

AVALIAÇÃO DE ACONDICIONANTES MINERAL E BIOMINERAL ALTERNATIVOS PARA CONTROLE DE *SALMONELLA* spp. EM CAMA DE AVIÁRIO

EVALUATION OF ALTERNATIVE MINERAL AND BIOMINERAL BEDDING AMENDMENTS FOR THE CONTROL OF *SALMONELLA* spp. IN POULTRY LITTER

EVALUACIÓN DE ACONDICIONADORES MINERALES Y BIOMINERALES ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE *SALMONELLA* spp. EN CAMA DE AVES

Suzana Magro Henning¹

Paulo Tadeu Figueira²

Greice Japolla³

RESUMO: A avicultura moderna é estratégica no agronegócio, sustentada por avanços genéticos, tecnológicos e de manejo. A cama de aviário, composta por materiais como maravalha e bioresíduos, contribui para o bem-estar animal, eficiência alimentar e biosseguridade, ao controlar umidade, isolar termicamente e reduzir contato com fezes. A *Salmonella* spp. representa um risco sanitário relevante, transmitida vertical e horizontalmente, cuja sobrevivência depende de fatores ambientais, composição da cama e manejo. O presente estudo avaliou a eficácia de acondicionantes de cama, nas formulações mineral e biomíneral, na redução de *Salmonella*. Amostras foram inoculadas com 10^6 UFC/kg e tratadas com 25, 50 e 125 g de produto, analisadas aos 1°, 15°, 30° e 45° dias, conforme ISO 6579. Inicialmente, *Salmonella* foi detectada em todas as amostras, mas não foi recuperada aos 45 dias, inclusive no controle positivo, indicando possível declínio natural da bactéria, influência ambiental e limitações metodológicas. Os resultados demonstram que a aplicação de acondicionantes, aliada ao manejo correto da cama, desempenha papel importante na manutenção da biosseguridade, no controle de patógenos e na preservação das condições ideais para o bem-estar e desempenho das aves, evidenciando a relevância da gestão integrada de cama para a sustentabilidade da avicultura.

1489

Palavras chave: Avicultura. Biossegurança. Controle Ambiental.

ABSTRACT: Modern poultry farming is a strategic sector in agribusiness, supported by genetic, technological, and management advances. Poultry litter, composed of materials such as wood shavings and agricultural by-products, contributes to animal welfare, feed efficiency, and biosecurity by controlling moisture, providing thermal insulation, and reducing contact with feces. *Salmonella* spp. represents a significant health risk, transmitted both vertically and horizontally, with survival influenced by environmental factors, litter composition, and management practices. This study evaluated the efficacy of litter conditioners in mineral and biomíneral formulations in reducing *Salmonella*. Samples were inoculated with 10^6 CFU/kg and treated with 25, 50, and 125 g of product, analyzed on days 1, 15, 30, and 45 according to ISO 6579. Initially, *Salmonella* was detected in all samples but was not recovered by day 45, including the positive control, indicating a possible natural decline of the bacterium, environmental influence, and methodological limitations. The results demonstrate that the application of litter conditioners, combined with proper litter management, plays an important role in maintaining biosecurity, controlling pathogens, and preserving optimal conditions for the welfare and performance of poultry, highlighting the relevance of integrated litter management for sustainable poultry production.

Keywords: Poultry farming. Biosecurity. Environmental Control.

¹Acadêmica de Medicina Veterinária no Centro Universitário Univel.

²Doutor Professor do curso de Medicina Veterinária no Centro Universitário Univel.

³Orientadora. Doutora Professora do curso de Medicina Veterinária no Centro Universitário Univel.

RESUMEN: La avicultura moderna es un sector estratégico en la agroindustria, respaldado por avances genéticos, tecnológicos y de manejo. La cama de aves, compuesta por materiales como virutas de madera y subproductos agrícolas, contribuye al bienestar animal, la eficiencia alimentaria y la bioseguridad, al controlar la humedad, proporcionar aislamiento térmico y reducir el contacto con las heces. *Salmonella* spp. representa un riesgo sanitario significativo, transmitida tanto de manera vertical como horizontal, cuya supervivencia está influenciada por factores ambientales, la composición de la cama y las prácticas de manejo. Este estudio evaluó la eficacia de acondicionadores de cama en formulaciones mineral y biomíneral para la reducción de *Salmonella*. Las muestras fueron inoculadas con 10^6 UFC/kg y tratadas con 25, 50 y 125 g de producto, analizadas a los días 1, 15, 30 y 45 según la norma ISO 6579. Inicialmente, *Salmonella* se detectó en todas las muestras, pero no se recuperó al día 45, incluso en el control positivo, indicando un posible declive natural de la bacteria, influencia ambiental y limitaciones metodológicas. Los resultados demuestran que la aplicación de acondicionadores de cama, combinada con un manejo adecuado, desempeña un papel importante en el mantenimiento de la bioseguridad, el control de patógenos y la preservación de condiciones óptimas para el bienestar y rendimiento de las aves, destacando la relevancia de la gestión integrada de la cama para la sostenibilidad de la avicultura.

Palabras clave: Avicultura. Bioseguridad. Control ambiental.

INTRODUÇÃO

A indústria avícola configura-se como um setor moderno e estratégico, marcado por elevada demanda produtiva e guiada por exigentes padrões de qualidade e sustentabilidade. No entanto a intensificação contínua dos sistemas de criação, estimulada por avanços tecnológicos, tem suscitado importantes preocupações no âmbito regulatório, sobre o aumento da resistência antimicrobiana (RAM) em animais de produção (SHAJI et al., 2023; PICCOLO et al., 2024). O estudo de Van Boeckel et al. (2019) identificou um aumento expressivo da RAM, particularmente em países considerados de baixa renda, incluindo o Brasil. Os dados indicam que a proporção de antimicrobianos com mais de 50% de resistência dobrou em frangos. Entre as bactérias analisadas, destaca-se *Salmonella* não tifoide.

1490

No gênero *Salmonella* está incluso um dos principais patógenos da avicultura e de grande relevância para saúde pública, sendo um bacilo gram negativo que provoca infecções gastrointestinais em aves e humanos. Sua ampla disseminação está relacionada à elevada capacidade de sobrevivência ao longo das diferentes etapas do sistema de produção avícola, sendo a cama de aviário considerada um dos principais ambientes de propagação do microrganismo (BACK, 2019; SHAJI et al., 2023).

A cama de aviário exerce um papel fundamental no bem-estar das aves e na qualidade do ambiente de criação, impactando diretamente na saúde animal, desempenho produtivo e qualidade de carcaça. Com composição heterogênea, é formada por excretas, penas, ração, substrato e microbiota associada, podendo atuar como meio de disseminação de patógenos e de resíduos de antimicrobianos (DALÓLIO et al., 2017; SHAJI et al., 2023). Diante da relevância

sanitária de *Salmonella* spp., e de seu papel na cadeia de transmissão entre animais, humanos e ambiente, o isolamento laboratorial do patógeno é uma etapa essencial para o monitoramento da qualidade microbiológica em unidades avícolas. Esse processo envolve métodos clássicos de cultivo seletivo e identificação bioquímica, além de técnicas moleculares, como a reação em cadeira de polimerase (PCR). A identificação precisa e precoce de cepas patogênicas permite o direcionamento das medidas de biosseguridade, contribuindo para a mitigação do risco de disseminação e RAM (BACK, 2019; MONTEIRO e HOLSBACH, 2020).

Estudos de Pokrant et al. (2021) indicam que resíduos de antimicrobianos persistem nas fezes por períodos mais longos que o tempo de retirada das aves e até mesmo após o abate, consequentemente mantendo-se na cama. Além disso, a cama é comumente utilizada para melhorar a fertilidade do solo em todo o mundo, portanto, representa um risco e uma possível via desconhecida para entrada de resíduos de antibióticos na cadeia alimentar e sua transferência para o meio ambiente (YÉVENES et al., 2019).

Frente à crescente incidência de bactérias multirresistentes e às restrições impostas por órgãos reguladores como a FDA (Food and Drug Administration), quanto ao uso de antimicrobianos na produção animal, somadas à maior exigência dos consumidores por produtos livres de antibióticos, observa-se um movimento no setor produtivo em direção à adoção de estratégias alternativas ao uso convencional de antimicrobianos. A produção sustentável de aves é fundamental para atender a demanda global futura (SHAJI et al., 2023).

1491

A busca por alternativas práticas e sustentáveis, que reforcem a biosseguridade na avicultura é contínua. Nesse contexto, os acondicionantes minerais e biomateriais naturais surgem como uma proposta inovadora e ecológica para eliminação de *Salmonella* spp. da cama de aves, sem os efeitos colaterais associados ao uso de antimicrobianos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é testar acondicionantes minerais e biomateriais, fornecidos por uma empresa do oeste do Paraná, na eliminação de *Salmonella* spp. da cama de aves.

MÉTODOS

A cama de aves empregada nos testes foi oriunda de uso prévio na criação avícola, simulando as condições reais encontradas em granjas comerciais. Inicialmente, foi submetida ao teste de isolamento de *Salmonella* spp., conforme a ISO 6579. Após a confirmação do resultado negativo para *Salmonella* spp., a cama foi fracionada em sacos plásticos estéreis, com capacidade 1.627 mL, contendo 250 gramas de cama em cada unidade. Posteriormente, amostras

foram tratadas com diferentes concentrações dos produtos acondicionantes, nas formulações mineral e biomíneral, nas dosagens de 25g, 50g, e 125g por amostra. Também foram incluídos controles positivo e negativo sem adição de produto. A eficácia dos tratamentos foi avaliada nos períodos de 1, 15, 30 e 45 dias de exposição.

Uma cepa de campo de *Salmonella* Heidelberg, previamente cultivada em ágar XLD (Xilose Lisina Desoxicolato), foi inoculada na cama, na concentração de 10^6 UFC (unidade formadora de colônias) para cada quilo de cama. As amostras foram umidificadas a cada 24h com borrifador de água destilada estéril e mantidas em temperatura média de 24°C, simulando a temperatura de um aviário, em condições confortáveis para aves adultas.

Para o isolamento de *Salmonella* spp., na fase de pré-enriquecimento, foram pesados 25g de cada amostra em sacos estéreis de coleta, aos quais foram adicionados 225 mL de água peptonada. As amostras foram homogeneizadas manualmente por um minuto e, em seguida incubadas em estufa a $36\pm1^\circ\text{C}$ por 24 horas (BACK, 2019; BARBOSA et al. 2020).

Dos caldos enriquecidos, foi realizada a inoculação de $100\mu\text{L}$ em placa de ágar MSRV (Modified Semisolid Rappaport Vassiliads), distribuídos em três pontos próximos ao centro da placa, que foram incubadas em estufa a $41,5\pm0,5^\circ\text{C}$, por 18 a 24 horas. Após esse tempo, realizou-se a leitura das placas e, as que apresentaram crescimento além do halo de inoculação, com coloração esbranquiçada, foram classificadas como suspeitas e destinadas para fase de repique. As placas que não apresentaram halo de crescimento esbranquiçado, foram reincubadas nas mesmas condições por mais 24 horas, e após esse período, se mantiveram sem halo de crescimento, então foram consideradas negativas (BACK, 2019; BARBOSA et al. 2020).

1492

Na fase de repique, uma alçada foi coletada na região mais periférica do halo de crescimento esbranquiçado, e semeada por esgotamento em placas de ágar XLD e ágar Verde Brilhante, com o objetivo de observar o crescimento característico de *Salmonella* spp. As placas foram incubadas em estufa a $36\pm1^\circ\text{C}$ para crescimento bacteriano por 18 a 24 horas (BACK, 2019; BARBOSA et al. 2020).

Após esse período foi observado o crescimento de colônias características sugestivas para *Salmonella* spp., apresentando-se como colônias negras com bordos transparentes no ágar XLD e róseas no ágar Verde brilhante. As colônias mais isoladas e com características típicas foram selecionadas para realização de testes bioquímicos em ágar TSI (Triple Sugar Iron), ágar LIA (Lysin Iron Ágar), ágar SIM (Sulphur Indol Motility) e caldo ureia, com o objetivo de confirmar a presença de *Salmonella* spp. Após inoculação foram incubadas a $36 \pm 1^\circ\text{C}$, por 18 a

24 horas. Ao fim da incubação, as provas bioquímicas que apresentaram padrão colorimétrico condizente com a *Salmonella* spp. foram consideradas positivas (BACK, 2019; BARBOSA et al. 2020).

O padrão colorimétrico obtido nas provas bioquímicas positivas para *Salmonella* spp. inclui as características descritas a seguir: no ágar TSI, observa-se base ácida (coloração amarela), bisel alcalino (coloração vermelha) e produção de ácido sulfídrico (H_2S), evidenciada pelo escurecimento do meio. No ágar LIA, há presença base alcalina (coloração púrpura) e também ocorre a produção de H_2S . No meio SIM, verifica-se motilidade positiva, produção de H_2S e resultado negativo para indol, identificado pela ausência de coloração na adição do reativo de Kovacs. Já o caldo ureia apresenta-se alaranjado, indicando uma reação alcalina negativa para urease.

Após a confirmação bioquímica, procedeu-se a identificação sorológica, utilizando o antígeno de superfície polivalente “O”, conforme o método de Kauffmann-White. A técnica consiste na adição de uma colônia característica a uma gota de antissoro em uma lâmina, com agitação manual de mais ou menos um minuto. A presença de aglutinação no fundo da lâmina é interpretada como positiva. Os resultados confirmatórios foram compilados para análise e discussão posterior (BACK, 2019; BARBOSA et al. 2020).

1493

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia utilizada permitiu inicialmente a recuperação de *Salmonella* nas amostras de cama de aves tratadas e também nos controles positivos e negativos, principalmente nas primeiras etapas de incubação. Entretanto, ao longo do período experimental, observou-se uma redução da recuperação do microrganismo, culminando na ausência de isolamento após 45 dias em todos os tratamentos.

No primeiro dia de incubação, *Salmonella* foi confirmada em todas as amostras inoculadas, tanto no tratamento com produto mineral quanto no biomíneral, assim como no controle positivo, validando a viabilidade da cepa utilizada (Tabela 1). Aos 15 e 30 dias, a bactéria ainda foi recuperada em todos os grupos, o que indica que a carga inicial de 10^6 UFC/kg manteve-se detectável nesse intervalo, ou seja, a viabilidade de *Salmonella* ainda estava presente (Tabela 1). Contudo, no 45º dia, não foi possível detectar *Salmonella* em nenhum dos tratamentos, incluindo o controle positivo (Tabela 1). Esse achado compromete a interpretação

dos resultados, uma vez que o controle positivo deveria permanecer contaminado, com a presença de *Salmonella* de forma a validar o ensaio como modelo experimental confiável.

Tabela 1. Detecção de *Salmonella* em diferentes amostras de cama de aves ao longo do tempo de exposição com produto mineral e biomíneral e respectivos controles positivo e negativo. Os símbolos “+” e “-” denotam, respectivamente, presença ou ausência de *Salmonella* na amostra.

Amostra	Tempo de exposição aos produtos			
	1 dia	15 dias	30 dias	45 dias
Produto mineral 25g	+	+	+	-
Produto mineral 50g	+	+	+	-
Produto mineral 125g	+	+	+	-
Controle positivo	+	+	+	-
Controle negativo	-	-	-	-
Produto Biomíneral 25g	+	+	+	-
Produto Biomíneral 50g	+	+	+	-
Produto Biomíneral 125g	+	+	+	-
Controle positivo	+	+	+	-
Controle negativo	-	-	-	-

Fonte: Autores deste artigo (2025).

A ausência de crescimento no controle positivo pode ter diferentes explicações. Uma hipótese é a redução natural da carga bacteriana ao longo do tempo, atingindo níveis abaixo do limite de detecção dos métodos microbiológicos empregados, como descrito por Barbosa et al. (2020). Outra possibilidade relaciona-se às condições ambientais simuladas: a umidade, embora reposta diariamente, pode não ter sido suficiente para manter a viabilidade bacteriana em meio à composição orgânica da cama (TEICHMANN et al., 2020), favorecendo a competição com a microbiota autóctone ou promovendo a morte celular, sendo que isso pode acontecer em uma ampla gama de bactérias, conforme Qiu et al (2022). Além disso, falhas técnicas no processo de isolamento, como variações no desempenho dos meios seletivos (MSRV, XLD e Verde Brilhante) ou na incubação, também podem ter contribuído para o desaparecimento dos isolados (BACK, 2019).

1494

Outro ponto a ser considerado é o tempo de sobrevivência da *Salmonella* em cama aviária a uma determinada temperatura. Estudos apontam que a bactéria pode manter sua viabilidade por períodos próximos há 40 dias em condições ambientais similares às simuladas neste trabalho, entretanto a viabilidade das cepas tende a acabar após 40 dias a uma temperatura específica (BOHNHOFF et al., 1977). Dessa forma, o desaparecimento observado aos 45 dias pode estar relacionado não apenas a fatores metodológicos, mas também ao ciclo natural de

declínio da população bacteriana, que pode ter atingido um ponto crítico de inviabilidade após esse intervalo, somado ao fator temperatura, aparentemente chave para a sobrevivência (BOHNHOFF et al., 1977; TEICHMANN et al., 2020, BARDSLEY et al., 2021). Esse aspecto reforça a necessidade de considerar o tempo de sobrevivência da bactéria em condições ambientais reais na interpretação dos resultados.

Do ponto de vista comparativo, os produtos testados (mineral e biomínerval) não apresentaram diferenças em relação à manutenção ou inibição de *Salmonella*. O produto biomínerval, apesar de conter componentes orgânicos adicionais, não demonstrou efeito superior, sugerindo que tais aditivos não potencializaram a ação do produto. Isso reforça a observação de que, nas condições do presente estudo, não foi possível comprovar a eficácia dos produtos, já que o resultado negativo no controle positivo impossibilita atribuir a eliminação da bactéria aos tratamentos aplicados.

Resultados semelhantes foram reportados em outros trabalhos de avaliação de aditivos aplicados em cama de frango, nos quais a redução de *Salmonella* pode ocorrer independentemente da adição de produtos químicos, devido à degradação natural da bactéria em função do tempo, da temperatura e da competição microbiana (TRABULSI e ALTERTHUM, 2015). Dessa forma, não é possível confirmar se a ausência de *Salmonella* após 45 dias foi decorrente de ação direta dos produtos testados ou de fatores ambientais e metodológicos.

1495

Quanto à técnica aqui empregada, a metodologia da ISO 6579 foi escolhida por ser considerada superior em relação a outras técnicas tradicionalmente aplicadas para o isolamento de *Salmonella* (ISO 6579, 2017). Essa norma, internacional, é amplamente reconhecida por sua sensibilidade e especificidade, resultando em maior sucesso na detecção do microrganismo em matrizes complexas, como alimentos e subprodutos avícolas. Um dos diferenciais do método é o uso combinado de etapas sequenciais de pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo e isolamento em meios diferenciais, o que aumenta a chance de recuperação de células viáveis, mesmo quando presentes em baixas (ISO 6579, 2017).

O pré-enriquecimento em água peptonada tamponada, método aqui utilizado, promove a recuperação de células lesionadas, possibilitando a multiplicação antes do contato com os meios seletivos, que poderiam inibir seu crescimento, em conformidade com a ISO citada. Já o enriquecimento em meios seletivos como MSRV, também utilizado, destaca-se pela capacidade de favorecer a motilidade característica de *Salmonella*, permitindo diferenciar

colônias suspeitas por meio da expansão radial além do ponto de inoculação. O protocolo ISO 6579 também integra meios diferenciais clássicos, como XLD e Verde Brilhante, que fornecem padrões de crescimento característicos (colônias negras no XLD e róseas no Verde Brilhante), facilitando a triagem inicial. A sequência de testes bioquímicos complementares, TSI, LIA, SIM e caldo ureia aqui utilizados, garantem a confiabilidade da identificação.

Um ponto importante neste protocolo, o meio MSRV, por ser um meio semissólido de enriquecimento seletivo para bactérias gram negativas, permite identificar a migração das bactérias moveis pela extensão do ágar, além de apresentar resultados característicos e de fácil visualização para amostras suspeitas, favorecendo a seleção dos isolados com resultado presuntivo e descarte de amostras negativas já no inicio (TRABULSI E ARTHERTUM, 2015). Os meios de cultura semissólidos garantem maior especificidade e facilidade no isolamento.

Em síntese, este estudo demonstra que apesar da metodologia aplicada ter sido adequada para a recuperação inicial de *Salmonella*, houve falha na manutenção do controle positivo, o que compromete a avaliação da eficácia dos produtos. Na tabela 2 são sumarizadas todas as possíveis causas e sua relação com a falha na manutenção do controle positivo. Para investigações futuras, recomenda-se o uso de técnicas complementares de quantificação, como PCR em tempo real ou contagem em meios seletivos quantitativos, a fim de diferenciar entre a eliminação bacteriana efetiva e a redução da carga para níveis indetectáveis.

1496

Tabela 2. Resumo das causas potenciais da perda de viabilidade de *Salmonella* em teste de viabilidade de produtos em cama de frango, seguindo a ISO 6579.

Categoria	Possível causa	Referência(s)
Redução natural da viabilidade	Declínio populacional ao longo do tempo, atingindo níveis abaixo do limite de detecção ($\approx 30\text{--}40$ dias de sobrevivência relatados em cama aviária).	Bohnhoff et al. (1977); Bardsley et al. (2021)
Condições ambientais	Umidade insuficiente, temperatura alta, competição com microbiota autóctone e variação da composição da cama.	Teichmann et al. (2020); Qiu et al. (2022)
Limitação metodológica	Sensibilidade reduzida dos meios seletivos (MSRV, XLD, Verde Brilhante) ou falhas no processo de incubação.	Back (2019); ISO 6579 (2017)
Ciclo natural da bactéria	Tempo de vida da <i>Salmonella</i> em cama aviária estimado em torno de 40 dias, com inviabilidade após esse período.	Bohnhoff et al. (1977); Teichmann et al. (2020); Bardsley et al. (2021)
Problemas técnicos	Possíveis falhas no manuseio, contaminação cruzada ou perda de viabilidade durante subcultivos.	Trabulsi & Alterthum (2015)

Fonte: Autores deste artigo (2025).

CONCLUSÕES

O estudo evidenciou que, embora a metodologia tenha sido eficiente para recuperação inicial de *Salmonella* spp., a ausência de isolamento no controle positivo após 45 dias inviabilizou a confirmação da eficácia dos produtos testados ao longo do tempo. A redução da carga bacteriana ao longo do tempo sugere que fatores ambientais, metodológicos e o ciclo natural de declínio da população bacteriana podem ter influenciado os resultados, dificultando a atribuição de efeitos específicos aos produtos mineral e biomíneral. Dessa forma não foi possível comprovar diferenças entre os tratamentos, tampouco confirmar a ação inibitória direta sobre *Salmonella*. A quantificação bacteriana pode ser uma alternativa viável para avaliar e diferenciar entre a eliminação efetiva e redução da carga bacteriana a níveis indetectáveis.

REFERENCIAS

- BACK, Alberto. *Manual de doenças de aves*. 3º ed. Cafelândia: Editora Integração, 2019.
- BARDSLEY, C. A.; WELLER, D. L.; INGRAM, D. T.; CHEN, Y.; ORYANG, D.; RIDEOUT, S. L.; STRAWN, L. K. Strain, soil-type, irrigation regimen, and poultry litter influence *Salmonella* survival and die-off in agricultural soils. *Frontiers in Microbiology*, v. 12, p. 590303, 2021.
- BOHNHOFF, M.; MILLER, C. P.; MARTIN, W. R. Survival of *Salmonella typhimurium* in chicken litter. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 33, n. 4, p. 803–806, 1977.
- DALÓLIO, F. S. et al. Poultry litter as biomass energy: a review and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 76, p. 941–949, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.104>.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). ISO 6579-1:2017 – Microbiology of the food chain — Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella* — Part 1: Detection of *Salmonella* spp. Geneva: ISO, 2017.
- MONTEIRO, M. F.; HOLSBACH, V. T. K. Isolamento e identificação de *Salmonella* spp. em ceco e suabe de arrasto pro-pé de cama de aves. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária*, Cascavel, v. 3, n. 1, p. 132–143, jan./jun. 2020.
- PICCOLO, E. A.; DUVAL, H. C.; GALLO, Z.; FERRAZ, J. M. G. A Contemporaneidade da Avicultura: da Pré-História à Liderança Concorrencial Brasileira. *Revista Políticas Públicas e Cidades* v. 13, n. 2, p. e947, 2024. DOI: [10.23900/2359-1552v13n2-102-2024](https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-102-2024).
- POKRANT, E. V.; TRINCADO, L.; YÉVENES, K.; TERRAZA, G. E.; MADDALENO, A. E.; SAN MARTÍN, B.; ZAVALA, S.; HIDALGO, H. A.; LAPIERRE, L. N.; CORNEJO, J. K. Determination of five antimicrobial families in droppings of therapeutically treated broiler

chicken by high-performance liquid chromatographytandem mass spectrometry. *Poultry Science*, v. 100, n. 9, p. 101313, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101313>.

QIU, Y.; ZHOU, Y.; CHANG, Y.; LIANG, X.; ZHANG, H.; LIN, X.; QING, K.; ZHOU, X.; LUO, Z. The effects of ventilation, humidity, and temperature on bacterial growth and bacterial genera distribution. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 22, p. 15345, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192215345>

SHAJI, S.; SELVARAJ, R. K.; SHANMUGASUNDARAM, R. Salmonella infection in poultry: a review on the pathogen and control strategies. *Microorganisms*, v. 11, p. 2814, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms1112814>

TEICHMANN, J.; LITT, P. K.; SHARMA, M.; NYARKO, E.; KNIEL, K. E. Influence of poultry litter amendment type and irrigation events on survival and persistence of *Salmonella Newport*. *Journal of Food Protection*, v. 83, n. 5, p. 821–828, 2020.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. *Microbiologia*. 6. ed. São Paulo: Atheneu, 2015.

VAN BOECKEL, T. P.; PIRES, J.; SILVESTER, R.; ZHAO, C.; SONG, J.; CRISCUOLO, N. G.; LAXMINARAYAN, R. Global trends in antimicrobial resistance in animals in low- and middle-income countries. *Science*, v. 365, n. 6459, p. 1944, 2019.

YÉVENES, K.; POKRANT, E.; PÉREZ, F.; RIQUELME, R.; AVELLO, C.; MADDALENO, A.; SAN MARTÍN, B.; CORNEJO, J. Assessment of three antimicrobial residue concentrations in broiler chicken droppings as a potential risk factor for public health and environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 16, n. 1, p. 24, 2019. DOI: [10.3390/ijerph16010024](https://doi.org/10.3390/ijerph16010024)