

INSTITUTO FEDERAL GOIANO CAMPUS CERES
BACHARELADO EM ZOOTECNIA
THIAGO LUCAS DA COSTA

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E EMISSÃO DE AMÔNIA DE CAMAS AVIÁRIAS
REUTILIZADAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS

CERES – GO

2025

THIAGO LUCAS DA COSTA

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E EMISSÃO DE AMÔNIA DE CAMAS AVIÁRIAS
REUTILIZADAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, sob orientação da Prof^a. Dra. Mônica Maria de Almeida Brainer.

CERES – GO

2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

C837q Costa, Thiago Lucas da
Qualidade físico-química e emissão de amônia de camas aviárias
reutilizadas submetidas a diferentes tratamentos / Thiago Lucas
da Costa. Ceres 2025.
28f. il.
Orientadora: Profª. Dra. Mônica Maria de Almeida Brainer.
Coorientador: Prof. Dr. Ronaildo Fabino Neto.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0320181 -
Bacharelado em Zootecnia - Ceres (Campus Ceres).
1. Cama de frango. 2. Condicionadores químicos. 3. Fermentação
anaeróbia. 4. Qualidade de cama. I. Título.



INSTITUTO FEDERAL
Goiano

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Thiago Lucas da Costa

Matrícula: 2020103201840133

Título do Trabalho: Qualidade físico-química e emissão de amônia de camas aviárias reutilizadas submetidas a diferentes tratamentos

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 17/06/2025

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
THIAGO LUCAS DA COSTA
Data: 15/06/2025 17:24:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local _____ Data Ceres, 15/06/2025.

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Documento assinado digitalmente
MONICA MARIA DE ALMEIDA BRAINER
Data: 15/06/2025 20:20:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

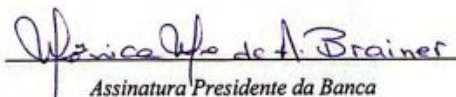
Assinatura do(a) orientador(a)

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

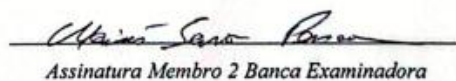
Ao(s) cinco dia(s) do mês de junho do ano de dois mil e vinte e cinco realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Thiago Lucas da Costa, do Curso de Bacharelado em Zootecnia, matrícula 2020103201840133 cujo título é "Qualidade física-química e emissão de amônia de camas aviárias reutilizadas submetidas a diferentes tratamentos". A defesa iniciou-se às 15 horas e 02 minutos, finalizando-se às 15 horas e 30 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 8,2 no trabalho escrito, média 9,6 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8,9 de pontos, estando o(a) estudante apto para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.


Assinatura Presidente da Banca


Assinatura Membro 1 Banca Examinadora


Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me guiado até aqui.

Aos meus pais, Valdivino Lucas da Costa e Valdirene Promuceno de Melo Costa por fazerem das tripas coração para me proporcionar essa oportunidade, a qual eles não tiveram.

À minha orientadora, Dra. Mônica Maria de Almeida Brainer, por sua sinceridade, por me guiar ao longo deste trabalho e pelos ensinamentos durante a graduação.

E a todas amigas que aqui fiz, aqueles que conseguiram chegar ao fim e aos que ficaram pelo caminho, obrigado por cada passo que deram juntos comigo nessa longa e gratificante caminhada.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes tratamentos em cama de aviário reutilizada na criação de frangos de corte sobre a qualidade físico-química e emissão de amônia nas camas utilizadas. Foram alojados 600 pintinhos de corte de ambos os sexos de um dia de idade da linhagem Cobb, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, cinco repetições e 20 aves por unidade experimental. Os tratamentos avaliados basearam-se em métodos biológicos e/ou químico (aplicação de Ca(OH)_2), sendo: cama nova (tratamento controle) e camas reutilizadas tratadas com fermentação anaeróbica plana, fermentação anaeróbica por leira, fermentação anaeróbica plana + tratamento químico, fermentação anaeróbica por leira + tratamento químico e tratamento químico. As variáveis analisadas foram os parâmetros físico-químicos (umidade, pH e temperatura) e a emissão de amônia da cama antes dos tratamentos fermentativos e/ou químico (cama sem tratamento), após os tratamentos e ao final do período de criação. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% com auxílio do programa estatístico R (R Core Team®). Houve efeito dos tratamentos sobre o pH da cama, em que as camas aviárias submetidas aos tratamentos fermentativos e/ou químico apresentaram pH mais elevado que a cama nova à base de maravalha. Enquanto que os tratamentos fermentação plana + cal e cama tratada com cal apresentaram níveis de amônia volatilizada semelhantes à cama nova. Não foi observada variação significativa para as variáveis umidade e temperatura entre os tratamentos.

Palavras-chave: Cama de frango; Condicionadores químicos; Fermentação anaeróbia; Qualidade de cama.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the efficiency of different treatments in reused poultry litter for broiler farming on the physicochemical quality and ammonia emission in the litter used. Six hundred one-day-old Cobb broiler chicks of both sexes were housed in a completely randomized design with six treatments, five replicates and 20 birds per experimental unit. The treatments evaluated were based on biological and/or chemical methods (application of $\text{Ca}(\text{OH})_2$), namely: new litter (control treatment) and reused litter treated with flat anaerobic fermentation, anaerobic fermentation by windrow, flat anaerobic fermentation + chemical treatment, anaerobic fermentation by windrow + chemical treatment and chemical treatment. The variables analyzed were the physicochemical parameters (humidity, pH and temperature) and ammonia emission from the litter before the fermentative and/or chemical treatments (untreated litter), after the treatments and at the end of the rearing period. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% with the aid of the statistical program R (R Core Team®). There was an effect of the treatments on the pH of the litter, where the poultry litters subjected to fermentative and/or chemical treatments presenting a higher pH to the new litter based on wood shavings. Meanwhile, the flat fermentation + lime and lime-treated litter treatments presented levels of volatilized ammonia similar to the new litter. No significant variation was observed for the variable's humidity and temperature between the treatments.

Keywords: Anaerobic fermentation; Chemical conditioners; Chicken litter; Litter quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Recipiente preparado para determinação da amônia volatilizada e esquema da metodologia utilizada.	13
Figura 2 - Valores médios para pH da cama de aviário antes dos tratamentos, após os tratamentos (dia “0”) e ao término do período de criação (42 dias).	14
Figura 3 - Valores médios para umidade da cama de aviário antes do tratamento, após os tratamentos (dia “0”) e ao término do período de criação (42 dias).	16

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Importância e características da cama aviária.....	3
2.2 Reutilização e tratamentos da cama aviária	4
2.3 Qualidade físico-química da cama aviária	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no mercado mundial de produção de frangos, ocupando a posição de terceiro maior produtor, além de ser o primeiro lugar em exportação, conforme o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2025). Tal qualificação faz com que a atividade avícola brasileira seja uma das mais importantes e rentáveis na estrutura agropecuária nacional.

Toda a evolução na produtividade e no processo agroindustrial avícola se deve ao avanço no melhoramento genético, sanidade, técnicas de manejo e nutrição. Ao levar esses fatores em consideração, houve um aumento também da atenção ao principal subproduto da produção avícola, a cama de aviário (Perszel, 2018).

A cama de aviário tem como principal função evitar o contato direto das aves com o piso, servir de substrato para a absorção da umidade do ambiente e para a incorporação de excretas, penas, descamações da pele, restos de ração caídos dos comedouros e desperdício de água dos bebedouros, contribuir para a redução das oscilações de temperatura no aviário e amortecer os impactos da ave sobre o piso (Hernandes; Cazetta, 2001; Andrade, 2017).

Diversos materiais são utilizados como substrato para a cama de aviário, a maioria são subprodutos, como a casca de arroz e a maravalha. Devido à utilização intensiva desses dois produtos, muitas vezes a disponibilidade é reduzida, e torna-se necessária a utilização de materiais alternativos, tais como sabugo de milho triturado, bagaço de cana, casca de amendoim, casca de café e fenos de gramíneas.

Outra alternativa para reduzir o problema de demanda de material para cama de aviário pode ser a reutilização da cama usada em novos lotes. Essa prática se mostra viável, pois diminui os custos com aquisição de novas camas, tendo em vista o alto custo com mão de obra para se remover a cama do aviário, além da falta de substrato para a cama em regiões onde a atividade possui alta concentração (Rocha, 2017).

Esse processo também contribui no aumento da quantidade de nutrientes presentes na cama, favorável para posterior uso como biofertilizante na agricultura, além de reduzir o impacto ambiental ao diminuir a quantidade de cama por ave produzida (Carvalho *et al.*, 2011).

Para que o uso da cama reutilizada seja viabilizado é necessário que se faça um prévio tratamento a fim de diminuir a carga microbiológica, otimizando sua utilização e permitindo o bom desempenho do novo lote. Os tratamentos mais utilizados no Brasil incluem processos

químicos e/ou fermentativos, dentre os quais podem ser citados, a fermentação e a utilização da cal hidratada (Virtuoso *et al.*, 2015).

Contudo, apesar das vantagens observadas, é necessário que o material reutilizado apresente segurança sanitária a fim de evitar qualquer problema indesejável que possa comprometer o desempenho dos próximos lotes.

Deste modo, objetivou-se avaliar a qualidade físico-química e emissão de amônia de camas aviárias reutilizadas submetidas a diferentes tratamentos fermentativos e/ou químico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância e características da cama aviária

A cama é o principal resíduo da criação de frangos de corte, sendo composta pelo material absorvente, excretas, excedentes de ração, secreções, penas, insetos e água (Santos *et al.*, 2012). Dessa forma, o material deve ser manejado corretamente com intuito de manter sua qualidade, absorvendo a umidade, além de fornecer isolamento térmico e amortecer os impactos da ave sobre o piso (Collett, 2012).

A cama do aviário exerce grande importância para a ambiência, conforto e sanidade das aves, além de influenciar diretamente em seu desempenho zootécnico. Uma cama de aviário boa nem sempre proporciona um lote de frangos com alto desempenho. Entretanto, uma cama de aviário em más condições certamente proporcionará queda no desempenho das aves por diversos fatores (Strasifák; Juhás, 2023).

Um dos principais fatores que afetam diretamente a condição de ambiente dentro dos galpões de produção avícola é a qualidade da cama. Essa, por se tratar de um ambiente com alta concentração orgânica, torna-se uma área que pode abrigar diversas espécies de microrganismos patogênicos (Paganini, 2004).

A qualidade da cama de frango reflete diversos fatores observados dentro do aviário, desde a composição da ração fornecida às aves, até o tipo de material do piso do galpão (Gonçalves *et al.*, 2019). Além disso, a cama apresenta variações em sua composição, pois suas características físico-químicas divergem entre os aviários e diferentes regiões (Dao; Zhang, 2007).

A umidade e os dejetos são dois dos fatores que mais modificam as condições da cama. No caso dos dejetos, trata-se de um fator que em sua maior parte está fora do controle dos produtores, contudo, o monitoramento da umidade e do pH são importantes para evitar a proliferação de patógenos (Virtuoso *et al.*, 2015).

Entre os materiais utilizados como substrato para cama de frango, a maravalha é um subproduto proveniente do beneficiamento da madeira, apresentando partículas de tamanho aproximado de 3cm, com um bom poder de absorção, sendo o material mais utilizado na avicultura. Já a casca de arroz possui certas restrições quanto ao seu uso, pois apresenta baixa capacidade de absorção e é composta por partículas pequenas, que podem ser ingeridas pelos animais mais jovens, oferecendo riscos à sua saúde (Ávila; Mazzuco; Figueiredo, 1992).

Os fenos apresentam boa disponibilidade, pois podem ser produzidos sempre que necessário, sendo secos, estes apresentam uma boa absorção e pode proporcionar um conforto para os animais em razão da sua capacidade de amortecimento. Vieira (2011) sugere, também, que os capins Napier e tipos de braquiária podem também ser utilizados como cama. O problema da utilização desses produtos, é devido à dificuldade e custo no processo de fenação desses citados.

A reutilização da cama aviária é uma prática importante para lidar com a demanda por substrato na região. Esse processo envolve a reciclagem da cama usada após o alojamento de um lote de aves, mas requer um tratamento prévio antes de ser usada novamente.

2.2 Reutilização e tratamentos da cama aviária

O manejo de reutilização da cama de aviário consiste na adoção de tratamentos químicos e/ou biológicos (fermentativos), a fim de reduzir a carga microbiológica e melhorar aspectos relacionados à qualidade físico-química da cama.

Os métodos químicos consistem na utilização de condicionadores químicos, sendo que alguns possuem propriedades acidificantes, como o bissulfato de sódio, sulfato de alumínio e ácido sulfúrico, e outros com características alcalinizantes, como por exemplo a cal, além de produtos capazes de alterar significativamente o teor de umidade da cama, como o gesso agrícola (Resende, 2010).

Dentre os condicionadores, os acidificantes têm sido muito estudados e têm mostrados resultados bem consistentes para redução da volatilização da amônia e persistência de microrganismos patogênicos (Cook *et al.*, 2012). O uso da cal como condicionador químico ocorre com alta frequência nas granjas, sua atuação na redução da carga bacteriana das camas está associada com a redução da atividade da água (Fiorentin, 2005). A aplicação da cal resulta na elevação do pH da cama, promovendo rápida volatilização da amônia, assim gerando um ambiente desfavorável para o aumento da carga bacteriana (Virtuoso *et al.*, 2015).

Segundo Oliveira, Ferreira e Cancherini (2004), a adição de condicionadores químicos à cama melhora a qualidade física, química e microbiológica, oferece maior conforto às aves e favorece o melhor desempenho zootécnico e sanitário.

Do ponto de vista prático, este método requer equipamento apropriado para incorporação homogênea do produto e não apresenta resultados expressivos na redução bacteriana quando comparado aos fermentativos (Palhares; Kuns, 2011).

Conforme Lucca *et al.* (2012), as principais desvantagens e limitações associadas ao uso de tratamentos químicos na cama aviária incluem o baixo efeito residual (geralmente inferior a 14 dias), a necessidade de grandes volumes de aplicação, o que impossibilita seu uso enquanto as aves estão alojadas e o elevado custo dos produtos e da mão de obra envolvida.

Os métodos fermentativos/biológicos têm sido empregados de maneira ampla, utilizando-se de conceitos do processo de compostagem entre os intervalos de criação, caracterizando-se pela decomposição natural da matéria orgânica através da atividade de microrganismos, com produção de calor, dióxido de carbono e vapor d'água (Martins, 2013).

O enleiramento da cama no centro do aviário e a cobertura com lona por toda extensão do mesmo são os métodos mais utilizados na avicultura brasileira (Silva *et al.*, 2007). A cama deve ser umedecida quando necessário para o processo fermentativo, rotineiramente a água utilizada na limpeza do galpão é destinada a tal manejo, contudo, recomenda-se o uso de água na proporção aproximada de 20 litros por metro linear quando necessário (Silva, 2011).

Na fermentação em leira, o processo tem início com a queima das penas utilizando lança-chamas e a remoção das crostas de cama após a retirada das aves, em seguida, a cama é reunida em uma pilha central (leira) no interior do aviário, sendo completamente coberta com lona plástica por um período de 10 a 15 dias, durante o qual ocorre a fermentação. Após esse período, a lona é retirada e a cama fermentada é redistribuída no aviário, com exceção das áreas destinadas aos pinteiros. A ventilação do aviário deve ser realizada por 2 a 3 dias antes do novo alojamento, com o objetivo de reduzir os níveis de amônia. Na véspera do alojamento, aplica-se cama nova em toda a área reservada ao pinteiro, correspondente a aproximadamente 25% do espaço do aviário (Silva, 2011).

De acordo com Pereira (2018), pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves validaram uma técnica chamada de fermentação plana que previne a disseminação de doenças aviárias causadas por vírus na cama de frango. O processo consiste na umidificação do material após a retirada do lote de aves, e cobertura com lona impermeável sem o enleiramento da cama, para impedir a troca de gases com o ambiente durante 12 dias. A lona é retirada e a cama fica em repouso por mais dois dias, tempo necessário para dissipar a amônia e reduzir a umidade. Depois desse período, o material já está apto a receber o próximo lote.

Segundo Silva (2011), a fermentação plana apresenta a vantagem prática sobre a fermentação em leira por demandar menor mão de obra. Sendo que, nesse método é necessário remover a cama das paredes laterais do aviário abrindo um sulco entre as paredes e a cama, para que as pontas da lona sejam enterradas, a fim de evitar a entrada de ar.

Dentre os principais fatores que afetam a fermentação estão os materiais orgânicos utilizados, pH, temperatura, relação carbono/nitrogênio, umidade, diâmetro de partículas, grau de aeração e dimensionamento das leiras quando realizado dessa forma (Avila; Mazzuco; Figueiredo, 1992).

Antes da escolha do método de tratamento da cama a ser utilizado deve-se atentar à condição sanitária das aves, visto que, se houver a ocorrência de episódios que gerem algum desafio sanitário para o lote de frangos, a cama não deve ser reutilizada, independentemente da quantidade de vezes que foi utilizada. Tal ação é preconizada pela Instrução Normativa nº 20/2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para estabelecimentos avícolas positivos para *Salmonella Enteritidis*, *Salmonella Typhimurium*, *Salmonella Gallinarum* e *Salmonella Pullorum* (Brasil, 2016). Sendo indispensável a retirada de todo material para a limpeza e desinfecção das instalações, para então se estabelecer o período de vazio sanitário (Avila *et al.*, 2008; Silva, 2011).

2.3 Qualidade físico-química da cama aviária

Diversos fatores podem afetar a qualidade da cama aviária, tais como, tipo ou composição da ração, natureza e quantidade do material de cobertura do piso do galpão, período de permanência das aves sobre a cama, densidade de alojamento, condições e período de estocagem, temperatura ambiental e utilização de equipamentos de resfriamento, como nebulizadores e ventiladores, entre outros (Andrade, 2017).

Dentre as características físicas e químicas que podem afetar a qualidade da cama de frango destaca-se principalmente, umidade, temperatura da cama, pH e volatilização da amônia.

A umidade da cama de aviário é um dos parâmetros físico-químicos de maior impacto na produção, afetando diretamente a qualidade do ambiente, a sanidade das aves e o desempenho zootécnico. A cama de aviário tem como uma de suas principais funções a absorção da umidade proveniente das excretas das aves e de eventuais vazamentos de bebedouros, mantendo um ambiente relativamente seco para contato dos animais (Brainer *et al.*, 2022).

De acordo com Collett (2012), quando a umidade da cama é superior a 25%, o seu amortecimento, isolamento e capacidade de absorção de água são comprometidos. Dai Prá e Roll (2014) afirmam que os níveis de umidade na cama devem situar-se entre 20 e 35%. Camas com índice de umidade inferior a 20% aumentam a concentração de poeira no interior da instalação, causando irritações no sistema respiratório das aves e predispondo-as ao surgimento

de infecções. Por outro lado, o excesso de umidade, ou seja, níveis acima de 35%, pode causar problemas de saúde e/ou bem-estar nas aves, como o aumento da incidência de lesões no peito, queimaduras na pele, pododermatites, condenações e perda da qualidade das carcaças. Além disso, os autores destacam que a alta umidade da cama também pode contribuir para o aumento dos níveis de amônia emitidos dentro dos galpões.

O teor de umidade da cama geralmente é maior nos períodos noturnos em função do aumento na umidade relativa do ar e diminuição da ventilação (menor potencial de evaporação) (Dunlop *et al.*, 2016). Além disso, a umidade associada ao processo de maturação da cama favorece a proliferação de certos tipos de fungos e bactérias desnitrificantes. Esses microrganismos degradam o ácido úrico presente nas fezes por meio da enzima uricase, o que provoca a desestabilização do meio e a geração de diversos subprodutos prejudiciais às aves, sendo a amônia o principal deles (Dai Prá; Roll, 2014).

A relação entre a umidade e a compactação da cama de aviário é um fator crítico que afeta diretamente a qualidade do ambiente de criação e o bem-estar das aves. O excesso de umidade é apontado como a principal causa da compactação do material da cama (Tonon *et al.*, 2009). Esse processo ocorre devido à combinação de fatores como a pressão exercida pelas aves sobre o substrato úmido e aos ciclos de umedecimento e secagem, que levam à aglutinação das partículas (Santos, 2017).

O tamanho das partículas do material utilizado como cama também influencia esse processo, com materiais mais finos apresentando maior tendência à compactação e menor capacidade de absorção (Lima, 2015). A compactação resulta na formação de placas endurecidas na superfície da cama, comumente chamados de torrões, que reduzem a capacidade de absorção de umidade e de aeração adequada. Isso cria um ambiente propício para a proliferação de microrganismos e pode intensificar a produção e liberação de gases como a amônia, devido à formação de zonas anaeróbicas (Zimmermann, 2009).

No contexto da reutilização da cama, o controle da umidade torna-se ainda mais necessário, visto que o acúmulo de matéria orgânica e umidade residual de ciclos anteriores pode acelerar o processo de compactação se não houver manejo adequado entre os lotes, tornando-se essencial o revolvimento frequente da cama (Dunlop *et al.*, 2016).

O calor gerado pelo metabolismo das aves promove o aumento da temperatura da cama, favorecendo a evaporação de compostos voláteis e estimulando a atividade microbiana. Enquanto que a temperatura da cama de aviário desempenha papel crucial no conforto térmico das aves, atuando como uma barreira isolante entre as aves e o piso do galpão, minimizando

perdas de calor corporal, o que é particularmente vital para os pintinhos na fase inicial, período em que sua capacidade de termorregulação ainda é limitada (Corrêa; Miele, 2012).

Durante a fase inicial de criação, recomenda-se que a temperatura da cama seja mantida entre 30 °C e 32 °C, proporcionando um ambiente aquecido para os pintinhos. À medida que as aves crescem e desenvolvem sua capacidade de manter a temperatura corporal, a temperatura da cama pode ser gradualmente reduzida, acompanhando as exigências térmicas de cada fase (Barroso; Casalles; Sgavioli, 2024).

A temperatura da cama é influenciada por uma combinação de fatores, incluindo a temperatura do ar ambiente no galpão (controlada por sistemas de aquecimento e ventilação), a profundidade da cama, o nível de umidade e a geração de calor resultante da atividade microbiana (Corrêa; Miele, 2012).

A decomposição da matéria orgânica presente na cama (excretas, restos de ração, penas) é um processo exotérmico que libera calor, podendo elevar a temperatura do substrato, especialmente em camas mais profundas, úmidas ou reutilizadas, onde há maior disponibilidade de nutrientes para os microrganismos (Gonçalves *et al.*, 2019).

Em condições ideais de criação, a temperatura da cama deve manter-se próxima à temperatura ambiente do interior do aviário, promovendo o bem-estar das aves (Orrico; Sgavioli; Garcia, 2015). Os mesmos autores afirmam que, quando a temperatura da cama está 7 °C abaixo da temperatura ambiente, há impacto negativo no ganho de peso das aves, especialmente na primeira semana de vida, podendo estender-se até os 20 dias de idade. Após esse período, a atenção deve se voltar para o aumento excessivo da temperatura da cama em relação ao ambiente, devido à maior produção de calor corporal pelas aves. Esse acúmulo de calor pode intensificar o risco de estresse térmico, comprometendo o desempenho zootécnico.

O pH é uma medida quantitativa que indica o grau de acidez ou alcalinidade de uma solução, sendo amplamente utilizado para expressar a concentração de íons hidrogênio (H^+) em meios aquosos ou em outros estados físicos. A escala de pH varia de 0 a 14, sendo que, em água pura, a concentração de íons hidrogênio é de 10^{-7} equivalentes em grama por litro, correspondendo a um valor de pH igual a 7 (neutro). Soluções com pH inferior a 7 são classificadas como ácidas; igual a 7, neutras; e superior a 7, alcalinas ou básicas (Encyclopedia Britannica, 2016).

O pH da cama pode ser alterado pela adição de produtos diretamente na mesma, podendo deixá-la mais ácida ou mais alcalina, a ponto de inibir os níveis de multiplicação bacteriana (Silva, 2011). Sendo um parâmetro químico fundamental na caracterização da cama

de aviário, com implicações diretas na qualidade do ambiente e na sanidade das aves, principalmente tratando-se da volatilização de amônia. Conforme Carvalho *et al.* (2011), as variações no pH da cama afetam diretamente a produção e liberação de amônia nos aviários, em situações em que o pH é inferior a 7,0 essa liberação é minimizada.

O uso de produtos acidificantes tem se mostrado eficiente quando objetiva-se reduzir o pH da cama até níveis que gerem um ambiente pouco favorável à multiplicação de patógenos humanos associados às aves (Line; Bailey, 2006). De acordo com Silva (2011), o meio mais propício para a multiplicação de microrganismos indesejáveis se encontram entre pH 6 e 9.

Estudos indicam que variações no pH para valores maiores que 7,0 induzem a elevação na proliferação bacteriana da cama e também aumento na produção de amônia (Traldi *et al.*, 2007). Nesse sentido, a aplicação de produtos destinados à redução do pH da cama de frango, como os acidificantes, tem sido amplamente adotada. Visto que a diminuição do pH torna o ambiente menos favorável à multiplicação de bactérias patogênicas (Oliveira *et al.*, 2003).

A amônia produzida no interior dos aviários pode ser prejudicial ao animal, ao homem e ao meio ambiente, neste sentido, faz-se necessário a adoção de práticas de manejos e métodos de tratamento da cama de frango a fim de diminuir a produção e emissão deste gás tóxico (Rocha, 2017).

A qualidade da cama de frango está diretamente relacionada à emissão de gases no interior dos aviários, uma vez que fatores ambientais como a umidade relativa do ar e o pH da cama, influenciam tanto a concentração quanto o potencial de liberação desses compostos (Nããs *et al.*, 2007). Sendo que quanto maior a umidade relativa do ar, maior a degradação dos compostos nitrogenados e maior a conversão de amônio em amônia (forma volátil), pois as reações dependem do teor de umidade relativa do ar (Sousa *et al.*, 2016).

Umidade elevada (acima de 30-35%), também potencializa a volatilização, favorecendo a atividade microbiana e a solubilidade da amônia (Corrêa; Miele, 2012; Medeiros *et al.*, 2008). Temperaturas mais elevadas aceleram as reações bioquímicas de decomposição, contribuindo para maior produção e emissão de NH_3 (Corrêa; Miele, 2012).

Além disso, fatores como ventilação inadequada, altas densidades de alojamento, alimentação das aves e a própria reutilização da cama agravam esse problema (Mendes *et al.*, 2012). Camas reutilizadas acumulam maior quantidade de matéria orgânica e nitrogênio ao longo dos ciclos, elevando o potencial de geração de amônia (Oliveira; Monteiro, 2013).

O íon amônio (NH_4) é a forma predominante de nitrogênio nas excretas das aves, sendo convertido em amônia (NH_3) com o aumento do pH da cama e em condições de umidade

elevada (Oviedo-Rondón, 2008). Sua formação na cama de aviário ocorre primariamente pela decomposição microbiana do ácido úrico, principal forma de excreção de nitrogênio pelas aves. Bactérias presentes na cama metabolizam o ácido úrico, liberando amônia como subproduto (Oliveira; Monteiro, 2013).

A intensidade desse processo e a subsequente volatilização da amônia para a atmosfera do galpão são influenciadas por uma complexa interação de fatores físico-químicos e de manejo da cama. A alta concentração de amônia no interior dos aviários pode ser prejudicial as aves, podendo causar danos aos olhos e ao trato respiratório das aves (Lavergne *et al.*, 2006).

Mesmo em concentrações consideradas baixas, a partir de 10 ppm de amônia já se observa o início da deterioração dos cílios do epitélio respiratório das aves. Valores superiores a 20 ppm aumentam significativamente a vulnerabilidade das aves a enfermidades respiratórias (Santos *et al.*, 2012).

Concentrações de amônia mais elevadas, entre 60 e 100 ppm, são frequentemente observadas no início dos ciclos de criação, especialmente em galpões com reutilização da cama. Situação a qual as aves ficam susceptíveis a doenças respiratórias, aumentando a vulnerabilidade a infecções secundárias, especialmente após vacinações e redução na taxa e profundidade respiratória, comprometendo as trocas gasosas e os processos fisiológicos (Gonzáles; Saldanha, 2001).

O controle da concentração de amônia no interior dos aviários, especialmente em altas densidades de alojamento e nas fases finais da criação, é fundamental para garantir o bem-estar das aves e o alcance do desempenho produtivo (Czarick; Fairchild, 2012). Esses parâmetros devem ser monitorados ao longo do ciclo de criação, pois impactam diretamente no resultado zootécnico das aves.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Instituto Federal Goiano Campus Ceres e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), através do protocolo nº 6720110724. Foram alojados 600 pintos de corte de ambos os sexos de um dia de idade da linhagem Cobb, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, cinco repetições e 20 aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas no aviário experimental que consiste em um galpão de alvenaria telado com cortinas dividido em 30 boxes de 2,25 m² com divisórias de madeira e tela.

Os tratamentos avaliados consistiram em seis métodos de tratamento de cama aviária reutilizada, sendo: cama nova (tratamento controle) e camas reutilizadas tratadas com fermentação anaeróbica plana, fermentação anaeróbica por leira, fermentação anaeróbica plana + tratamento químico, fermentação anaeróbica por leira + tratamento químico e tratamento químico.

Tanto as camas novas como as reutilizadas foram à base de maravalha, sendo as reutilizadas oriundas da criação de um lote de frangos de corte do Setor de Avicultura. Os tratamentos fermentativos e químicos foram realizados após a retirada das crostas, descompactação da cama e queima de penas com uso de lança-chamas.

A fermentação anaeróbica por leira foi realizada a partir da formação de uma leira de 1,0 m de largura, 3,0 m de comprimento e 1,0 m de altura e coberta com lona de polietileno durante o período de 15 dias. A fermentação plana foi executada através da cobertura da cama com lona de polietileno em toda sua extensão para evitar entrada de ar. Em ambos processos de fermentação foram adicionados 20 L de água por metro linear para o umedecimento da cama. O tratamento químico consistiu na aplicação de 600 g/m² de cal hidratada (Ca(OH)₂) 72h antes do alojamento das aves.

Ao final do período de tratamento, as camas foram distribuídas nos boxes do galpão experimental, com uma espessura de 10 cm, uma semana antes do alojamento dos pintainhos. Cada box, que consistia em uma parcela experimental, foi preparado com lâmpadas de aquecimento, comedouros e bebedouros infantis.

As aves foram mantidas com 16-18 horas de luz, sendo fornecido água e ração à vontade. A ração foi formulada à base de milho e farelo de soja conforme as exigências nutricionais de Rostagno *et al.* (2017), dividida de acordo com as exigências nutricionais nas diferentes fases de criação: inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias).

Foi realizada a coleta de amostras das camas em três momentos: antes dos tratamentos fermentativos e/ou químico (cama sem tratamento); após os tratamentos e ao final do período de criação dos frangos (aos 42 dias de idade). Coletados cinco pontos em cada box, todas as amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e conservadas em freezer para posterior análise.

As variáveis analisadas foram os parâmetros físico-químicos (umidade, pH e temperatura) e a emissão de amônia da cama aviária. Para a determinação de pH, foi pesado 10g de cada amostra de cama, adicionando 50 mL de água destilada com posterior agitação durante 30 minutos e realizada a leitura do pH com um pHmetro digital previamente calibrado.

Com a finalidade de determinar a umidade da cama foi pesado 100g de cada amostra e direcionado à estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 48 h, ou até não se observar mudança de massa com aumento do tempo de secagem (pré-secagem - ASA). Depois do período de pré-secagem, as amostras foram pesadas novamente e, logo depois, moídas em moinho tipo Willey. Das amostras moídas foram pesados 2g de cada e levadas à estufa a 105°C por 16h em cadinhos identificados (secagem definitiva - ASE). A umidade foi calculada com os valores da ASA e ASE de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade} = \frac{\% \text{ de ASA} \times \% \text{ de ASE}}{100} - 100$$

As mensurações de temperatura superficial da cama de frango foram realizadas no galpão diariamente em cinco pontos de cada box, utilizando-se um termômetro digital infravermelho, iniciando aos 21 dias de idade dos frangos.

A determinação da amônia da cama (mg/100g de amostra) obteve-se através da metodologia adaptada de Hernandez; Cazetta (2001), sendo pesada 100 g de amostra em um recipiente de vidro de 500 mL, e sobre a amostra, colocou-se um becker de 50 mL contendo 10 mL de solução de ácido bórico a 2% (20g/100mL). Posteriormente, o recipiente de vidro foi fechado e acondicionado em estufa a 30°C por 16h, para posterior titulação da solução de ácido bórico com solução de ácido sulfúrico padronizada (H₂SO₄ 0,05N), detectando-se o ponto final da titulação pela adição de uma mistura de vermelho de metila 0,2% (m/v) com verde de bromocresol 0,1% (m/v) à solução a ser titulada.

Figura 1 – Recipiente preparado para determinação da amônia volatilizada e esquema da metodologia utilizada.



Fonte: Arquivo pessoal (2024); Hernandes; Cazetta (2001).

Os resultados foram expressos em mg de amônia liberada/100 g da amostra calculados pela fórmula: $\text{Amônia} = (V_t \times N \times 1,7) / P$

Onde:

V_t = volume em ml da solução do ácido sulfúrico necessário na titulação;

N = normalidade da solução do ácido usado na titulação (0,05);

1,7 = peso de um equivalente de amônia;

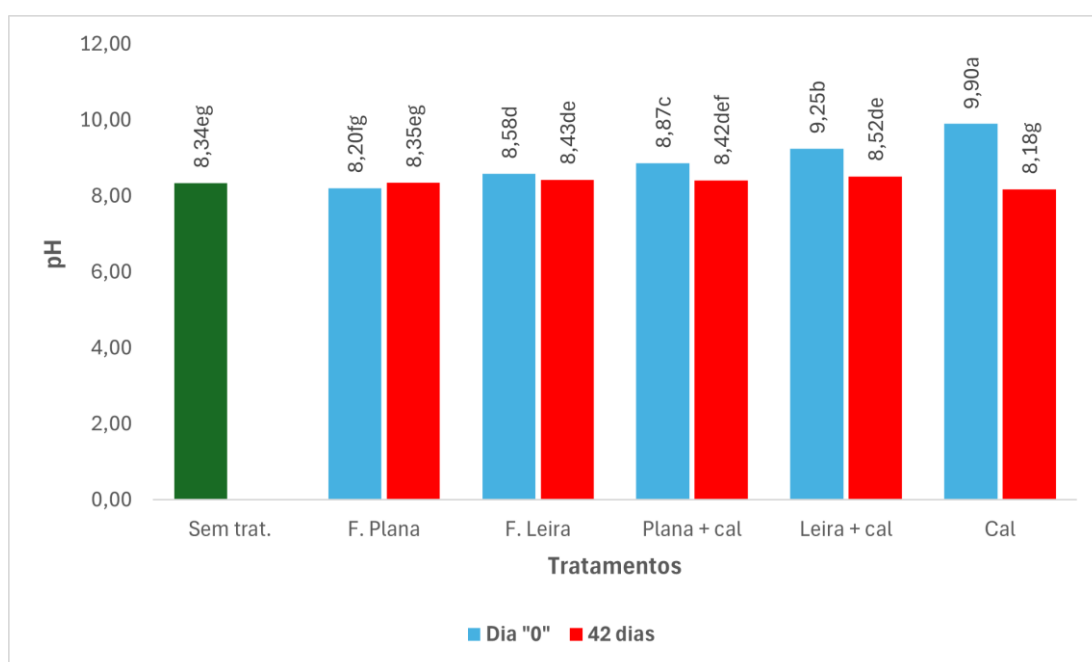
P = peso em gramas da amostra que foi incubada.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% com auxílio do programa estatístico R (R Core Team®).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os valores obtidos para pH da cama de aviário, antes dos tratamentos (cama sem tratamento), após os tratamentos (dia “0”) e ao final do ciclo de criação (42 dias), foi possível verificar diferença significativa entre os tratamentos ($P<0,01$), de acordo com a Figura 2.

Figura 2 - Valores médios para pH da cama de aviário antes dos tratamentos, após os tratamentos (dia “0”) e ao término do período de criação (42 dias).



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

Analisando os valores obtidos para o pH das camas no dia 0 e aos 42 dias da criação, foi observada diferença significativa ($P<0,01$) para os tratamentos fermentação plana + cal, fermentação leira + cal e cama tratada com cal, nos quais observou-se redução no pH ao final do ciclo de criação dos frangos de corte. Comparando as médias de pH dos tratamentos no dia 0 com a cama de aviário sem tratamento, evidenciou-se variação significativa ($P<0,01$) com aumento de pH nos tratamentos fermentação leira, fermentação plana + cal, fermentação leira + cal e cama tratada com cal. Entretanto aos 42 dias foi possível verificar que o pH de todos os tratamentos foi semelhante ao pH da cama sem tratamento, havendo redução do pH da cama durante o período de criação das aves.

Avaliando o efeito da fermentação da cama aviária sobre a qualidade da cama com o uso de lona para cobertura ou não, Martins (2013) observou redução do pH obtido durante 21 dias de criação em relação aos valores de pH da cama após ambos tratamentos fermentativos, sendo que na fermentação com cobertura obteve-se médias de pH de 9,04 ao término do processo de tratamento, e 8,56 aos 21 dias com aves alojadas.

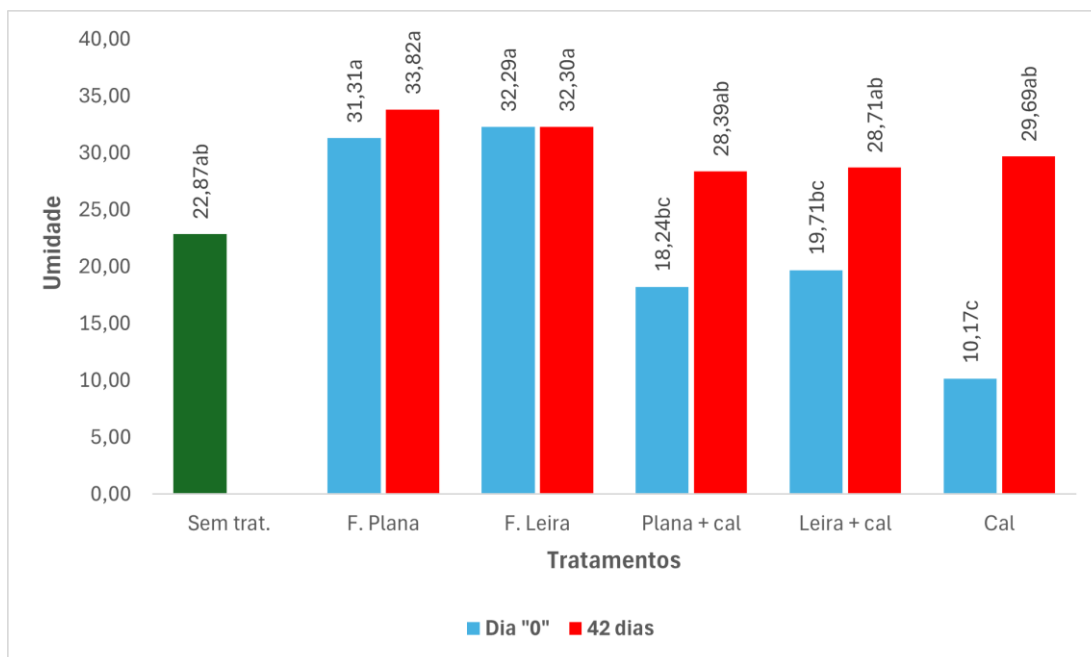
Embora seja comum observar aumento do pH da cama ao longo do ciclo produtivo, em algumas condições, pode ocorrer a redução do pH mesmo sem a aplicação de acidificantes químicos. Esse fenômeno está relacionado a processos microbiológicos e ambientais que ocorrem naturalmente na cama, sendo que um dos principais mecanismos de acidificação natural é a fermentação da matéria orgânica presente na cama por microrganismos fermentativos. A degradação de substratos orgânicos, como restos de ração e excretas, leva à produção de ácidos orgânicos voláteis, como ácido lático, acético e butírico, que acidificam o meio (Bazei, 2016).

Tal resultado também pode estar relacionado com o baixo efeito residual do tratamento químico (cal hidratada), que ocasiona aumento do pH após o tratamento da cama aviária, contudo apresenta tendência de redução ao longo do período.

Ao avaliarem a reutilização de camas de frango utilizando conceitos de compostagem, Sonoda *et al.* (2012) observaram aumento do pH após o tratamento fermentativo com a formação de leira e com a cama espalhada (plana). No presente estudo, observou-se semelhança em relação aos resultados obtidos para os tratamentos fermentativos leira, plana + cal e leira + cal, nos quais houve aumento do pH das camas após o tratamento biológico e/ou com adição de cal hidratada em relação a cama sem tratamento.

Ademais, comparando-se o teor de umidade das camas aviárias antes dos tratamentos (cama sem tratamento), após os tratamentos (dia “0”) e ao final do ciclo de criação (42 dias), foi observada diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,01$), conforme exposto na Figura 3.

Figura 3 - Valores médios para umidade da cama de aviário antes do tratamento, após os tratamentos (dia “0”) e ao término do período de criação (42 dias).



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

Avaliando os resultados obtidos para umidade da cama, houve diferença significativa apenas para o tratamento cama tratada com cal após o tratamento (dia 0) em relação à cama de aviário sem tratamento ($P < 0,01$). Enquanto que as médias obtidas para o mesmo tratamento (cama tratada com cal) no dia 0 e aos 42 dias foram estatisticamente diferentes ($P < 0,01$).

Esse resultados evidenciam o potencial redutor de umidade da cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) logo após o tratamento da cama e aos 42 dias da criação, promovendo menores níveis de umidade, visto que a cal hidratada absorve o excesso de umidade e promove secagem rápida, causando elevação no pH (Oliveira, 2012).

Os resultados para os parâmetros físico-químicos e emissão de amônia de camas aviárias reutilizadas e submetidas a diferentes tratamentos químicos e/ou fermentativos ao final do ciclo de criação são apresentados na Tabela 1. Não houve efeito dos tratamentos para as variáveis físico-químicas da cama, exceto para pH ($P < 0,01$). Foi possível observar que os valores de pH das camas reutilizadas tratadas foram significativamente maiores que o pH da cama nova.

Tabela 1 - Umidade, pH, temperatura e amônia (NH₃) volatilizada na cama de aviário reutilizada utilizando diferentes tratamentos aos 42 dias de criação.

Tratamentos	Umidade	Temperatura		NH ₃ volatilizada
	(%)	pH	(°C)	(mg/100g)
Cama nova	30,08	7,33b	30,57	0,601b
Fermentação plana	33,82	8,35a	30,38	1,660a
Fermentação leira	32,30	8,43a	30,42	1,603a
Fermentação plana + cal	28,39	8,42a	30,59	1,343ab
Fermentação leira + cal	28,71	8,52a	30,31	1,694a
Cama tratada com cal	29,69	8,18a	30,6	1,218ab
Coeficiente de variação (%)	10,61	3,17	1,00	33,18
<i>P-valor</i>	0,8313	<0,001	0,5293	0,0065

a,b Médias na mesma coluna e com letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Arquivo pessoal (2024).

Resultados semelhantes foram relatados por Marafon (2021), que ao avaliar a qualidade físico-química da cama reutilizada na criação de frangos de corte, observou que a cama de maravalha nova no primeiro lote apresentou pH ácido (5,70), enquanto que nas camas aviárias tratadas reutilizadas o pH apresentou comportamento alcalino, variando de 8,68 a 9,04 nos lotes subsequentes.

Ademais, Ferreira e Bertolosi (2024) verificaram que houve diferença no pH da cama nova e cama reutilizada, sendo $6,54 \pm 0,15$ e $8,48 \pm 0,16$, respectivamente. Da mesma forma, Martins (2013) verificou um valor elevado para o pH da cama fermentada em leira (8,6) aos 21 dias de criação.

Esta estabilização do pH em valores alcalinos após o primeiro lote é um fenômeno comum e está relacionada à decomposição do ácido úrico presente nas excretas das aves, que libera amônia e eleva o pH do meio (Marafon, 2021).

Os resultados obtidos no presente estudo também estão de acordo com Silva *et al.* (2007), que ao avaliarem a adição de cal, enleiramento no centro do aviário e fermentação plana, observaram que o pH das camas de aviário manteve-se alcalino em todos tratamentos. De modo geral, as médias de pH dos tratamentos fermentativos e químicos para reutilização da cama de frango deste experimento foram superiores ao valor referenciado por Carvalho *et al.* (2011), que descreveram que a liberação de amônia é minimizada em condições de pH abaixo de 7,0.

Para a temperatura da cama não foi observada interação significativa entre os tratamentos ($P>0,05$), ou seja, a reutilização da cama não alterou a temperatura ao longo do ciclo de criação. Confirmando resultados publicados por Ferreira e Bertolosi (2024), os quais concluíram que o alojamento de frangos em cama reutilizada não alterou a temperatura superficial da cama, não comprometendo o desempenho das aves.

Apesar das camas reutilizadas tratadas não apresentarem diferença significativa ($P>0,05$) na umidade aos 42 dias em relação à cama sem tratamento, as camas submetidas aos tratamentos onde foi utilizada a cal hidratada apresentaram as menores médias de umidade ao final do ciclo de criação ($<30\%$).

Quanto à emissão de amônia volatilizada (mg/100g), verificou-se valores mais altos nas camas submetidas aos tratamentos fermentação plana, fermentação em leira e fermentação em leira + cal, sendo estatisticamente diferentes ($P<0,01$) em relação à cama nova (Tabela 1).

Conforme França *et al.* (2014) a máxima emissão de NH_3 ocorre quando o pH da cama está próximo ou superior a 9,0. A volatilização da amônia é baixa quando o pH é menor que 7 e aumenta à medida que o pH se eleva (Reece; Bates; Lott, 1979). O pH abaixo de 7,0 e a presença de íons H^+ na cama fazem com que aumente a proporção amônio:amônia, ou seja, a amônia volátil (NH_3) é convertida em íons amônio (NH_4), que não é volátil (Cook *et al.*, 2012). A amônia volatiliza justamente por não possuir carga elétrica (Moore Junior; Daniel; Edwards, 2000).

A aplicação de cal elevou o pH por ser uma substância alcalina, enquanto que o método de fermentação da cama de aviário contribuiu para o aumento do pH, superior a 8,0 conforme observado por Rocha (2017) avaliando o efeito da fermentação da cama de frango reutilizada.

Em contrapartida, Oliveira *et al.* (2003), avaliando características físico-químicas da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos, observaram que pH e amônia volatilizada não diferiram para cama nova, cama reutilizada e cama reutilizada + cal hidratada.

Considerando que a cal hidratada tende a elevar o pH da cama, seria esperado um aumento na volatilização da amônia. No entanto, é possível que outros fatores, como a capacidade da cal de reduzir a atividade microbiana responsável pela decomposição do ácido úrico e proteínas em amônia, possam compensar parcialmente o efeito do pH elevado (Lopes, 2013).

A fermentação da cama proporcionou aumento ($P<0,01$) da amônia volatilizada ao final do período de criação, podendo ser relacionado com a maior fixação de amônia na cama reutilizada. Contudo, os valores de NH_3 não ultrapassaram a concentração de 25 ppm, valor

considerado nocivo ao bem-estar e desempenho zootécnico de frangos de corte (Wang *et al.*, 2010), corroborando com os dados observados por Rocha (2017).

Dessa forma, é possível afirmar que nas condições em que o experimento foi conduzido, a reutilização da cama de frango por lotes consecutivos não comprometeu sua qualidade em relação à volatilização de amônia. Indicando que, com manejo adequado, é possível manter os níveis de amônia dentro de limites aceitáveis mesmo com a reutilização da cama por vários ciclos.

5. CONCLUSÃO

As camas aviárias reutilizadas submetidas aos tratamentos fermentativos e/ou químico apresentaram a mesma qualidade físico-química (umidade e temperatura) que a cama nova. Com relação ao pH, verificou-se maiores valores para as camas tratadas em relação a cama nova, enquanto que os tratamentos fermentação plana + cal e cama tratada com cal apresentaram níveis de amônia volatilizada semelhantes à cama nova.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2025**. São Paulo: ABPA, 2025. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2025/04/ABPA.-Relatorio-Anual-2025.pdf>. Acesso em 23 maio 2025.

ANDRADE, A.C.F. **Qualidade físico-química e microbiológica da cama de frango de corte reutilizada e acidificada**. 2017. Dissertação – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2017.

AVILA, V.S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E.A.P. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 38p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica, 16), 1992.

AVILA, V.S.; OLIVEIRA, U.; FIGUEIREDO, E.A.P. COSTA, C.A.F.; ABREU, V.M.N.; ROSA, P.S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.273-277. 2008.

BARROSO, N.L.D.D.; CASALLES, A.S.; SGAVIOLI, S. **Cama para aves: variáveis a serem observadas**. AviSite, 2024. Disponível em: <https://www.avisite.com.br/cama-para-aves-variaveis-a-serem-observadas/#gsc.tab=0>. Acesso em 25 maio 2025.

BAZEI, B.C. **Estudo da codigestão de cama de aviário com efluente de indústria de beneficiamento de carne suína na produção de biogás**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12597>. Acesso em 29 maio 2025.

BRAINER, M.M.A.; MARTINS, J.S.; SILVA, V.B.M.; GODOY, H.B.R.; FABINO NETO, R. Características físico-químicas da cama de aviário e desempenho de frangos de corte alojados em diferentes materiais de cama e duas densidades. **Veterinária e Zootecnia**, v.29, p.1-10, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20/2016. Estabelece os controles e monitoramento de *Salmonella* spp. em estabelecimentos avícolas de reprodução e de produção de frangos e perus de corte. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/controle-de-patogenos/arquivos-controle-de-patogenos/SalmonellaIN202016Salmonella.pdf/view>. Acesso em 9 jun 2025.

CARVALHO, T.M.R.; MOURA, D.J.; SOUZA, Z.M.; SOUZA, G.S.; BUENO, L.G.F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.4, p.351-361, 2011.

COLLETT, S.R. Nutrition and wet litter problems in poultry. **Animal Feed Science and Technology**.173, 65–75. 2012.

COOK, K.L.; ROTHROCK JUNIOR, M.J.; EITEMAN, M.A.; LOVANH, N.; SISTANI, K. Evaluation of nitrogen retention and microbial populations in poultry litter treated with chemical, biological or adsorbent amendments. **Journal Environmental Management**, 92, 1760-1766. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.02.005>. Acesso em 01 maio 2025.

CORRÊA, J.C.; MIELE, M. A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves (Documentos, 110)**. Concórdia, 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/920818/1/acamadeaveseosaspcteos.pdf>. Acesso em 01 maio 2025.

CZARICK, M.; FAIRCHILD, B.D.; Relative humidity... The best measure of overall poultry house air quality. **Poultry Housing Tips**. v.24, n.2, 2012.

DAI PRÁ, M.A., ROLL, V.F.B. Cama de frangos de corte Materiais reutilização e destino. **Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde**. Bogotá, 2014.

DAO, T.H.; ZHANG, H. Rapid composition and source screening of heterogeneous Poultry litter by x-ray fluorescence spectrometry. **Annals of Environmental Science**, v.1, p.69-79. 2007.

DUNLOP, M.W.; MOSS, A.F.; GROVES, P.J.; WILKINSON, S.J.; STUETZ, R.M.; SELLE, P.H The multidimensional causal factors of ‘wet litter’ in chicken-meat production. **Science of the Total Environment**. 562, 766–776. 2016.

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. **pH**. 2016. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/pH>. Acesso em 30 abr 2025.

FERREIRA, A.C.D.; BERTOLOSÍ, G.M. Avaliação da cama nova e reutilizada na produção de frangos de corte: qualidade do material e impactos produtivos. **Arquivos de Ciências**

Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, v. 27, n. 2, p. 242-251, Umuarama, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v27i2.2024-11646>. Acesso em: 08 maio 2025.

FIORENTIN, L. Reutilização da cama na criação de frangos de corte e as implicações de ordem bacteriológica na saúde humana e animal. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves (Documentos, 94)**. 23p. Concórdia, 2005.

FRANÇA, L.G.F.; TINÔCO, I.F.F.; MENDES, M.A.S.A.; COELHO, D.J.R. Caracterização de fatores que influenciam a emissão de amônia pelos dejetos de galinhas poedeiras e proposição de um score para o potencial máximo de emissão. **XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Anais... Campo Grande, 2014. Disponível em: <https://conbea14.sbea.org.br/2014/anais/R0476-1.pdf>. Acesso em: 07 maio 2025.

GONÇALVES, N.S.; KOMIYAMA, C.M.; ROSA, C.C.B.; LIMA, J.F.P.; MORAIS, M.D.G.; SAVEGNAGO, F.B.; MEZZALIRA JÚNIOR, C.; STAUB, L. Qualidade da cama de frango de corte e a alternativa da acidificação como tratamento. **Nativa**, v. 7, n. 6, p. 828-834. Sinop, 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/7041>. Acesso em 01 maio 2025.

GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. **Anais... Goiânia: AZEG/ABZ**, p.312-313. 2001.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.824-829, 2001.

LAVERGNE, T.K.; STEPHENS, M.F.; SCHELLINGER, D.; CARNEY JUNIOR, W.A. **In-house pasteurization of broiler litter**. Louisiana State University Extension, pub. n.2955. 2006.

LIMA, T.S. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de corte de granjas comerciais da Zona da Mata Mineira**. Dissertação - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2015. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/8574>. Acesso em 30 abr 2025.

LINE, J.E.; BAILEY, J.S. Effect of on-farm litter acidification treatments on *Campylobacter* and *Salmonella* populations in commercial broiler houses in northeast Georgia. **Poultry Science**, v. 85, n. 9, p. 1529-1534. 2006.

LOPES, M. **Efeito do substrato, revolvimento e cal sobre características físicas e microbiológicas da cama na produção de frangos de corte**. 2013. Dissertação – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/ppgz/files/2021/01/Efeito-do-substrato-revolvimento-e-cal-sobre-caracteristicas-fisicas-e-microbiologicas-da-cama-na-producao-de-frangos-de-corte.pdf>.

Acesso em 29 maio 2025.

LUCCA, W.; CECCHIN, R.; TIMBOLA, E.; GRADIN, J.; LUCCA, M.S. Efeito de diferentes tratamentos químicos em cama para aves de corte. **Revista Agrogeoambiental**, v. 4, p.25-31, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297893440_Efeito_de_diferentes_tratamentos_quimicos_em_cama_para_aves_de_corte. Acesso em 01 maio 2025.

MARAFON, T. **Qualidade físico-química da cama reutilizada de frangos de corte**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223540>. Acesso em 12 maio 2025.

MARTINS, R.S. **Efeito da fermentação da cama de aviário na qualidade da cama, na ambiência e no desenvolvimento de pododermatites em frangos de corte**. Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106936>. Acesso em: 07 maio 2025.

MEDEIROS, R.; SANTOS, B.J.M.; FREITAS, M.; SILVA, O.A.; ALVES, F.F.; FERREIRA, E. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2321–2326, Santa Maria, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/8QZqDwfDTYBSYRB6vHkxSfv/>. Acesso em 01 maio 2025.

MENDES, L.B.; TINÔCO, I.F.F.; SOUZA, C.F.; SARAZ, J.A.O. O ciclo do nitrogênio na criação de frangos de corte e suas perdas na forma de amônia volátil: uma revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 6, p.1-20, 2012.

MOORE JUNIOR, P. A.; DANIEL, T.C.; EDWARDS, D. R. Reducing phosphorus runoff and inhibiting ammonia loss from poultry manure with aluminum sulfate. **Journal of Environmental Quality**, v. 29, n. 1, p. 29-37, 2000.

NÃÃS, I.A.; MIRAGLIOTA, M.Y.; BARACHO, M.S.; MOURA, D.J.; SALGADO, D.D. Qualidade da cama de frango em aviário convencional e em tipo túnel. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, 1(2): 103-115. 2007.

OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.; ANDRADE, D.O.; RODRIGUES, S.M.M. Teor de Matéria Seca, pH e Amônia Volatilizada da Cama de Frango Tratada ou Não com Diferentes Aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.951-954, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000400022>. Acesso em: 06 maio 2025.

OLIVEIRA, M.C.; FERREIRA, H.A.; CANCHERINI, L.C.; Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.4, p.536-541, 2004.

OLIVEIRA, P.A.V.; MONTEIRO, A.N.T.R. Emissão de amônia na produção de frangos de corte. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves (Comunicado Técnico, 511)**. Concórdia, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/968670/1/final7197.pdf>. Acesso em 01 maio 2025.

OLIVEIRA, T.F.B. **Tipos de pisos e métodos de reutilização de camas de aviário no controle de *Alphitobius diaperinus* e desempenho zootécnico de frangos de corte**. 2012. Dissertação - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2012.

ORRICO, A.C.A.; SGAVIOLI, S.; GARCIA, R.G. **Estratégias para a utilização de camas em aviário**. Engormix, artigo online. Dourados, 2015.

OVIEDO-RONDÓN, E.O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção 14 de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.239-252, 2008.

PAGANINI, F.J. **Manejo da Cama**. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. (ed.) Produção de frangos de corte. Campinas: Facta, cap. 7, 2004.

PALHARES, J.C.P.; KUNZ, A. Manejo Ambiental na Avicultura. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves (Documentos, 149)**. Concórdia, 2011.

PEREIRA, M.L. **Embrapa valida técnica que inativa vírus na cama de frango reutilizada**. Embrapa Suínos e Aves. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34417763/embrapa-valida-tecnica-que-inativa-virus-na-cama-de-frango-reutilizada>. Acesso em 30 abr 2025.

PERSZEL, A. **Avaliação da cama de aviário como substrato para ingestão anaeróbica**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11486>. Acesso em: 29 abr 2025.

REECE, F.N.; BATES, B.J.; LOTT, B. D. Ammonia control in broiler houses. **Poultry Science**, v.58, p.754-755, 1979.

RESENDE, F.M.S. **Análises físico-químicas e virucidas da fermentação com cobertura e sem amontoamento da cama de aves**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010.

ROCHA, P.A.S. **Efeito da fermentação da cama de frango reutilizada sobre o desempenho, ambiência e a qualidade físico-química da cama de frangos de corte**. Dissertação - Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2017.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; EUCLIDES, R.F.; SOUZA, W.J.; SILVA, M.A.A. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4 ed. Viçosa: UFV, 2017. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4532766/mod_resource/content/1/Rostagno%20et%20al%202017.pdf. Acesso em 29 abr. 2025.

SANTOS, A.M.P. **Desempenho produtivo de frangos e qualidade das camas constituídas por diferentes materiais alternativos**. 2017. Dissertação - Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2017. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_10/2017-06-14-11-44-56Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Adriely%20pdf.pdf. Acesso em 30 abr 2025.

SANTOS, M.J.B.; SAMAY, A.M.A.T.; SILVA, D.A.T.; RABELLO, C.B.; TORRES, T.R. SANTOS, P.A.; CAMELO, L.C.L. Manejo e Tratamento de Cama Durante a Criação de Aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, nº 03 p.1801-1815, 2012.

SILVA, V.S. Estratégias para Reutilização de Cama de Aviário. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves (Comunicado Técnico, 496)**. Concórdia, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916974/1/estrategisaparareutilizacao0001.pdf>. Acesso em 30 abr 2025.

SILVA, V.S.; VOSS, D.; COLDEBELLA, A.; BOSETTI, N.; AVILA, V.S. Efeito de tratamentos sobre a carga bacteriana de cama de aviário reutilizada em frango de corte. **Embrapa Suínos e Aves (Comunicado Técnico, 467)**, Concórdia, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/435829/efeito-de-tratamentos->

[sobre-a-carga-bacteriana-de-cama-de-aviario-reutilizada-em-frangos-de-corte](#). Acesso em 08 maio 2025.

SONODA, L.T.; MOURA, D.J.; BUENO, L.G.F.; CORDEIRO, D.C.; MENDES, A.S. Broiler Litter Reutilization Applying Different Composting Concepts. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.14, n.3, 159-232, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2012000300011>. Acesso em: 07 maio 2025.

SOUSA, F.C.; TINÔCO, I.F.F.; PAULA, M.O.; SILVA, A.L.; SOUZA, C.F.; BATISTA, F.J.F.; BARBARI, M. medidas para minimizar a emissão de amônia na produção de frangos de corte: revisão. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10(1), 51-61, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.18011/BIOENG2016V10N1P51-61>. Acesso em 12 maio 2025.

STRAŠIFTÁK, J.; JUHÁS, P. The effect of a bedding materials on performance, welfare and behavior of broiler chickens: A review. **Journal of Central European Agriculture**, v. 24, n. 2, p. 311-321, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5513/jcea01/24.2.3780>. Acesso em: 25 mai 2025.

TONON, G.S.; BARACHO, M.S.; CASSIANO, J.A.; NÃÃS, I.A. Compactação da cama em criações de frango de corte (reuso). **In: Congresso interno de iniciação científica da UNICAMP**. Campinas, 2009. Disponível em: <https://prp.unicamp.br/pibic/congressos/xviicongresso/paineis/073144.pdf>. Acesso em 30 abr 2025.

TRALDI, A.B.; OLIVEIRA, M.C.; DUARTE, K.F.; MORAES, V.M.B. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.660-665. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000300020>. Acesso em 01 maio 2025.

VIEIRA, M.F.A. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de cama de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2011.

VIRTUOSO, M.C.S.; OLIVEIRA, D.G.; DIAS, L.N.S.; FAGUNDES, P.S.F.; LEITE, P.R.S.C. Reutilização da cama de frango. **Revista Eletrônica Nutritime**, artigo 296, v.12, n.02, p.3964-3979, 2015. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-296.pdf>. Acesso em 30 abr 2025.

WANG, Y.M., MENG, Q.P.; GUO, Y.M.; WANG, Y.Z.; WANG, Z.; YAO, Z.L.; SHAN, T.Z. Effect of atmospheric ammonia on growth performance and immunological response of broiler chickens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 20, p. 2621-2626, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274446523_Effect_of_Atmospheric_Ammonia_on_Growth_Performance_and_Immunological_Response_of_Broiler_Chickens. Acesso em 02 maio 2025.

ZIMMERMANN, N.K.S. **Ambiência e bem-estar na produção de frangos de corte**. Dissertação - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2009. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1283/dissertacao_final_impressao_156708944_08325_1283.pdf. Acesso em 01 maio 2025.