

TERMONEBULIZAÇÃO COM QUATERNÁRIO DE AMÔNIO: ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO SIGNIFICATIVA DE ENTEROBACTÉRIAS EM AVIÁRIOS COMERCIAIS EM VAZIO SANITÁRIO

QUATERNARY AMMONIUM THERMONEBULIZATION: A STRATEGY TO SIGNIFICANTLY REDUCE ENTEROBACTERIA IN COMMERCIAL POULTRY HOUSES DURING SANITARY VACATIONS

TERMONEBULIZACIÓN CON CUATERNARIO DE AMONIO: ESTRATEGIA PARA LA REDUCCIÓN SIGNIFICATIVA DE ENTEROBACTERIAS EN GALLINEROS COMERCIALES EN VACÍO SANITARIO

Willian Eduardo Erdmann¹
Suzana Magro Henning²
Paulo Tadeu Figueira³
Greice Japolla⁴

RESUMO: A crescente resistência microbiana na avicultura intensiva destaca a necessidade de estratégias eficazes para controle sanitário, minimizando o uso de antimicrobianos. Este estudo avaliou a eficácia da termonebulização com quaternário de amônio de quarta geração na redução da carga de enterobactérias em aviários comerciais durante o vazio sanitário. Foram coletadas amostras microbiológicas antes e após a aplicação da termonebulização em superfícies de cama, parede e teto de nove aviários, de quatro produtores diferentes, utilizando análises quantitativas de contagem bacteriana (ISO 21528-2/2017). A termonebulização foi aplicada por 20 minutos com o ambiente fechado, utilizando equipamento capaz de atingir 380°C para garantir a integridade do desinfetante. Os resultados mostraram redução significativa na carga bacteriana, especialmente na cama (redução média de 89,5%) e nas paredes (65%), enquanto no teto a redução não foi estatisticamente significativa. A eficácia (estatística) foi confirmada pela análise da área sob a curva, indicando maior eficiência em superfícies com maior carga microbiana e maior contato com o desinfetante. Os achados reforçam que a termonebulização, aliada a protocolos rigorosos de limpeza prévia, é uma ferramenta promissora para a biossegurança em instalações avícolas, reduzindo os riscos sanitários e o uso de antibióticos. Contudo, alerta-se para a necessidade de manejo cuidadoso do uso de biocidas para evitar a resistência microbiana, recomendando práticas integradas de biossegurança e monitoramento contínuo.

3398

Palavras-chave: Bactérias. Avicultura. Sanidade.

¹ Médico Veterinário.

² Acadêmica de Medicina Veterinária no Centro Universitário Univel.

³ Doutor Professor do curso de Medicina Veterinária no Centro Universitário Univel.

⁴ Orientadora. Doutora Professora do curso de Medicina Veterinária no Centro Universitário Univel.

ABSTRACT: The increasing microbial resistance in intensive poultry farming highlights the need for effective strategies for sanitary control, minimizing the use of antimicrobials. This study evaluated the efficacy of thermal fogging with fourth-generation quaternary ammonium in reducing the load of enterobacteria in commercial poultry houses during the sanitary downtime. Microbiological samples were collected before and after the application of thermal fogging on litter, wall, and ceiling surfaces in nine poultry houses from four different producers, using quantitative bacterial count analyses (ISO 21528-2/2017). The thermal fogging was applied for 20 minutes with the environment closed, using equipment capable of reaching 380°C to ensure the disinfectant's integrity. The results showed a significant reduction in bacterial load, especially on the litter (average reduction of 89,5%) and walls (65%), while the reduction on the ceiling was not statistically significant. Statistical efficacy was confirmed by the area under the curve analysis, indicating higher efficiency on surfaces with greater microbial load and greater contact with the disinfectant. The findings reinforce that thermal fogging, combined with rigorous prior cleaning protocols, is a promising tool for biosecurity in poultry facilities, reducing sanitary risks and antibiotic use. However, caution is advised regarding the careful management of biocide use to avoid microbial resistance, recommending integrated biosecurity practices and continuous monitoring.

Keywords: Bacterium. Poultry. Health.

RESUMEN: La creciente resistencia microbiana en la avicultura intensiva subraya la necesidad de estrategias eficaces para el control sanitario, minimizando el uso de antimicrobianos. Este estudio evaluó la eficacia de la termonebulización con cuaternario de amonio de cuarta generación en la reducción de la carga de enterobacterias en gallineros comerciales durante el vacío sanitario. Se recolectaron muestras microbiológicas antes y después de la aplicación de la termonebulización en las superficies de la cama, la pared y el techo de nueve gallineros, de cuatro productores diferentes, utilizando análisis cuantitativos de recuento bacteriano (ISO 21528-2/2017). La termonebulización se aplicó durante 20 minutos con el ambiente cerrado, utilizando equipos capaces de alcanzar 380°C para garantizar la integridad del desinfectante. Los resultados mostraron una reducción significativa en la carga bacteriana, especialmente en la cama (reducción media del 89,5%) y en las paredes (65%), mientras que en el techo la reducción no fue estadísticamente significativa. La eficacia (estadística) fue confirmada por el análisis del área bajo la curva, indicando una mayor eficiencia en superficies con mayor carga microbiana y mayor contacto con el desinfectante. Los hallazgos refuerzan que la termonebulización, junto con protocolos rigurosos de limpieza previa, es una herramienta prometedora para la bioseguridad en instalaciones avícolas, reduciendo los riesgos sanitarios y el uso de antibióticos. Sin embargo, se advierte sobre la necesidad de un manejo cuidadoso del uso de biocidas para evitar la resistencia microbiana, recomendando prácticas integradas de bioseguridad y monitoreo continuo.

3399

Palabras clave: Bacterias. Avicultura. Sanidad.

INTRODUÇÃO

A adoção de medidas profiláticas de desinfecção tem se tornado cada vez mais relevante na criação de animais, especialmente com o objetivo de evitar o uso de antibióticos e reduzir a

dependência de tratamentos medicamentosos em animais destinados à produção de alimentos. Os avanços nas áreas de nutrição, melhoramento genético, manejo e utilização de aditivos têm sido determinantes para o aumento da eficiência e da qualidade na produção avícola, permitindo que a atividade atenda às crescentes demandas do mercado consumidor (Sevegnani, 2023; Piccolo *et al.*, 2024).

A crescente preocupação com a resistência aos antimicrobianos, um dos principais desafios sanitários da atualidade, coincide com as críticas à avicultura brasileira devido aos seus impactos ambientais, especialmente no modelo intensivo de produção (Piccolo *et al.*, 2024). Um estudo de Van Boeckel *et al.* (2019) identificou um aumento significativo da resistência microbiana em animais de produção, com destaque para países de baixa renda, como o Brasil. Entre os patógenos mais relevantes na cadeia avícola, destacam-se as enterobactérias. Entre 2000 e 2018, a proporção de antimicrobianos com resistência superior a 50% dobrou em frangos, colocando o Brasil entre os países com maior surgimento de novos focos de resistência microbiana.

Além disso, o setor enfrenta o desafio de adaptar seus sistemas produtivos às exigências contemporâneas de bem-estar animal. Embora tais práticas promovam melhorias nas condições de criação, também favorecem maior exposição das aves a microrganismos ambientais. Diante desse cenário, torna-se imperativo garantir a sanidade dos animais e a inocuidade dos alimentos. Alcançar esse equilíbrio, contudo, demanda estratégias tecnológicas, sanitárias e sustentáveis (Bosseur *et al.* 2004; Baracho; Tolon, 2024).

No entanto, alcançar uma desinfecção eficaz em instalações pecuárias continua sendo um grande desafio. A presença de superfícies irregulares, altos níveis de matéria orgânica, temperaturas desfavoráveis e outros fatores impõe sérias limitações ao processo. Dessa forma, somente a associação entre limpeza prévia e desinfecção adequada pode proporcionar uma redução significativa na carga microbiana dessas superfícies. Ainda assim, é importante reconhecer que, em certos cenários, mesmo seguindo rigorosamente os protocolos técnicos e científicos mais avançados, os resultados podem não ser plenamente satisfatórios (Bosseur *et al.* 2004; Mores, 2010).

Nesse contexto, a termonebulização surge como uma estratégia promissora. Trata-se de uma técnica de desinfecção que utiliza equipamentos especializados para transformar desinfetantes líquidos em uma névoa composta por partículas ultrafinas. Essa névoa se dispersa de forma homogênea por todo o ambiente, alcançando locais de difícil acesso, incluindo frestas e rachaduras que são difíceis de alcançar com a descontaminação de superfícies convencional.

Após a aplicação, a névoa de desinfetante permanece no ar, depositando-se sobre as superfícies até ser dissipada. A técnica tem se mostrado particularmente eficaz em instalações de produção animal, que costumam apresentar muitos obstáculos físicos e elevada carga bacteriana (Paschoalin, 2023).

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia da termonebulização com quaternário de amônio na redução da carga microbiana em aviários comerciais durante o período de vazio sanitário.

MÉTODOS

Os testes foram realizados em quatro produtores diferentes, com um total de nove aviários, durante o período de vazio sanitário, após a conclusão de todos os procedimentos de limpeza exigidos por cada empresa. Antes da chegada dos pintinhos para um novo alojamento, os aviários foram devidamente preparados, com a montagem das pinteiras, dos comedouros e dos bebedouros.

Antes da aplicação da termonebulização, foram realizadas coletas de suabes para análise microbiológica preliminar, com o objetivo de avaliar os indicadores sanitários dos aviários e registrar informações para comparações futuras. A coleta foi feita utilizando a técnica de suabe de arrasto na cama, conforme orienta a Instrução normativa nº 20/2016, da Secretaria de Defesa Agropecuária. Para a análise de paredes e teto, foram realizadas coletas por meio de suabes de superfície. As amostras foram enviadas para análise em laboratório vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para realização de contagem de enterobactérias, conforme a ISO 21528-2/2017.

Na propriedade, o técnico passou pela barreira sanitária, enquanto o veículo atravessou o arco sanitário de desinfecção, sendo estacionado de ré a uma distância máxima de 2,5 metros da entrada do barracão. O técnico utilizou todos os equipamentos de proteção individual (EPI), incluindo jaleco descartável, luvas de nitrila ou látex, máscara respiratória com filtro (PFF₂ ou PFF₃), óculos de proteção, capuz ou touca descartável e propés.

Com base nos desafios sanitários identificados, foi definida a estratégia de tratamento utilizando o desinfetante veterinário ECOTREX, um quaternário de amônio de 4º geração, registrado no MAPA sob o número RS 000024-8.000001. Seguindo as recomendações do fabricante, foi utilizada uma diluição de 1:1000. O tempo de aplicação da termonebulização foi estipulado em 20 minutos, garantindo que a névoa alcançasse todo o interior do barracão.

A termonebulizadora foi posicionada dentro do aviário, com os exaustores desligados e as janelas e cortinas completamente fechadas. O volume do desinfetante foi verificado, e o equipamento foi ligado para pré-aquecimento. Com o sistema pronto, iniciou-se a aplicação, respeitando o tempo de exposição de 20 minutos. O aviário permaneceu fechado até a névoa se dissipar.

A aplicação foi realizada com uma termonebulizadora modificada, capaz de atingir 380°C, temperatura ideal para evitar a degradação das substâncias ativas do desinfetante. Isso permite uma dispersão eficiente, atingindo áreas de difícil acesso e potencializando a eficácia do processo (Vidal, 2016).

Após a desinfecção, os EPI's utilizados foram descartados em local apropriado dentro do veículo. Em seguida, foi realizada uma nova coleta de suabes de arrasto nas camas, nas paredes, e no teto, com objetivo de realizar uma segunda análise microbiológica, possibilitando a comparação dos dados antes e depois da aplicação.

Para avaliar o efeito da termonebulização sobre a carga bacteriana de enterobactérias em três superfícies de aviários (cama, parede e teto), foram utilizados modelos de regressão linear simples. A variável resposta (eixo y) foi a contagem de enterobactérias em escala algorítmica (log₁₀), enquanto a variável preditora (eixo X) foi o período de aplicação da termonebulização (antes e depois da aplicação). 3402

Os modelos foram ajustados para as seguintes variáveis respostas:

Modelo 1: contagem de enterobactérias na cama de aviário;

Modelo 2: contagem de enterobactérias na parede de aviário;

Modelo 3: contagem de enterobactérias no teto do aviário;

A diferença estatística entre os dois momentos (antes e depois) foi testada por meio de análise de variância (ANOVA). Também foi verificada a adequação dos modelos com testes de dispersão, a fim de avaliar se os resíduos estavam distribuídos de forma aceitável.

As médias estimadas, juntamente com seus respectivos intervalos de confiança (IC95%), foram obtidos e representados em gráficos de barras com linhas de erro, além de inclusão dos valores individuais observados.

Adicionalmente, foi estimada a eficácia da aplicação por meio da redução relativa na carga bacteriana, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Eficácia} = 1 - (\text{Depois} / \text{Antes}).$$

Com base nessa fórmula, foi construída uma curva que indica, para cada valor de eficácia (de 0% a 100%), a proporção de amostras que superaram esse valor. A área sob a curva (AUC – *Area Under the Curve*) foi utilizada como uma medida geral de eficácia da intervenção.

Em todos os casos, foi adotado um nível de significância de 5%. As análises foram realizadas no software estatístico R (versão 4.2.3), com auxílio dos pacotes DHARMA, dplyr e ggplot2 para a organização e visualização dos dados.

Em alguns casos foi necessário remover valores extremos (*outliers*) para garantir um ajuste mais confiável dos modelos. Por exemplo, uma amostra foi excluída da análise da cama, e duas da parede.

Apesar de haver medidas repetidas no tempo e de unidades amostrais (aviários) estarem agrupados por proprietário – ou seja, alguns aviários localizarem-se dentro da mesma propriedade, com condições ambientais e de manejo potencialmente mais semelhantes entre si do que em relação aos demais –, caracterizando uma estrutura hierárquica (aninhamento) nos dados, optou-se por não utilizar modelos lineares mistos. Essa decisão se deve ao baixo número de réplicas por grupo (proprietário), o que limita a capacidade desses modelos de estimar adequadamente a variância associada ao efeito aleatório.

3403

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha dos compostos de amônio quaternário como base para a sanitização dos aviários fundamenta-se em seu amplo espectro de ação e em suas propriedades físico-químicas favoráveis. Esses compostos tensoativos catiônicos promovem desorganização da membrana citoplasmática bacteriana por meio de interações eletrostáticas com proteínas, levando ao vazamento do conteúdo celular e à morte microbiana (Aryan; Muriana, 2019). Além disso, sua estabilidade e baixa toxicidade os tornam ideais para uso frequente em ambientes de produção animal onde a segurança e o impacto ambiental são prioridades.

Os resultados apresentados indicam que a termonebulização com quaternário de amônio de 4° geração promoveu reduções expressivas e estatisticamente significativas na carga de enterobactérias, sobretudo nas superfícies de cama e parede de aviários (Tabela 1 e Figura 1). Na cama, principal reservatório de matéria orgânica e microrganismos, a redução média foi da ordem de 90% em escala logarítmica (de 3,25 para 0,34 log₁₀ UFC), evidenciando a capacidade da névoa ultrafina de penetrar entre os resíduos e agir eficientemente.

Tabela 1. Resultado da ANOVA para os modelos com a contagem de enterobactérias (log) nas três superfícies avaliadas, em relação ao tempo de aplicação da termonebulização minimamente invasiva.

Superfície	Número de enterobactérias				F	P-valor
	Antes da Aplicação	Depois da Aplicação	Média	IC 95% (Inferior-superior)		
Cama	3,25	0,34	2,76-3,76	0-0,84	103,69	<0,0001
Parede	0,60	0,075	0,33-0,86	0-0,34	11,76	0,001
Teto	0,25	0	0-0,51	0-0,26	2,04	0,162

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na superfície da cama, observou-se redução expressiva e estatisticamente significativa na carga bacteriana. A média logarítmica do número de enterobactérias caiu de 3,25 (IC 95%: 2,76 – 3,73) para 0,34 (IC 95%: 0 – 0,84) após a intervenção ($F = 103,69$; $p < 0,001$), correspondendo a uma redução média de 90%.

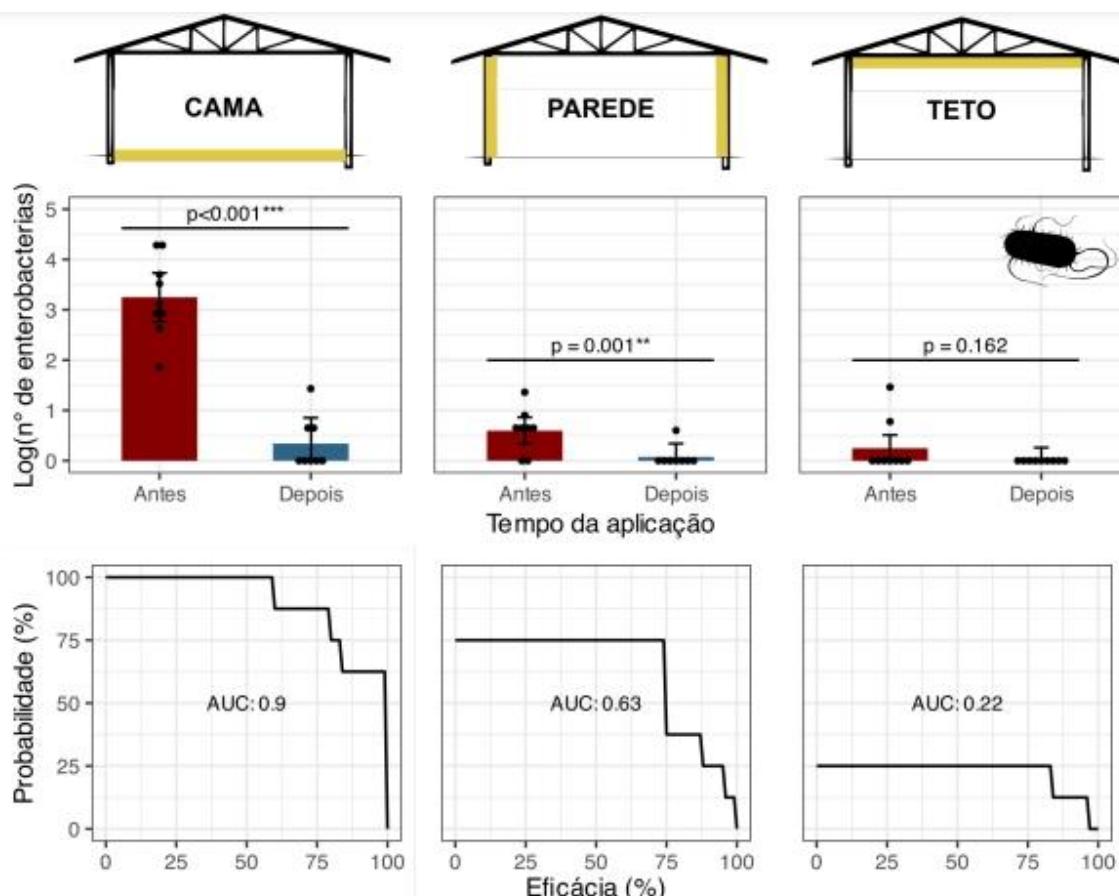
Na parede, a redução também foi significativa, embora de menor magnitude, com a média logarítmica diminuindo de 0,60 (IC 95%: 0,33-0,86) para 0,075 (IC 95%: 0-0,34), com diferença estatisticamente significativa ($F = 11,76$; $p = 0,001$). Esse resultado sugere que fatores como a textura da superfície, umidade residual ou acúmulo prévio de sujeira podem interferir na penetração e ação do desinfetante. A menor concentração inicial de enterobactérias na parede também pode ter influenciado essa diferença.

Já no teto, não se observou diferença estatisticamente significativa com média logarítmica de 0,25 (IC 95%: 0-0,51) antes e 0 (IC 95%: 0-0,26) depois da aplicação, sem evidência de efeito ($F = 2,04$; $p = 0,162$). Esse resultado pode estar associado a uma carga microbiana inicial já baixa, à natureza menos favorável à fixação bacteriana, ou a possível dispersão menos eficiente da névoa em superfícies elevadas e expostas a fluxo de ar. Tal achado aponta para a

3404

necessidade de avaliação específica das condições ambientais locais, bem como de possíveis ajustes no protocolo de aplicação, a fim de garantir cobertura ideal.

Figura 1. Efeito da aplicação da termonebulização na redução de enterobactérias em diferentes superfícies de instalações avícolas: cama (esquerda), parede (centro) e teto (direita). A linha



central mostra o efeito da aplicação sobre número de enterobactérias (\log_{10}) antes e depois da aplicação. A parte inferior exibe curvas de probabilidade da eficácia do sanitizante (% de redução), com os respectivos valores da área sob a curva (AUC).

Fonte: Elaborado pelos autores baseado na análise estatística ANOVA.

A análise de eficácia por meio da área sob a curva (AUC) reforça essas interpretações: a cama apresentou alta eficácia ($AUC = 0,90$), a parede, eficácia intermediária ($AUC = 0,63$) e o teto, baixa eficácia ($AUC = 0,22$). Esses dados indicam que o sucesso da termonebulização depende não apenas do produto e do equipamento, mas também da superfície-alvo e do contexto operacional.

Vale ressaltar que o sucesso da desinfecção depende de um protocolo integrado, que inclua uma limpeza prévia rigorosa, uma vez que a presença de matéria orgânica pode inativar biocidas e favorecer a formação de biofilmes, os quais protegem microrganismos (Donaghy et al., 2019; Maillard; Centeleghe, 2023). A falha nessa etapa pode justificar os casos pontuais em

que foram observados aumentos ou reduções parciais na carga bacteriana após intervenção. Dessa forma, a desinfecção isolada não substitui a higienização mecânica, mas a complementa.

Estudos anteriores corroboram os resultados obtidos. Paschoalin (2023) e Mores (2010) destacam a eficácia da termonebulização na desinfecção de ambientes com obstáculos físicos e alta carga microbiana, ressaltando sua superioridade em relação a métodos convencionais de pulverização. No entanto, o monitoramento contínuo e a validação das técnicas em condições reais de campo são fundamentais para ajustes finos e garantia da eficácia.

A recomendação para o manejo da cama na granja é que esta seja sempre renovada antes da chegada dos pintinhos de um dia, visto que eles provêm de um ambiente praticamente estéril e necessitam de contato controlado com microrganismos. Contudo atualmente recomenda-se a reutilização da cama por até seis lotes com o intuito de reduzir custos e minimizar a geração de resíduos. Apenas o Brasil e os Estados Unidos da América geram juntos mais de 26 milhões de toneladas de cama de frango, todos os anos. Além disso, a cama de aves pode conter quantidades relevantes de resíduos de antimicrobianos, já que é comumente utilizada para fertilizar solos agrícolas e complementar a alimentação animal, em função de sua composição química e valor nutricional. Nesse contexto, a termonebulização apresenta-se como uma estratégia eficaz para reduzir a carga bacteriana – essencial para a saúde dos pintinhos –, além de contribuir para a diminuição dos resíduos de antimicrobianos presentes na cama (Ávila *et al.*, 2007; Cotta, 2017; Van Boeckel *et al.*, 2019; Yévenes *et al.*, 2019; Piccolo *et al.*, 2024).

Por outro lado, conforme alertam Kampf (2018, 2019) e Donaghy *et al.*, (2019), o uso contínuo e repetido de biocidas, incluindo quaternário de amônio, pode levar a resistência cruzada em bactérias, especialmente em Gram-negativas, que dispõem de mecanismos adaptativos para reduzir a permeabilidade celular e aumentar a expressão de bombas de efluxo. Tal cenário reforça a importância de práticas sustentáveis de manejo sanitário, como a alternância entre diferentes princípios ativos, o monitoramento microbiológico constante e os investimentos em programas integrados de biossegurança.

Adicionalmente, apesar de sua consistência, o presente estudo apresenta limitações. O baixo número de réplicas por propriedade e a não utilização de modelos lineares mistos limitam a generalização dos resultados para diferentes contextos ambientais e operacionais. Recomenda-se, portanto, que estudos futuros contem com amostragem ampliada, avaliações em longo prazo e análise da resistência microbiana, a fim de consolidar as evidências.

Em síntese, a termonebulização com quaternário de amônio de quarta geração demonstrou ser uma ferramenta eficaz e promissora para a redução rápida e significativa da

carga de enterobactérias em aviários comerciais durante o vazio sanitário. Sua adoção, quando associada a protocolos rigorosos de limpeza e monitoramento, pode contribuir para a mitigação de riscos sanitários, a redução do uso de antimicrobianos e o aprimoramento da biossegurança na avicultura intensiva.

CONCLUSÕES

A termonebulização utilizando quaternário de amônio de quarta geração configura-se como uma estratégia eficaz para a redução significativa da carga de enterobactérias em aviários comerciais, especialmente em superfícies críticas como a cama e as paredes. A capacidade da névoa ultrafina de atingir áreas de difícil acesso evidencia o potencial dessa técnica como complemento essencial às práticas de limpeza e higienização tradicionais. Além disso, a utilização contínua de biocidas deve ser cuidadosamente manejada para minimizar o risco de desenvolvimento de resistência microbiana, o que reforça a importância de práticas integradas de biossegurança e monitoramento constante. Em suma, a termonebulização representa uma ferramenta promissora para a melhoria da sanidade ambiental na avicultura intensiva, contribuindo para a redução do uso de antimicrobianos e para a sustentabilidade da produção animal.

3407

REFERENCIAS

ARYAL, M.; MURIANA, P. M. Efficacy of commercial sanitizers used in food processing facilities for inactivation of *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, and *Salmonella* biofilms. *Foods*, v. 8, n. 12, art. 639, 4 dez. 2019. DOI: 10.3390/foods8120639.

AVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, É. A. P.; BRUM, P. A. R.; OLIVEIRA, U. **Valor agronômico da cama de frangos após reutilização por vários lotes consecutivos – Comunicado Técnico 466**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/435868/1/CUsersPiazzonDocuments466.pdf>. Acesso em: 18 de jun de 2025.

BARACHO, M. S.; TOLON, Y. B. Análise de imagens para avaliação do bem-estar animal. *Agrarian Academy, Centro Científico Conhecer*, v. 9, n. 17, p. 1, 2022. DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2022A1.

COTTA, T. *Frangos de corte: criação, abate e comercialização*. 2. ed. Viçosa – MG: Aprenda Fácil, 2017.

DONAGHY, J. A. et al. Relationship of sanitizers, disinfectants, and cleaning agents with antimicrobial resistance. *Journal of Food Protection*, v. 82, n. 5, p. 889–902, maio 2019. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-18-373.

KAMPF, G. Biocidal agents used for disinfection can enhance antibiotic resistance in Gram-negative species. *Antibiotics*, v. 7, art. 110, 2018. DOI: [10.3390/antibiotics7040110](https://doi.org/10.3390/antibiotics7040110).

KAMPF, G. Antibiotic resistance can be enhanced in Gram-positive species by some biocidal agents used for disinfection. *Antibiotics*, v. 8, art. 13, 2019. DOI: [10.3390/antibiotics8010013](https://doi.org/10.3390/antibiotics8010013).

MAILLARD, J. Y.; CENTELEGHE, I. How biofilm changes our understanding of cleaning and disinfection. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, v. 12, art. 95, 2023. DOI: [10.1186/s13756-023-01290-4](https://doi.org/10.1186/s13756-023-01290-4).

MORES, T. J. **Efeito da termonebulização com desinfetantes no desempenho zootécnico e sanitário em suínos na fase de terminação.** 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Porto Alegre, 2010.

PASCHOALIN, G. C. **Termonebulização de desinfetantes: uma abordagem eficaz para a desinfecção ambiental.** Disponível em: https://www.3tres3.com.br/guia333/em-presas/lanxess_3/posts/11387. Acesso em: 18 de jun de 2025.

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).

SEVEGNANI, K. B. **Tecnologia e Inovação na Agricultura: aplicação, produtividade e sustentabilidade em pesquisa** - In book: Tecnologia e Inovação na Agricultura: aplicação, produtividade e sustentabilidade em pesquisa (pp.258- 271) ISBN 978-65-5360-317-2- v. 1, 2023 - Editora Científica Digital. DOI:[10.37885/221010479](https://doi.org/10.37885/221010479) 3408

VAN BOECKEL, T. P. et al. Global trends in antimicrobial resistance in animals in low- and middle-income countries. *Science*, v. 365, n. 6459, p. 1944, 2019.

VIDAL, M. L. **Avaliação de propriedades de compósitos experimentais contendo diferentes agentes antibacterianos à base de quaternário de amônia.** 2016. 43 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/10980/Disserta%C3%A3oMarina%20Lermenn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 de jun de 2025.