

Concórdia, SC / Agosto, 2024

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



## Cama de frangos reutilizada: geração de amônia durante intervenções no intervalo entre lotes

Clarissa Silveira Luiz Vaz<sup>(1)</sup>, Daiane Voss-Rech<sup>(2)</sup>, Arlei Coldebella<sup>(3)</sup> e Airton Kunz<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Médica veterinária, doutora em Ciências Veterinárias, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. <sup>(2)</sup> Bióloga, mestre em Medicina Veterinária, analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. <sup>(3)</sup> Médico Veterinário, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. <sup>(4)</sup> Químico industrial, doutor em Química, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

**Resumo** – Esse estudo avaliou a dinâmica do nitrogênio amoniacal e da amônia livre em cama de frangos reutilizada em função de tratamentos usados no intervalo entre lotes. Cama distribuída em boxes experimentais foi submetida aos tratamentos: (T1) cobertura plana com lona, (T2) adição de cal no 12º dia, (T3) cobertura com lona seguida da adição de cal no 12º dia e (T4) controle durante 14 dias. Amostras da cama de cada grupo foram colhidas aos 0, 6, 12 e 14 dias. Foi determinada a concentração do nitrogênio amoniacal total (NAT), e a amônia livre (AL) foi estimada usando dados de temperatura e pH medidos na cama. Os níveis de NAT aumentaram significativamente nas camas submetidas ao T1 e T3 aos 6 e 12 dias em relação à medição inicial, diferindo da cama do T2 e T4. Aos 14 dias, o T3 apresentou concentração de NAT semelhante ao dia 0 e significativamente menor que o T1, demonstrando que a adição de cal contribuiu para a conversão do NAT em AL. No dia 6, o T1 e T3 apresentaram valores médios de AL semelhantes entre si e significativamente maiores que os demais grupos. A adição de cal aos 12 dias no T2 e T3 elevou as médias de AL em relação ao 6º dia de tratamento, mas que sofreram redução até os 14 dias. Contudo, a concentração média de AL no T3 ainda permaneceu superior em relação aos outros grupos aos 14 dias, sugerindo que a adição da cal após a cobertura com lona pode demandar mais tempo de ventilação do aviário para reduzir esse nível aos valores encontrados nos demais tratamentos.

**Termos para indexação:** manejo de cama, amônia, condicionante de cama, produção de frangos.

## Reused broiler litter: ammonia production over the course of interventions at downtime between flocks

**Abstract** – We evaluated the dynamics of total ammoniacal nitrogen (TAN) and free ammonia (FA) in reused broiler litter according to the treatments used in the downtime between flocks. Litter distributed in pens was subjected to (T1) shallow fermentation, (T2) addition of quicklime on the 12<sup>th</sup> day, (T3) shallow fermentation followed by the addition of quicklime on the 12<sup>th</sup> day, and control (T4) for 14 days. Litter samples from each group were collected at 0, 6, 12 and 14 days. The concentration of TAN and FA was determined, the latter estimated using temperature and pH data measured in the litter.

**Embrapa Suínos e Aves**  
Rodovia BR 153 - KM 110  
Caixa Postal 321  
89.715-899, Concórdia, SC  
Fone: (49) 3441 0400  
Fax: (49) 3441 0497  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Franco Muller Martins

Secretária-executiva

Tânia Maria Biavatti Celant

Membros

Clarissa Silveira Luiz Vaz

Cátia Silene Klein

Gerson Neudi Scheuermann

Jane de Oliveira Peixoto

Joel Antonio Boff

Revisão de texto

Jean Carlos Porto Vilas Boas

Souza

Normalização bibliográfica

Claudia Antunez Arrieche (CRB-14/880)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Vivian Fracasso

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

TAN increased significantly in the litter subjected to T1 and T3 at 6 and 12 days compared with the initial measurement, differing from T2 and T4. On 14 days, T3 showed TAN concentration similar to day 0 and significantly lower than T1, revealing that quicklime contributed to the conversion of TAN into FA. On day 6, T1 and T3 showed FA average levels similar to each other and significantly higher than the other groups. The addition of quicklime at 12 days in T2 and T3 resulted in higher FA average levels compared with the 6<sup>th</sup> day of treatment, whereas the reduction was recorded until 14 days. However, the average concentration of FA in T3 at 14<sup>th</sup> day remained higher in relation to the other groups, suggesting that the addition of quicklime in T3 requires longer ventilation time in the broiler house to achieve levels similar to the other evaluated treatments.

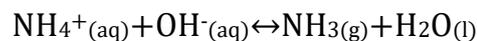
**Index terms:** litter management, ammonia, litter amendment, broiler production.

## Introdução

O reaproveitamento da cama de frangos de corte é uma prática de manejo bem estabelecida em granjas comerciais no Brasil e em alguns outros países produtores, como os Estados Unidos. Essa prática é recomendada na inexistência de problemas sanitários nos lotes e ausência de micro-organismos aviários específicos, regularmente monitorados durante os ciclos de produção (Brasil, 2007; Brasil, 2016). A reutilização requer procedimentos aplicados no intervalo entre lotes que objetivam mitigar riscos microbiológicos (redução de micro-organismos residuais) e melhorar a qualidade geral da cama, promovendo condições favoráveis para o próximo alojamento (Vaz *et al.*, 2024).

Um dos fatores a gerenciar durante o manejo da cama de frangos para reaproveitamento entre lotes é a produção de amônia (NH<sub>3</sub>). A amônia é uma molécula produzida a partir da decomposição de substratos ricos em nitrogênio pela ação de micro-organismos, em um processo chamado de amonificação (Kunz *et al.*, 2022). O ácido úrico eliminado nas excretas, proteínas não absorvidas, aminoácidos e nitrogênio não proteico são fontes primárias de nitrogênio, presentes em grande quantidade na cama de frangos e que são rapidamente hidrolisadas, resultando na formação de amônia. A amônia em cama de frangos existe em equilíbrio sob as formas de amônia não ionizada (NH<sub>3</sub>) e íon amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), cuja soma de ambas as espécies compreende o nitrogênio amoniacal total (Ashworth *et al.*,

2020; Cockerill *et al.*, 2020). A volatilização da amônia deriva desse equilíbrio com íon amônio, expresso como:



A magnitude dessa volatilização sofre interferência de múltiplos fatores que são críticos no manejo da cama de frangos, como é o caso do teor de umidade, temperatura e pH. Por meio de uma equação preditiva, Miles *et al.* (2011) relataram a volatilização máxima de amônia em camas de frango com umidade entre 37,4% e 51,1%, porém depende da temperatura. O máximo de volatilização de amônia foi sete vezes maior a 40,6 °C do que a 18,3 °C. Por sua vez, camas alcalinizadas liberam amônia mais facilmente, já que é a forma predominante frente a níveis de pH acima de 9 (Cockerill *et al.*, 2020). A concentração de amônia dentro do aviário é afetada pela quantidade que é volatilizada da cama de frangos, mas também pela capacidade do sistema de ventilação em permitir a entrada e renovação do ar (diluindo os gases) e a exaustão da amônia (Pepper; Dunlop, 2021).

Possivelmente, mais de 60% das emissões atmosféricas totais de amônia na América do Norte são derivadas da atividade pecuária e resíduos da avicultura, sendo por isso um dos principais poluentes ambientais derivados da produção animal (Bist *et al.*, 2023). A amônia não tem efeito direto no aquecimento global. Contudo, pode ser oxidada na atmosfera para N<sub>2</sub>O, que é um gás de efeito estufa (Vieira, 2017). Sob o ponto de vista da saúde e bem-estar dos frangos e de trabalhadores, a amônia é um gás de odor pungente, que pode ser tóxico conforme a concentração, causando danos ao epitélio ocular, pele, mucosas e trato respiratório. Considerando a qualidade do ar nos aviários, concentração de amônia na faixa de 10 ppm já é capaz de desencadear alterações superficiais nos pulmões dos frangos, com incremento de problemas respiratórios a partir de 20 ppm. Níveis de 25 ppm no interior dos aviários são relacionados à redução da taxa de crescimento e aumento da conversão alimentar das aves, favorecendo a ocorrência de aerosaculite (Pepper; Dunlop, 2021; Bist *et al.*, 2023). Por outro lado, a menor volatilização da amônia melhora os parâmetros de ambiência no aviário e aumenta a retenção de nitrogênio na cama de frangos, incrementando seu valor para uso agrônomico ao término dos ciclos de produção (Cockerill *et al.*, 2020; Correa *et al.*, 2021). Sendo assim, o tipo de tratamento a ser aplicado na cama de frangos no período de vazio sanitário, antes do reúso entre lotes, deve

considerar as características físico-químicas e biológicas que se deseja modular.

Aqui, descrevemos um estudo conduzido em ambiente controlado, possibilitando replicar condições semelhantes entre grupos experimentais, com objetivo de avaliar a dinâmica do nitrogênio amoniacal e da amônia livre em função de intervenções usadas para tratamento da cama de frangos no intervalo entre lotes. O efeito dessas intervenções na geração de amônia auxilia na escolha da estratégia de tratamento da cama reutilizada para melhoria das condições ao lote subsequente de frangos. O trabalho apoia o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, contribuindo para a meta 2.4 no tocante a práticas agrícolas resilientes do ODS 2 (Fome zero e agricultura sustentável).

## Material e métodos

### Grupos experimentais

Cama de maravalha reutilizada por seis lotes comerciais de frangos de corte, sem histórico de problemas sanitários, procedente de um aviário do tipo convencional localizado na região Oeste de Santa Catarina, foi transportada às instalações experimentais da Embrapa Suínos e Aves logo após a retirada das aves para abate. A cama foi distribuída na espessura de 10 cm em quatro salas experimentais, cada uma contendo quatro boxes (2 m<sup>2</sup>), com piso e divisórias de concreto, e com ventilação natural por meio de uma janela protegida por tela. Frangos livres de patógenos específicos (SPF) com 10 dias de idade foram alojados sobre a cama em cada box experimental, na densidade de 10 aves/m<sup>2</sup>, e retirados após sete dias (procedimentos aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal, protocolo 03/2015). A seguir, a cama foi submetida a

quatro intervenções específicas por 14 dias (Tabela 1). Um grupo controle (sem intervenção) compreendeu a cama nas mesmas condições, mantida em repouso por todo o período do estudo. Cada intervenção foi executada em sala experimental individual, com quatro repetições.

### Amostragem e parâmetros analisados na cama de frangos

Todos os grupos experimentais foram amostrados por meio de um pool da cama de cada box, formado por subamostras colhidas em cinco pontos equidistantes aos 0, 6, 12 e 14 dias das intervenções. Nos grupos que envolveram o uso de lona, a cama foi amostrada por meio de sacos de poliéster permeáveis contendo as subamostras, inseridos no início do procedimento e removidos por tracionamento, sem retirada da lona (Figura 1). A temperatura foi medida durante todo o período dos tratamentos, a cada duas horas, por meio de *data logger* (iButton DS1923, Maxim Integrated, precisão de ±0,5 °C de -10 °C a +65 °C), inserido no centro da cama em cada box no início das intervenções. A temperatura diária foi estabelecida pela média das doze aferições a cada 24 horas. O pH foi determinado com medidor digital (HI 98140, Hanna Instruments) pela diluição 1:10 das subamostras em água ultrapura, homogeneizadas por 30 minutos. A concentração de nitrogênio amoniacal total na cama (NAT, expressa como N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, mg/kg) foi determinada usando o método de destilação de amônia (American Public Health Association, 2012). Por sua vez, a concentração de amônia livre (AL, NH<sub>3</sub>, mg/L) foi calculada segundo a equação citada por Prá *et al.* (2012), que considerou os valores de NAT, temperatura e pH de cada subamostra de cama:

$$AL(\text{NH}_3, \text{mg/L}) = \frac{17}{14} \times \frac{[\text{amônia total como N}] \times 10^{\text{pH}}}{e^{-[6344/(273+T(^{\circ}\text{C}))]} \times 10^{\text{pH}}}$$

**Tabela 1.** Intervenções avaliadas na cama de frangos.

Tratamento (T)	Descrição
T1 - Cobertura plana com lona	A cama foi acrescida de água (1,5 L/m <sup>2</sup> ) e coberta com lona plástica impermeável preta de 200 µm, de forma a envolver toda a superfície e bordas. A lona foi retirada após 12 dias e a cama foi mantida em repouso até o 14° dia.
T2 - Adição de cal	A cama permaneceu inerte até o 12° dia, quando foi acrescida de cal virgem (CaO, 600 g/m <sup>2</sup> , manualmente homogeneizada) e mantida em repouso até o 14° dia
T3 - Cobertura plana com lona, seguida de adição de cal	A cama foi acrescida de água (1,5 L/m <sup>2</sup> ) e coberta com lona plástica impermeável preta de 200 µm, de forma a envolver toda a superfície e bordas. A lona foi retirada após 12 dias, e a cama foi acrescida de cal virgem (CaO, 600 g/m <sup>2</sup> , manualmente homogeneizada), sendo mantida em repouso até o 14° dia.
T4 - Controle	A cama foi mantida inerte durante os 14 dias de avaliação.



**Figura 1.** Montagem das subamostras de cama de frangos acondicionadas em sacos de poliéster (A) antes da colocação da lona (B).

### Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados por meio da teoria de modelos mistos para medidas repetidas, considerando os efeitos de tratamento, dias de tratamento e a interação desses fatores, e 15 tipos de estruturas de matriz de variâncias e covariâncias, usando o PROC MIXED do SAS v. 9.4 (SAS Institute, EUA), conforme Xavier (2000). A estrutura usada na análise foi escolhida com base no menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC). O método de estimação usado foi o de máxima verossimilhança restrita. O desdobramento do efeito das intervenções foi realizado por meio do teste t protegido, sempre que o teste F detectou efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) de tratamento.

### Resultados e discussão

Existe uma variedade de intervenções que podem ser usadas para melhoria dos parâmetros físico-químicos e/ou microbiológicos da cama de frangos reutilizada (Vaz *et al.*, 2024). Alguns desses procedimentos podem ser aplicados durante o alojamento dos frangos (Cockerill *et al.*, 2020; Correa *et al.*, 2021). Todavia, as intervenções não eliminam a necessidade de manter o intervalo sanitário entre lotes, que é imprescindível para minimizar a pressão de infecção por micro-organismos patogênicos, resguardando a saúde avícola e o alcance de indicadores zootécnicos. A escolha do procedimento mais adequado em cada situação depende de características da cama e do aviário, das recomendações do profissional extensionista e da aprovação do método pelo Serviço Veterinário Oficial (no caso de enfermidades aviárias), mas também da capacidade do

operador em compreender o procedimento, dispor do material necessário e ser capaz de executá-lo. Os procedimentos aqui avaliados incluíram intervenções frequentemente usadas durante o intervalo entre lotes na produção de frangos de corte no Brasil, possíveis de serem reproduzidas em boxes experimentais.

A Tabela 2 apresenta os parâmetros registrados na cama de frangos ao longo do estudo. Os níveis de NAT aumentaram significativamente aos 6 e 12 dias nas intervenções que incluíram a cobertura da cama com lona (T1 e T3) em relação à medição inicial, diferindo do grupo que recebeu somente adição de cal (T2) e do grupo controle (T4) (Figura 2A). O aumento da umidade da cama pela adição de água e o microambiente formado sob a lona, com menor exposição ao oxigênio, pode ter favorecido a amonificação pelos micro-organismos que atuam nesse processo. Notadamente, a adição de cal após a remoção da lona no T3 resultou em nível de NAT aos 14 dias próximo à média do dia 0 e significativamente menor que o T1.

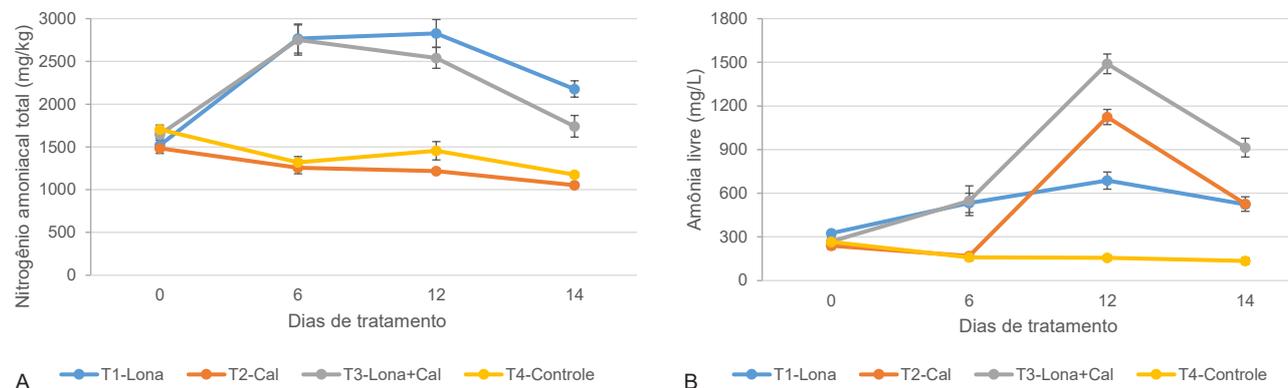
Ao considerar a AL estimada na cama de frangos analisada, se observa que, no dia 6, os tratamentos que tiveram cobertura com lona (T1 e T3) apresentaram valores médios semelhantes entre si e significativamente superiores aos demais, que até esse momento não haviam sofrido qualquer intervenção. Macklin *et al.* (2006) atribuíram a retenção de amônia à cobertura com lona plástica usada durante o tratamento da cama de frangos. Com exceção do controle, a média de AL aos 14 dias foi maior que ao dia 0 em todas as intervenções avaliadas (Tabela 2). Aos 12 dias, a adição de cal no T2 e T3 resultou em médias de AL superiores às medidas no

**Tabela 2.** Médias (erros-padrão) dos parâmetros medidos na cama de frangos ao longo dos tratamentos (T) avaliados.

Tempo (dias)	Lona (T1)	Cal (T2)	Lona + cal (T3)	Controle (T4)	Pr>F
<b>Temperatura (°C)</b>					
0	21,40 (±0,23) <sup>a</sup>	20,80 (±0,11) <sup>b</sup>	21,37 (±0,13) <sup>a</sup>	19,93 (±0,21) <sup>c</sup>	0,0002
6	19,38 (±0,37) <sup>a</sup>	17,07 (±0,20) <sup>b</sup>	19,47 (±0,33) <sup>a</sup>	15,46 (±0,62) <sup>c</sup>	<0,0001
12	18,17 (±0,26) <sup>a</sup>	17,03 (±0,22) <sup>b</sup>	18,67 (±0,28) <sup>a</sup>	15,55 (±0,42) <sup>c</sup>	<0,0001
14	19,09 (±0,22) <sup>a</sup>	18,98 (±0,26) <sup>a</sup>	19,48 (±0,18) <sup>a</sup>	17,48 (±0,31) <sup>b</sup>	0,0005
<b>pH</b>					
0	8,690 (±0,026)	8,558 (±0,046)	8,545 (±0,027)	8,563 (±0,060)	0,1901
6	8,693 (±0,095)	8,593 (±0,027)	8,695 (±0,057)	8,585 (±0,043)	0,2776
12	8,858 (±0,013) <sup>c</sup>	10,01 (±0,06) <sup>a</sup>	9,423 (±0,067) <sup>b</sup>	8,530 (±0,052) <sup>d</sup>	<0,0001
14	8,825 (±0,009) <sup>b</sup>	9,275 (±0,063) <sup>a</sup>	9,303 (±0,036) <sup>a</sup>	8,488 (±0,074) <sup>c</sup>	<0,0001
<b>Nitrogênio amoniacal total – NAT (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, mg/kg)<sup>1</sup></b>					
0	1520± 60 <sup>bcC</sup>	1483± 60 <sup>cA</sup>	1646± 47 <sup>abB</sup>	1705± 52 <sup>aA</sup>	0,0221
6	2767±170 <sup>aA</sup>	1256± 68 <sup>bB</sup>	2751±176 <sup>aA</sup>	1319± 68 <sup>bBC</sup>	<0,0001
12	2828±163 <sup>aA</sup>	1218± 25 <sup>bB</sup>	2541±122 <sup>aA</sup>	1455±106 <sup>bB</sup>	<0,0001
14	2178± 94 <sup>aB</sup>	1053± 25 <sup>cB</sup>	1742±127 <sup>bB</sup>	1175± 26 <sup>cC</sup>	<0,0001
<b>Amônia livre – AL (NH<sub>3</sub>, mg/L)<sup>1</sup></b>					
0	326 (±11) <sup>C</sup>	239 (±22) <sup>C</sup>	268 (±22) <sup>D</sup>	265 (±31) <sup>A</sup>	0,0673
6	533 (±66) <sup>aAB</sup>	168 (±5) <sup>bC</sup>	548 (±103) <sup>aC</sup>	160 (±21) <sup>bAB</sup>	<0,0001
12	687 (±60) <sup>cA</sup>	1124 (±52) <sup>bA</sup>	1490 (±67) <sup>aA</sup>	156 (±18) <sup>dAB</sup>	<0,0001
14	523 (±19) <sup>bB</sup>	526 (±50) <sup>bB</sup>	913 (±64) <sup>aB</sup>	134 (±21) <sup>cB</sup>	<0,0001

Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas linhas e por letras maiúsculas distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste t ( $p \leq 0,05$ )

<sup>(1)</sup> Equivalente a ppm



**Figura 2.** Média de nitrogênio amoniacal total (NAT, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (A) e amônia livre (AL, NH<sub>3</sub>) (B) ao longo do tempo de tratamento (dias) na cama de frangos submetida à cobertura plana com lona (T1), adição de cal (T2), cobertura plana com lona seguida da adição de cal (T3) e sem intervenção (controle, T4)

6° dia de tratamento e que também foram maiores que os demais grupos no 12° dia (Figura 2B). De fato, a cal é um agente que promove o deslocamento do equilíbrio químico de íon amônio para amônia (Kunz; Mukhtar, 2016; Ashworth *et al.*, 2020; Cockerill *et al.*, 2020), resultando na rápida volatilização. Aos 14 dias, a média de AL no T2 e no T3 sofreu redução de 598 e 577 ppm, respectivamente, em relação aos 12 dias (Tabela 2). Contudo, a concentração média de AL na cama do T3 ainda permaneceu superior aos outros grupos, sugerindo que a adição da cal após a cobertura com lona pode demandar de mais tempo de ventilação para atingir níveis semelhantes aos demais tratamentos. Segundo Rech *et al.* (2017), o T1 e o T3 não diferiram entre si na melhoria dos parâmetros microbiológicos na cama de frangos. Assim, a aplicação de cal após a cobertura com lona parece não trazer benefícios sob os aspectos avaliados.

Cabe considerar que a concentração de AL na cama não permite inferir a qualidade de ar. Nesse ponto, o manejo pré-alojamento no aviário é fundamental para acelerar a dissipação de gases, como, por exemplo, por meio do aumento do fluxo de ventilação. Nas situações em que se busca favorecer o equilíbrio  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  para inibir a volatilização da amônia, condicionantes acidificantes podem ser considerados. Por exemplo, na preparação para alojamento com a aplicação de acidificantes de cama dentro do pinteiro (Cockerill *et al.*, 2020), desde que o produto escolhido seja inócuo às aves, não interfira nos índices zootécnicos, e o custo de adoção seja viável.

Nesse estudo, pH e temperatura da cama de frangos foram medidos como fatores necessários para estimar a concentração de AL. Diferenças significativas de temperatura média foram observadas entre tratamentos em todos os dias de avaliação (Tabela 2). Contudo, a variação geral de temperatura não foi expressiva: as médias mínima e máxima registradas durante o estudo foram 15,46 °C e 21,40 °C, respectivamente, tendo menor influência nos níveis estimados de AL. Por outro lado, os valores de pH a partir do 12° dia, quando a cal foi adicionada à cama, elevaram a média de pH da decimal 8 para 9-10, o que tem influência direta na dinâmica do NAT, já que em pH acima de 9 a AL é predominante (Cockerill *et al.*, 2020).

Por fim, a avaliação global dos resultados apresentados precisa considerar as limitações do estudo realizado. Para minimizar as variabilidades a campo, foi utilizada cama de frangos proveniente de um único aviário, disposta em área experimental que procurou reproduzir as condições de campo de maneira controlada. Os níveis de amônia na cama, na fase aquosa, foram estimados a partir dos dados de NAT. A amônia gasosa, no ar ambiente, não foi mensurada. Os resultados e as interpretações se aplicam aos tratamentos de cama de frangos conforme executados nesse estudo. Porém, não existe um protocolo universal para cada procedimento e variações são frequentemente observadas na rotina das granjas avícolas, incluindo o tempo de intervalo sanitário entre lotes, que interfere diretamente no período de execução dessas intervenções. Camas de múltiplos lotes apresentam diferenças na microbiota, que podem interferir nos resultados observados, assim como variações ambientais de manejo e condições dos lotes (saúde avícola, tipo de aviário, número de lotes, controle de umidade, espessura e compactação da cama, substrato da cama, densidade de aves, manejo nutricional, etc.)

## Conclusões

A cobertura plana com lona resultou em maiores teores de NAT na cama de frangos. Os tratamentos que usaram apenas a cobertura com lona ou a aplicação de cal apresentaram níveis semelhantes e intermediários de AL ao final do tratamento. Já o tratamento combinado de adição de cal após a retirada da lona reduziu o nível de NAT na cama coberta e, conseqüentemente, alterou o teor de AL para níveis superiores aos demais. Paralelamente, a taxa de ventilação do aviário deverá ser trabalhada para dissipar a amônia volatilizada e manter a qualidade de ar dentro dos parâmetros de segurança e bem-estar animal e humano, sendo parte dos procedimentos de preparação do aviário para o alojamento do lote subseqüente.

## Agradecimentos

Ao Sistema Embrapa de Gestão (SEG), pelo financiamento do estudo (projeto 0313100900).

## Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Nitrogen (Ammonia) (APHA 4500- NH3). 2012.
- ASHWORTH, A. J.; CHASTAIN, J. P.; MOORE, P. A. Nutrient characteristics of poultry manure and litter. In: WALDRIP, H. M.; PAGLIARI, P. H.; HE, Z. **Animal manure: Production, characteristics, environmental concerns, and management**, ASA Special Publication 67 SV. Madison, WI: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, 2020. p. 63–87.
- BIST, R. B.; SUBEDI, S.; CHAI, L.; YANG, X. Ammonia emissions, impacts, and mitigation strategies for poultry production: A critical review. **Journal of Environmental Management**, v. 328, p. 116919, 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 56, de 4 de dezembro de 2007. Estabelece os procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 11, 6 dez. 2007. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1152449158>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 21 de outubro de 2016. Estabelece o controle e o monitoramento de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF), com objetivo de reduzir a prevalência desse agente e estabelecer um nível adequado de proteção ao consumidor, na forma desta Instrução Normativa e dos seus Anexos I a IV. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 205, p. 13-16, 25 out. 2016. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22061817/do1-2016-10-25-instrucao-normativa-n-20-de-21-de-outubro-de-2016-22061778-22061778](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22061817/do1-2016-10-25-instrucao-normativa-n-20-de-21-de-outubro-de-2016-22061778-22061778). Acesso em: 10 jul. 2024.
- COCKERILL, S. A.; GERBER, P. F.; WALKDEN-BROWN, S. W.; DUNLOP, M. W. Suitability of litter amendments for the Australian chicken meat industry. **Animal Production Science**, v. 60, p. 1469–1481, 2020.
- CORREA, J. C.; ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. de; GROHSKOPF, M. A. **Condicionadores de cama de aves de corte como estratégia para reduzir a emissão de amônia durante seis lotes consecutivos de produção**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2021, 13 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 581). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226925/1/final9532.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- KUNZ, A.; MUKHTAR, S. Hydrophobic membrane technology for ammonia extraction from wastewaters. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 2, p. 377-386, 2016.
- KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. do. **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. 2. ed. Concórdia: SBERA: Embrapa Suínos e Aves, 2022. 214 p.
- MACKLIN, K. S.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F.; NORTON, R. A. Effects of in-house composting of litter on bacterial levels. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 15, p. 531-537, 2006.
- MILES, D. M.; ROWE, D. E.; CATHCART, T. C. High litter moisture content suppresses litter ammonia volatilization. **Poultry Science**, v. 90, p. 1397–1405, 2011.
- PEPPER, C. M.; DUNLOP, M. W. Review of litter turning during a grow-out as a litter management practice to achieve dry and friable litter in poultry production. **Poultry Science**, v. 100, p.101071, 2021.
- PRÁ, M. C. de; KUNZ, A.; BORTOLI, M.; PERONDI, T.; CHINI, A. Simultaneous removal of TOC and TSS in swine wastewater using the partial nitrification process. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, Malden, v. 87, n. 12, p. 1641-1647, 2012.
- RECH, D. V.; TREVISOL, I. M.; BRENTANO, L.; SILVA, V. S.; REBELATTO, R.; JAENISCH, F. R. F.; OKINO, C. H.; MORES, M. A. Z.; COLDEBELLA, A.; BOTTON, S. de A; VAZ, C. S. L. Impact of treatments for recycled broiler litter on the viability and infectivity of microorganisms. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 203, p. 308-314, 2017.
- VAZ, C. S. L.; NICOLOSO, R. da S.; ASSAYAG JÚNIOR, M. S. Cama para frangos de corte. In: MENDES, A. A.; HUNKA, E.; GARCIA, R. G. **Produção de frangos de corte**. 3. ed. Campinas: FACTA, 2024. p. 177-202.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 163 p. il. color. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175460/1/2017LV04.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

XAVIER, L. H. 2000. **Modelos univariado e multivariado para análise de medidas repetidas e verificação da acurácia do modelo univariado por meio de simulação**. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo.



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA E  
PECUÁRIA