobacteria with zoonotic and multi-resistant potential in exotic parrots kept in a domestic environment.** Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 44, p. e07387, 5 Jul 2024.

MOBLEY, Harry L. T. e colab. **Fitness factor genes conserved within the multi-species core genome of Gram-negative Enterobacterales species contribute to bacteremia pathogenesis.** PLOS Pathogens, v. 20, n. 8, p. e1012495, 23 Ago 2024.

HORVAT, Olga e KOVACEVIĆ, Zorana. **Human and Veterinary Medicine Collaboration: Synergistic Approach to Address Antimicrobial Resistance Through the Lens of Planetary Health.** Antibiotics, v. 14, n. 1, p. 38, Jan 2025.

MENCK-COSTA, Maísa Fabiana e colab. **High-Frequency Detection of *fosA3* and *blaCTX-M-55* Genes in *Escherichia coli* From Longitudinal Monitoring in Broiler Chicken Farms.** Frontiers in Microbiology, v. 13, 2022. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2022.846116>>.

SHEN, Dan e LI, Chunmei e GUO, Zhendong. **Dynamics of antibiotic resistance in poultry farms via multivector analysis.** Poultry Science, v. 104, n. 2, p. 104673, 1 Fev 2025.

SONCINI, João Gabriel Material e colab. **Genomic insights of high-risk clones of ESBL-producing *Escherichia coli* isolated from community infections and commercial meat in southern Brazil.** Scientific Reports, v. 12, p. 9354, 7 Jun 2022.

CORTÉS, Paula e colab. **Antimicrobial Residues in Poultry Litter: Assessing the Association of Antimicrobial Persistence with Resistant *Escherichia coli* Strains.** Antibiotics, v. 14, n. 1, p. 89, Jan 2025.

OKADA, Elena e colab. **Effect of on-farm poultry litter composting processes on physicochemical, biological, and toxicological parameters and reduction of antibiotics and antibiotic-resistant *Escherichia coli*.** Waste Management, v. 174, p. 310–319, 15 Fev 2024.

ALBURIH, Nabaa O. e HASAN, Zainab K. **Effect of fermentation periods of poultry manure on its characteristics when fermented with different ways.** Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences, v. 12, n. 1, p. 67–74, 14 Abr 2024.

WHO, World Health Organization (2017). **Prioritization of pathogens to guide discovery, research and development of new antibiotics for drug-resistant bacterial infections, including tuberculosis.** Disponível em: https://www.who.int/medicines/areas/rational_use/prioritization-of-pathogens/en/. Acesso em: janeiro, 2020.

WHO, World Health Organization (2019). **The 2019 WHO AWaRe classification of antibiotics for evaluation and monitoring of use.** <Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/327957>>. Acesso em: janeiro, 2020.

MAGNUSSON, Ulf. **Prudent and effective antimicrobial use in a diverse livestock and consumer's world.** Journal of Animal Science, v. 98, n. Supplement_1, p. S4–S8, 18 Ago 2020.