



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA
VETERINÁRIA

PRESENÇA DE AMÔNIA EM GALPÕES DE FRANGO DE CORTE:
Revisão Bibliográfica

Juliana Martins Fonseca

Orientadora: Profa. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci

BRASÍLIA - DF
NOVEMBRO/ 2021



JULIANA MARTINS FONSECA

**PRESENÇA DE AMÔNIA EM GALPÕES DE FRANGO DE CORTE:
Revisão Bibliográfica**

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Medicina Veterinária apresentado junto à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci

BRASÍLIA - DF
NOVEMBRO/ 2021

Ficha Cartográfica

Fp Fonseca, Juliana
Presença de Amônia em Galpões de Frango de Corte / Juliana
Fonseca; orientador Aline Racanicci. -- Brasília, 2021.
32 p.

Monografia (Graduação - Medicina Veterinária) --
Universidade de Brasília, 2021.

1. Bem-estar na avicultura de corte. 2. Efeitos das
altas concentrações de amônia em galpões de frango de corte.
3. Alternativas para redução do nível de amônia nos galpões. I.
Racanicci, Aline, orient. II. Título.

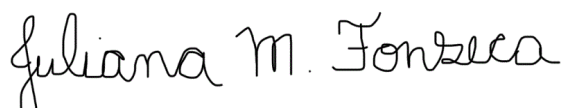
Cessão de Direitos

Nome do Autor: Juliana Martins Fonseca

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: PRESENÇA DE AMÔNIA EM GALPÕES DE FRANGO DE CORTE: Revisão Bibliográfica

Ano: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação por nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Juliana Martins Fonseca

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do Autor: FONSECA, Juliana Martins

Título: PRESENÇA DE AMÔNIA EM GALPÕES DE FRNAGO DE CORTE:

Revisão Bibliográfica

Trabalho de conclusão do curso de Graduação
em Medicina Veterinária Apresentado junto à
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
da Universidade de Brasília.

Aprovado em 05/11/2021

Banca Examinadora:

Prof.a. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci. Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento: Aprovada

Prof.a. Dra. Lígia Maria Cantarino da Costa. Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento: Aprovada

MS. Frederico Lopes da Silva. Doutorando do curso de Saúde Animal/FAV/UnB

Julgamento: Aprovada

DEDICATÓRIA

À Deus, minha família, meu namorado e amigos, os quais sempre me deram apoio para alcançar meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, sem o qual nada seria possível. Agradeço a minha família, em especial aos meus pais Sheila Cristina Martins da Silva e Mário Fonseca Filho, pois essa conquista também é deles, que sempre me deram todo apoio do mundo para seguir meus sonhos.

Agradeço ao meu namorado Lucas Barbosa Ferreira Lima, por todo apoio e incentivo nos momentos mais difíceis.

Agradeço à todas as amigas que a veterinária trouxe para a minha vida, as quais deixam os dias mais leves e descontraídos, em especial a Gisely Ribeiro, que foi minha monitora, companheira de projetos no laboratório e por fim tive o prazer de acompanhar durante o estágio final.

Agradeço ã todos os docentes que fizeram parte da minha graduação e contribuíram para a minha formação profissional, em especial a Profa. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci, por me apresentar a Avicultura, me contagiar com o todo o amor por essa área, por sempre me orientar, desde os projetos de iniciação científica.

Agradeço ã toda equipe da Seara Brasília, em especial ao Bruno Kolachinsky, Alex Rodrigo Soares Delgado, Wilson Borges Silva, Darana Valverde Mendes e Ana Luiza Alcântara de Sousa, pela oportunidade de estágio e por toda experiência que tive o prazer de adquirir ao longo do estágio.

Por fim, agradeço ao meu avô Francisco Martins da Silva, que me ensinou desde criança que devemos sempre amar, cuidar e respeitar os animais e agradeço a todos os animais que passaram pela minha vida, seja na graduação ou fora dela e que sempre me ensinaram muito, em especial a Pérola, que me ensina todos os dias o que é amor e companheirismo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
PARTE I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. AMÔNIA.....	13
3. BEM-ESTAR NA AVICULTURA DE CORTE.....	15
4. VENTILAÇÃO.....	18
5. CAMA DE FRANGO.....	20
6. DIETA DAS AVES.....	23
7. EFEITOS DAS ALTAS CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA NOS AVIÁRIOS DE FRANGOS DE CORTE.....	24
8. ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DO NÍVEL DE AMÔNIA NOS GALPÕES.....	26
9. CONCLUSÃO.....	27
10. REFERÊNCIAS.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Síntese do ácido úrico (principais reações). Enzimas: (1) ribose 5-fosfato pyrophosphokinase, (2) glutamina fosforribosil pirofosfato aminotransferase, (3) fosforribosil sintetase glicinamida, (4) amido-ligase, (5) sintetase específica, (6) xantina oxidase. Fonte: D'Mello, 2003.

RESUMO

A amônia (NH_3) é um dos principais gases encontrados nos galpões de criação de frangos de corte, uma vez que as excretas produzidas pelas aves sobre a cama são fontes de nitrogênio para a produção de amônia. Esse trabalho tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica sobre a dinâmica do acúmulo da amônia nos galpões de frangos, quais prejuízos este acúmulo pode trazer o bem-estar animal e para a saúde dos animais e trabalhadores na avicultura de corte, além de recomendações sobre como minimizar esses efeitos.

A metodologia utilizada para este trabalho de revisão bibliográfica foi baseada em consulta de periódicos nacionais e internacionais utilizando a plataforma CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) através do acesso remoto à Biblioteca Central da Universidade de Brasília (UnB). As informações mais relevantes sobre o tema foram compiladas, analisadas e descritas resumidamente nesta revisão bibliográfica.

Estudos comprovam que concentrações de até 20 ppm de amônia não causam prejuízos as aves ou aos trabalhadores. Porém, quando em altas concentrações devido à ventilação inadequada, manejo inadequado da cama e o excesso de proteína na dieta das aves, a amônia pode afetar o bem-estar das aves predispondo às doenças, aumentando a mortalidade, reduzindo o desempenho zootécnico, além de predispor à problemas respiratórios e oculares. Os principais fatores envolvidos na síntese da amônia são as fontes de nitrogênio, presentes em grande quantidade nas excretas das aves, a temperatura, o pH e a umidade. Diante disso, o manejo adequado do aviário para o controle da formação de amônia é indispensável para evitar o excesso do gás no ambiente. Em conclusão, a fim de evitar tais danos, é recomendável investir no manejo adequado da cama, uso de aditivos que reduzem o pH, adequação da dieta para a redução da volatilização da amônia e diminuição da urease, com conseqüente redução do nível de amônia atmosférica dentro dos galpões.

Palavras-chave: amônia, avicultura, bem-estar, desempenho

ABSTRACT

Ammonia (NH_3) is one of the main gases found in large quantities in broiler houses, since the excreta produced by the birds on the litter are sources of nitrogen to produce ammonia. This work aims to carry out a literature review on the dynamics of ammonia accumulation in broiler houses, the damage this accumulation can bring to animal health and welfare in poultry farming, as well as recommendations on how to minimize these effects.

The methodology used for this review was based on search of national and international journals using the CAPES platform (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) through remote access to the Biblioteca Central da Universidade de Brasília (UnB). The most relevant information on the subject was compiled, analyzed, and briefly described in this literature review.

Studies prove that concentrations of up to 20 ppm of ammonia do not harm birds or workers. However, when ammonia concentrations are higher due to inadequate ventilation, unappropriate litter management and excess protein in the broiler's diet, ammonia can affect the well-being of broiler, predisposing them to diseases, increasing mortality, reducing animal performance, and predispose to respiratory and eye problems. The main factors involved in the synthesis of ammonia are the sources of nitrogen, present in large amounts in the excreta of birds, the temperature, pH and humidity. Therefore, proper management of the aviary to control the formation of ammonia is essential to avoid excess of gas in the environment.

In conclusion, to avoid such damage, it is proposed to invest in litter management, use of additives that reduce pH and diet adequacy to minimize ammonia volatilization and urease reduction, with consequent reduction in atmospheric ammonia level inside the sheds.

Keywords: ammonia, poultry, welfare, performance

1. INTRODUÇÃO

O bem-estar animal pode ser definido como um equilíbrio entre o animal e o meio ambiente, o qual deve proporcionar conforto, condições de saúde e evitar as diversas formas de estresse. (MOURA et al., 2006). A amônia é um dos principais poluentes aéreos encontrados em altas concentrações na avicultura, principalmente em criações de aves para corte em galpões fechados (OWADA et al., 2007). As rações ricas em proteínas com o objetivo de atender todas as necessidades do animal na produção, aumentam a quantidade de compostos nitrogenados liberados nas excretas, os quais são transformados em amônia em contato com o ambiente, microrganismos e outros fatores ambientais (GAY et al., 2005). As concentrações de 20 ppm em criações são consideradas aceitáveis, sem causar prejuízos. Porém, na última semana de criação dos animais, os valores normalmente podem ultrapassar 50ppm, interferindo significativamente no bem-estar e na produtividade as aves (OWADA et al., 2007). As concentrações acima de 50 ppm podem resultar em baixa taxa de crescimento, predisposição a problemas respiratórios, maior taxa de mortalidade e lesões oculares (DE ALMEIDA et al., 2016). Por se tratar de um problema recorrente na produção de aves de corte, há diversos trabalhos com alternativas para controle da produção de amônia em galpões, como melhorias no sistema de ventilação, mudanças no teor de proteína nas dietas e uso de aditivos na cama de frango para reduzir a volatilização de amônia, com o objetivo de melhorar o bem-estar e a produtividade das aves (SOUZA et al., 2016). Esse trabalho tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica sobre ocorrência do acúmulo da amônia na produção e quais prejuízos podem trazer para a saúde e o bem-estar animal na avicultura de corte, além das alternativas que podem ser utilizadas para o seu controle e redução.

2. AMÔNIA

A amônia (NH_3) é um gás incolor em temperatura ambiente, possui um forte odor e densidade menor que a do ar atmosférico. É bastante solúvel em água, além de ser muito utilizada como fonte de nitrogênio em fertilizantes (FELIX et al., 2004). Apesar de ser incolor, o odor forte e característico permite a identificação do gás no ambiente, mesmo em baixas concentrações (STERN et al., 1976). Em ambientes fechados de criação intensiva de animais, as fezes e urina eliminadas são fontes de amônia, e podem resultar em altas concentrações do gás no ambiente, o que pode acarretar problemas de saúde, tanto para os animais quanto para os trabalhadores (KRISTENSEN et al., 2000).

As principais fontes de amônia ambiental são a queima de combustíveis fósseis, uso de fertilizantes amoniacais na agricultura, com o objetivo de melhorar a produção, e a volatilização de resíduos animais e excrementos humanos (GALLOWAY et al., 1995).

A amônia é formada a partir do amônio, o qual não é volátil e por isso se acumula e se torna uma grande fonte de nitrogênio, isso faz com que a cama de frango, que é um resíduo da avicultura, se torne um fertilizante orgânico de baixo custo e boa qualidade para a agricultura.

Segundo Ndegwa et al. (2008), a amônia produzida nos galpões avícolas tem origem nas excretas nitrogenadas, na forma de ácido úrico, liberadas pelas aves. O ácido úrico presente no material de cama, ao entrar em contato com microrganismos e umidade, é metabolizado e transformado em amônia.

Vale ressaltar que o ácido úrico vem da dieta das aves, quando a quantidade de proteína ingerida é superior ao necessário para o crescimento e manutenção, uma vez que as aves precisam excretar a parte excedente já que o organismo não possui mecanismos para reserva de proteína e/ou aminoácidos advindos de proteína em excesso na alimentação (LEESON et al., 2009).

A proteína ingerida na alimentação das aves, durante a digestão é quebrada em peptídeos e, em seguida, em aminoácidos, que são utilizados para a síntese de novas proteínas no organismo do animal e como fonte de nitrogênio para outras moléculas. Quando em excesso, são metabolizados em compostos nitrogenados e em seguida excretados (LEESON et al., 2009).

O grupamento amina é metabolizado no fígado, mais especificamente no citosol dos hepatócitos, que o transforma em amônia (NH_4^+). A amônia livre é bastante tóxica para os animais, especialmente para o sistema nervoso, pois altera a permeabilidade das células em consequência de alterações nos canais iônicos, e por esse motivo precisa ser transformada em um composto não tóxico. A amônia livre se liga ao glutamato formando a glutamina, que é um composto não tóxico. A alanina também pode se ligar a amônia através do ciclo da glicose-alanina para que a amônia possa ser transportada do músculo para o fígado (NELSON et al., 2018).

Os grupos amina, quando não são utilizados pelas aves para a síntese de novos aminoácidos ou de outros produtos nitrogenados, são transformados em ácido úrico para a excreção. Essa biotransformação é uma adaptação para reduzir da perda de água durante a excreção do nitrogênio, porém, a reação demanda energia para a eliminação do nitrogênio em excesso de forma semissólida, com a menor perda de água possível (NELSON et al., 2018). Por esse motivo, o ácido úrico ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$) excretado pelas aves é a maior fonte de nitrogênio presente nas excretas e, conseqüentemente, na cama de frango e que origina a amônia encontrada nos aviários (Ndegwa et al., 2008).

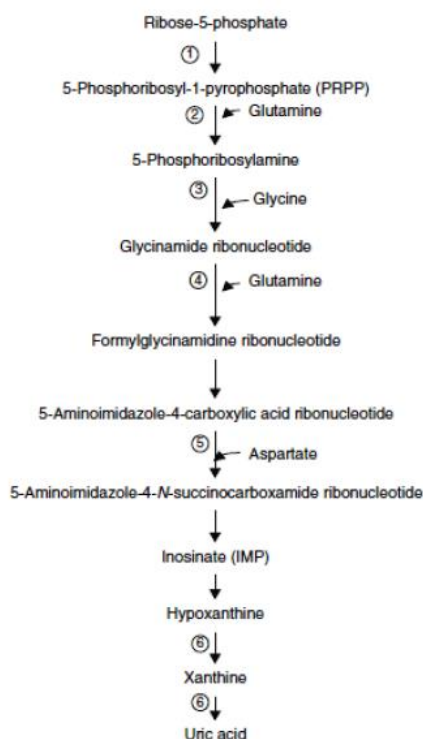
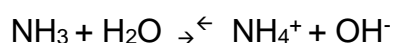


Figura 1. Síntese do ácido úrico (principais reações). Enzimas: (1) ribose 5-fosfato pyrophosphokinase, (2) glutamina fosforribosil pirofosfato aminotransferase, (3) fosforribosil sintetase glicinamida, (4) amido-ligase, (5) sintetase específica, (6) xantina oxidase. Fonte: D'Mello, 2003.

Os principais fatores que influenciam no processo de formação da amônia a partir das excretas são: pH, temperatura e umidade. O pH controla o equilíbrio entre a formação do gás amônia (NH₃) a partir do íon amônio (NH₄⁺), que não é volátil e não se acumula na atmosfera, sendo que em pH ácido (valores abaixo de sete), menor vai ser a transformação de amônio em amônia. Quando o pH atinge valores abaixo de 4,5 quase toda a amônia se encontra na forma de amônio (NH₄⁺), reduzindo a quantidade de amônia na atmosfera. A temperatura interfere na formação da amônia, uma vez que altera a constante de equilíbrio da reação, sendo que, quanto maior a temperatura, o equilíbrio da reação vai favorecer a formação de amônia (NH₃) (VILELA et al., 2020). Ainda, a umidade afeta as concentrações de amônia atmosférica, uma vez que reduz a sua volatilização e favorece a formação do amônio (MEDEIROS et al., 2008).



3. BEM ESTAR NA AVICULTURA DE CORTE

Em 1965, com o objetivo de garantir condições mínimas de bem-estar e evitar o sofrimento dos animais de produção, o Relatório de Brambell definiu de forma ampla o bem-estar abrangendo a fisiologia e o comportamento animal. Além disso, foram definidos 5 estados emocionais, conhecidas como cinco liberdades, sendo essas recomendações para a manutenção dos animais de criação. Essas liberdades foram descritas inicialmente como a liberdade do animal de se levantar, deitar, virar, se limpar e esticar seus membros (MOLENTO, 2005).

No ano de 1979, a UK Farm Animal Welfare Council reformulou as 5 liberdades de forma mais abrangente e que são atualmente conhecidas, são elas: a liberdade de fome e sede, de desconforto, de dor, injúria e doença, liberdade para expressar

seus comportamentos naturais e livre de medo e estresse. O que atualmente são resumidos, respectivamente, em: liberdade nutricional, ambiental, sanitária, comportamental e psicológica (MOLENTO, 2005; HÖTZEL, et al., 2004)

De acordo com a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2018), o bem-estar animal indica como o animal está lidando com as condições em que lhe são impostas. Nesse cenário, o animal é considerado em bom estado de bem-estar quando está saudável, confortável, bem nutrido, seguro e capaz de expressar seu comportamento natural e livre de dor, medo e angústia.

O desenvolvimento da genética na avicultura, associado a manejo nutricional e sanitário, proporcionou a expansão da criação de aves em uma escala industrial. Associado a essa escala de produção, está a preocupação com o bem-estar das aves e, no caso da avicultura de corte, a densidade de aves, a ambiência e o manejo pré-abate são considerados os pontos críticos para o bem-estar (ROCHA et al., 2008).

Para a avaliação do bem-estar das aves, alguns métodos podem ser utilizados, como avaliação do conforto térmico, qualidade do ar, quantidade de amônia, grau de luminosidade, reações comportamentais, densidade de aves no galpão, qualidade da cama, entre outros (MOURA et al., 2006). Na avaliação do conforto térmico, Nascimento et al. (2011) utilizaram o índice fuzzy para estimar as condições de conforto e perigo térmico das aves através de sensores de infravermelho capazes de medir a temperatura da superfície da pele e penas das aves, estimando o conforto térmico em tempo real.

Da mesma forma, o sistema de produção aplicado também é um dos fatores que afeta o bem-estar das aves. Em estudo realizado por Nazareno et al. (2011), foram avaliados o ambiente térmico, os parâmetros fisiológicos e o comportamento das aves durante um ciclo produtivo de quarenta e dois dias. Neste estudo, os sistemas de produção analisados foram: o semiconfinamento com três metros quadrados por ave por piquete, o semiconfinamento com seis metros quadrados por ave por piquete e o confinamento total com densidade de dez aves por metros quadrados. No experimento em questão, as aves submetidas ao sistema de semiconfinamento com três metros quadrados por ave foram as que apresentaram maior expressão dos comportamentos naturais. O sistema de confinamento total foi o que provocou maior grau de estresse térmico das aves, apresentando aves

com maior frequência respiratória, quando comparado aos outros sistemas analisados.

As altas concentrações de amônia (NH_3) são comuns na avicultura de corte, principalmente no sistema de confinamento total, segundo Owada et al. (2007) as concentrações ideais são em torno de 20 ppm, porém, durante a fase final do ciclo produtivo é comum apresentar cerca de 50 ppm. De acordo com Gonzales et al. (2011), concentrações superiores a 60 ppm, além de prejudicarem a conversão alimentar, predispõe as aves a doenças respiratórias, como aerosaculite. Além disso, é comum o aparecimento de alterações oculares, principalmente quando as concentrações de amônia estão entre 25 e 50 ppm na primeira semana de crescimento (OLANREWAJU et al., 2007).

Quanto aos trabalhadores, em estudo realizado por Carvalho et al. (2012), os pesquisadores observaram que as concentrações de amônia em níveis 10 ppm já causaram sensação de irritabilidade dos olhos e das narinas, apesar das concentrações preconizadas serem de 20 ppm para exposição de até 8 horas. Quando acima de 20 ppm pode causar queda da oxigenação sanguínea e vertigens, sendo recomendado o uso de máscaras durante a rotina dentro dos aviários com o objetivo de reduzir esses efeitos, principalmente no período de criação inicial do lote, no qual a temperatura é mais elevada o que favorece a volatilização da amônia.

O manejo pré-abate é considerado por muitos um ponto crítico no bem-estar das aves de corte. Essa etapa da cadeia produtiva tem início na granja, quando o fornecimento da ração é interrompido, iniciando o jejum das aves. O jejum é necessário para que ocorra a limpeza do sistema digestório da ave e evitar a contaminação da carcaça e dos equipamentos na linha de abate, ajudando em parte na conversão alimentar, uma vez que o alimento consumido algumas horas antes do abate não terá tempo para ser convertido em carne. O tempo de jejum varia dependendo da distância da granja para o abatedouro, o tempo de espera na plataforma, a temperatura, entre outros fatores (RUI et al., 2011). Durante o período de jejum na granja é de suma importância a manutenção do fornecimento de água, para que ocorra a digestão do alimento já ingerido pelo animal e a consequente limpeza do trato digestório, sendo que esse período varia de seis a oito horas antes

da apanha, totalizando um tempo de jejum até o abate de oito a doze horas (MENDES et al., 2001).

O tempo de jejum das aves deve ser muito bem calculado, pois quando o tempo de jejum é muito curto ocorre o esvaziamento parcial do sistema digestório, e em casos de jejum muito prolongado as aves são submetidas a uma situação de estresse. Ludtke et al. (2008) relacionaram o tempo de jejum com o desequilíbrio na flora intestinal favorecendo o aparecimento de bactérias oportunistas. Entre elas a *Salmonella spp.* pode ter seu desenvolvimento favorecido no papo em consequência do aumento temporário do pH, de 3,6 para 6,5-7,5 em condições de jejum prolongado. Associado às mudanças fisiológicas, em períodos de jejum muito longos antes da apanha, é comum os frangos ingerirem material de cama, que possui uma carga bacteriana elevada e que pode contaminar toda a carcaça, que por vezes será condenada no abatedouro.

Sendo a pega (ou apanha) dos frangos é um momento de grande estresse para a ave, e no Brasil a maior parte da apanha ocorre de forma manual, as equipes de apanha devem ser treinadas para realizar o trabalho com o objetivo de minimizar o estresse do animal e as lesões que ocorrem nessa etapa do pré-abate. Além disso, recomenda-se realizar a pega nos momentos mais frescos do dia, a fim de reduzir o estresse e as lesões, as aves devem ser subdividas em grupos para reduzir a movimentação da ave e da equipe no aviário, e é preconizado que a apanha seja feita pelo dorso do animal, técnica que reduz o estresse e o risco de fraturas principalmente de asa e pescoço, apesar de mais lenta (CASTILLO et al., 2010)

Para o transporte até o abatedouro, as aves são colocadas em caixas, sendo que a quantidade de ave por caixa depende do peso da ave e do tamanho da caixa, considerando ainda que é necessário que tenha espaço suficiente para se deitar, a fim de garantir o conforto da ave. Para reduzir o estresse térmico durante o transporte é possível ainda molhar as caixas após o carregamento, desde que a umidade do ambiente seja inferior a 50%, o tempo de transporte seja o menor possível, não podendo o caminhão efetuar pausas durante o trajeto. Chegando ao abatedouro, o ideal é que as aves não fiquem mais do que duas horas na plataforma de espera, que deve ser equipada com nebulizadores e ventiladores para melhorar a ambiência das aves (SILVA et al., 2007).

4. VENTILAÇÃO

Os principais gases produzidos no interior do aviário são a amônia, monóxido de carbono e o dióxido de carbono, e a ventilação mínima é utilizada nos aviários apenas para a remoção desses gases tóxicos do aviário e fazer a renovação do ar, proporcionando uma melhora nas condições de bem-estar e saúde das aves. Cabe salientar que a ventilação tem como objetivo além da renovação do ar dentro do aviário, auxiliar no controle da temperatura ambiente (MENEGALI et al., 2012). Assim, existem basicamente três sistemas de ventilação utilizadas nos aviários, sendo: o sistema de pressão positiva, no qual são utilizados ventiladores, o sistema de pressão negativa, no qual são utilizados exaustores, além do sistema de ventilação natural, o qual consiste na renovação natural do ar sem o uso de equipamentos.

Em grandes quantidades nos galpões, a amônia pode interferir de forma significativa na qualidade do ar, uma vez que, para animais a concentração máxima recomendada é de 20 ppm de amônia para exposição contínua no interior das instalações, durante todo o ciclo de produção (OWADA, et al., 2007). No entanto, em galpões com uma boa ventilação, há uma renovação contínua do ar presente no interior dos galpões, sendo esta medida considerada uma das principais para controle da concentração de amônia (ANGUS et al., 2003).

Menegali et al. (2010) avaliaram o desempenho de frangos de corte e o seu conforto térmico em relação ao sistema de ventilação utilizado. O estudo foi realizado no inverno no sul do Brasil durante a criação de dois lotes consecutivos, de 33 dias cada um. No estudo foram utilizados um sistema de ventilação de pressão negativa e outro de pressão positiva, ambos em galpões no mesmo setor produtivo, mesma orientação e mesmo tamanho, sendo de 100 metros de comprimento por 12 metros de largura e 2,8 metros de altura. O sistema de pressão negativa era composto por sete exaustores com vazão de 560 m³/min, enquanto no sistema de pressão positiva os ventiladores tinham vazão de 300m³/min dispostos alternadamente e aos pares a cada nove metros de distância entre eles. A temperatura foi medida a cada 15 minutos para avaliação do conforto térmico, e

para avaliação do desempenho foram usados o peso vivo, o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e taxa de mortalidade. Por conta da estação na qual foi realizada o experimento, em nenhum dos dois galpões a temperatura atingida foi a ideal considerada de conforto para as aves, apesar do aquecimento utilizado. Em relação aos índices zootécnicos avaliados, o sistema de pressão positiva apresentou maior peso vivo e menor conversão alimentar, enquanto a taxa de mortalidade e o consumo de ração foram ligeiramente maiores no sistema de ventilação negativo. Porém, ambos apresentaram resultados satisfatórios.

Em estudo realizado por Vigoderis et al. (2010), galpões com sistema de ventilação mínima garantiram concentrações de amônia abaixo do nível recomendado, sendo considerado ideal menor que 25 ppm nas quatro primeiras semanas de criação e menor que 50 ppm depois da quarta semana. Neste estudo, foram utilizados três ventiladores com vazão de 300 m³/min em um galpão medindo 12 metros de largura, 50 metros de comprimento e três metros, sendo que durante as duas primeiras semanas os ventiladores eram ligados por 30 segundos a cada ciclo de dois minutos, e da terceira semana em diante os ventiladores eram acionados ao fechamento as cortinas, por 30 segundos a cada dez minutos.

Nos galpões que utilizam ventilação por pressão negativa também é possível fazer o controle das concentrações de amônia. Em estudo realizado por Abreu et al. (2014), foram utilizados galpões de 100 metros de comprimento por 12 metros de largura e dois metros de altura, com oito exaustores, e densidade de 15 aves por metro quadrado. A concentração de amônia foi medida durante os 42 dias do ciclo produtivo, em 27 pontos distribuídos pelo aviário à altura das aves. Após a análise dos dados, foi observado que a concentração de amônia variou ao longo do aviário, sendo os menores valores observados na entrada e os valores mais altos na saída de ar, próximo aos exaustores. No 21^o dia de criação, foram detectados os maiores níveis de amônia, com concentração média de 9,2 ppm. Portanto, durante o estudo, os níveis médios de amônia se mantiveram abaixo dos 20 ppm, apesar de haver diferença na concentração ao longo do aviário, o que sugere eficiência desse sistema de ventilação na manutenção da concentração de amônia em níveis aceitáveis.

5. CAMA DE FRANGO

A cama de frango é utilizada como forração dos galpões na avicultura de corte como isolante térmico, para absorver a umidade, diluir uratos e fezes, e aumentar o conforto dos animais que são criados em confinamento, evitando a formação de calos no peito e lesões no coxim plantar (HERNANDES; CAZETTA, 2001). Contudo, vale ressaltar que o tipo e o manejo da cama de frango exercem influência direta na concentração da amônia nos galpões.

Com o objetivo de redução de custos, é comum a reutilização da cama de um lote de criação para outro, porém, para isso, deve-se realizar um manejo adequado antes do reaproveitamento para garantir saúde, o desempenho das aves e a qualidade da carcaça. Esse manejo tem como objetivo a redução do pH, o controle da umidade e do crescimento bacteriano, fatores que interferem diretamente na produção e volatilização da amônia (FIORENTIN, 2005).

O manejo preconizado para a reutilização da cama deve ser voltado para a inativação e redução da carga de microrganismos indesejáveis. Existem várias estratégias de manejo que podem ser feitas, no Brasil um dos mais comuns é a fermentação em leira, no qual inicialmente são retiradas as crostas e as partes mais úmidas da cama, especialmente nas áreas próximas aos comedouros e bebedouros, em seguida a cama é revirada para que as penas e larvas de insetos que ficam nas camadas mais profundas sejam expostos e logo após é utilizado lança chamas em toda superfície da cama. Na sequência, a cama é enleirada no centro do aviário, sendo recomendado a altura média de um metro, em seguida deve ser umedecida e coberta por uma lona por um período de dez a doze dias para que ocorra o processo de fermentação. Após o período de fermentação a cama é redistribuída pelo galpão, exceto na área de recebimento dos pintainhos (SILVA et al., 2011).

No entanto, o excesso de umidade na cama de frango é um dos fatores que mais contribuem para a qualidade da cama e para a formação da amônia nos aviários, o que pode ser decorrente da alta densidade de aves alojadas, falhas na regulação dos bebedouros, entre outros. Uma das formas de reduzir a umidade da cama é a boa ventilação, que tem a capacidade de controlar a umidade relativa do

ar no interior do aviário, associada à viragem. A redução da umidade da cama contribui ainda para redução da formação de cascos, e para menores perdas econômicas por calos de peito e calos de pata (WEAVER et al., 1991).

Além disso, o material usado sobre o piso como cama de frango também é um fator a se considerar. Em estudo realizado por Carvalho et al. (2011) e analisando diferentes materiais utilizados como cama, observaram que a casca de café e de arroz, quando reutilizados, resultaram em menores valores de pH e de umidade, e conseqüentemente, em menores emissões de amônia em relação à cama de maravalha fina.

Para contornar tais efeitos, o uso de aditivos é uma das alternativas mais econômicas e efetivas para a reutilização da cama, pois atuam no controle do pH e umidade da cama, inibindo a atividade da urease (GAY et al., 2009). O valor do pH é importante, uma vez que determina o equilíbrio entre a produção de amônia (NH_3) e amônio (NH_4), com a utilização de substâncias que acidificam a cama a emissão de amônia é reduzida (Ndegwa et al., 2008). Dentre os aditivos com a finalidade de reduzir a volatilização de amônia da cama que podem trazer resultados interessantes, estão o fosfato, o sulfato de cobre e o sulfato de alumínio, por exemplo, conforme comprovado por Medeiros et al. (2008). Neste ensaio, a redução da volatilização da amônia com o uso dos aditivos foi devido à redução do pH da cama, o que favoreceu a formação de amônio em detrimento da amônia, reduzindo a amônia volatilizada no ambiente.

A cal hidratada é um dos produtos mais utilizados na avicultura para controle da umidade na cama de frango e para controle de microrganismos, entre eles a *Salmonella*, que é uma bactéria de importância significativa para a avicultura, tanto pela saúde da ave quanto pelo potencial risco de contaminação alimentar em humanos. O crescimento bacteriano depende de vários fatores, dentre eles estão a umidade, temperatura, pH e matéria orgânica disponível. Em estudo de Day Pra et al. (2009), foi constatado que o uso da cal virgem elevou o pH da cama e reduziu a atividade de água da cama, dificultando o crescimento bacteriano. Sendo que o uso de 300g por metro quadrado de aviário foi considerado eficiente para o controle de *Salmonella spp* e *Clostridium spp*. Outro estudo avaliando o efeito do uso da cal hidratada no controle de *Alphitobius diaperinus* (cascudinho), que é considerado uma praga na avicultura por ser um vetor importante de *Salmonella* e reduzir o

desempenho das aves, concluiu que a aplicação de 400g de cal hidratada por metro quadro reduziu significativamente o percentual de larvas e adultos desse inseto (WOLF et al., 2014).

Da mesma maneira que há na literatura diversos estudos que indicam o uso de substâncias condicionantes na cama de frango para controle da umidade, carga microbiológica, pH e na melhora de índices zootécnicos, há alguns estudos que não identificaram vantagens no uso dessas substâncias. Ferreira et al. (2004) avaliaram o desempenho de frangos de corte em relação ao uso de sulfato de alumínio, gesso agrícola, superfosfato simples e cal hidratada e não foi observada nenhuma diferença estatística entre o controle e os tratamentos. No entanto, no estudo foi avaliado apenas as variáveis do ganho de peso, conversão alimentar e o consumo de ração.

6. DIETA DAS AVES

A proteína oferecida na dieta das aves é a principal fonte de nitrogênio, mas do total de proteína ingerida pelo animal, parte dela não é absorvida pelo organismo e precisa ser eliminada (CAUWENBERGHE, 2001). Quando em excesso no organismo, esse nitrogênio será excretado pelas aves na forma de ácido úrico, que em contato com a cama será decomposto por microrganismos e produzirá a amônia como resíduo (SOUZA et al., 2016). Por sua vez, a produção de amônia depende de diversos fatores, como visto anteriormente, como o tipo de ambiente, a umidade da cama, temperatura e umidade local (MIRAGLIOTTA, 2005).

Os níveis de proteína na dieta variam de acordo com a fase de criação do frango, a linhagem utilizada, o sexo, a presença de fibra na dieta, a quantidade de energia, entre outros. Uma estratégia para a redução da proteína bruta (PB) na formulação das dietas é o uso de aminoácidos específicos. Em pesquisa realizada por Viola et al. (2008), foi avaliada a eficiência do uso de rações com níveis reduzidos de PB suplementadas com aminoácidos sintéticos na alimentação de frangos de corte de 21 a 42 dias de vida. No estudo foram feitos dois experimentos, no primeiro foram testadas rações experimentais com diferentes níveis de PB (20,8%; 19,7%; 18,6% e 17,5%) formuladas com base em aminoácidos totais; no

segundo experimento foram utilizados os mesmos níveis de PB em rações formuladas com base nos aminoácidos digestíveis.

Neste caso, as aves alimentadas com as rações formuladas à base de aminoácidos totais obtiveram um desempenho inferior, com menor ganho de peso, menor rendimento de peito e coxa nos tratamentos com menor quantidade de PB, apesar da suplementação com os aminoácidos limitantes. Aves alimentadas com rações formuladas com base em aminoácidos digestíveis, apesar dos diferentes níveis de proteína utilizados nos tratamentos, não houve influência nos parâmetros de rendimento de carcaça e ganho de peso. No segundo experimento, as aves que receberam os tratamentos com porcentagens mais baixas de proteína resultaram em maior digestibilidade em razão da menor quantidade de farelo de soja, as dietas com alta digestibilidade favoreceram a retenção proteica.

Quando as dietas das aves são formuladas com base na proteína bruta (PB), muitas vezes apresentam níveis de aminoácidos que extrapolam as exigências do animal, aumentando a quantidade de compostos nitrogenados que precisam ser excretados. Como alternativa, a aplicação do conceito de proteína ideal possibilita formular rações com os níveis ideais de aminoácidos e menores quantidades de proteína bruta, mantendo ou até otimizando o desempenho do animal (SILVA et al., 2006).

Segundo Parsons e Baker (1994), o conceito de proteína ideal se refere à um conjunto de aminoácidos com total disponibilidade para digestão e metabolismo, calculado exatamente para fornecer as necessidades de todos os aminoácidos para manutenção e produção com máxima eficiência, sem excessos e sem deficiência. Com isso, é possível reduzir a quantidade de nitrogênio não utilizada pela ave e excretada, o que irá reduzir de forma significativa a formação de amônia na cama.

Além disso, devemos considerar que a alimentação é responsável pelo maior custo na produção do frango de corte e, para a produção de ração, o fornecimento de proteína é responsável por uma parte significativa desse custo. Diante disso, diversas pesquisas são feitas com dietas contendo menores níveis de PB e associadas à adição de enzimas como as proteases, amilases, celulasas, fitases, dentre outras, com o objetivo de melhorar a digestibilidade e o aproveitamento dos nutrientes ofertados na dieta (De Avila et al., 2017; COSTA et al., 2007).

7. EFEITOS DA PRESENÇA DE ALTAS CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA NOS AVIÁRIOS DE FRANGOS DE CORTE

Em primeiro lugar, está bem estabelecido na literatura que as aves submetidas a altas concentrações (acima de 25 ppm) de amônia são predispostas a problemas respiratórios e oculares, além de redução do consumo de alimentos, do desempenho das aves, piora da conversão alimentar e da mortalidade (OVETUNDE et al., 1978; OLANREWAJU et al., 2007; MILES et al., 2006), conforme sumarizado abaixo.

Em estudo feito por Oyetunde et al. (1978), os pesquisadores avaliaram os efeitos da exposição à amônia, poeira e *Escherichia coli* (*E. coli*) de forma isolada e combinada durante 12 horas de exposição diárias por 4 semanas. Os pintos foram expostos às concentrações de 100,65 a 100,98 ppm de amônia; a concentração de poeira variou de 101 mg/cm³ a 103,72mg/cm³ e a concentração média de *E. coli* foi de 33x10⁴ por grama de mistura poeira e *E. coli*. As aves expostas à amônia e/ou poeira apresentaram alterações microscópicas e microscópicas leves a moderadas na traqueia, pulmão e nos sacos aéreos. As aves que foram expostas apenas à *E. coli* não apresentaram alterações significativas, porém, quando associada à exposição da amônia e/ou poeira passam a apresentar alterações significativas. As aves expostas à amônia apresentaram um desconforto temporário, que resultou em redução no consumo de ração e perda de peso, mas o grupo com maior grau de lesões foi o exposto de forma concomitante às três variáveis. As aves expostas à amônia de forma isolada ou combinada com outro fator já apresentavam alterações macroscópicas e microscópicas nos sacos aéreos. A amônia, especialmente quando presente em níveis acima de 100ppm, pode causar lesão ao epitélio ciliar do trato respiratório das aves, os quais atuam na retenção de corpos estranhos, o que facilita o acesso de microrganismos e, conseqüentemente, predispõe às infecções secundárias (SATO et al., 1973).

Na primeira semana de vida, os pintos são mais sensíveis às alterações

oculares em decorrência de níveis de amônia acima de 50 ppm. Olanrewaju et al. (2007) avaliaram os efeitos da amônia e da intensidade de luz sobre às alterações oculares, usando os tratamentos controle (sem amônia) e outros dois tratamentos: 25 ppm ou 50 ppm de NH_3 durante 14 dias de exposição. A intensidade luminosa foi de 0,2 lx, 2,0lx e 20,0lx do oitavo ao 36º dia. As alterações oculares foram avaliadas por um oftalmologista veterinário no 1º, 7º, 15º e 36º dia, sendo que no 36º dia, pintos escolhidos aleatoriamente de cada tratamento foram sacrificados para análise do globo ocular. Foi observado no sétimo dia que as aves expostas a 50 ppm de NH_3 apresentaram um aumento significativo de lesões oculares em relação as aves expostas as concentrações de 0 e 25 ppm. Em relação à luminosidade, as aves expostas à menor quantidade de luz associada à maior concentração de amônia apresentaram mais lesões de úlcera na córnea. Após o decimo quarto dia, quando se interrompeu a exposição das aves à amônia, as lesões reduziram, não apresentando mais diferença estatística entre os tratamentos. Em conclusão, a exposição unicamente à luminosidade não foi capaz de provocar lesões oculares significativas, como a ceratoconjuntivite e uveíte, mas quando associada à altas concentrações de amônia podem agravar as lesões, uma vez que interrompida a exposição a amônia as lesões regrediram rapidamente, apesar das aves continuarem expostas aos diferentes níveis de luminosidade.

No estudo conduzido por Miles et al. (2004) foram avaliados os efeitos da concentração de amônia no desempenho de frangos de corte. Foram alocados 60 pintos de um dia em câmaras de ambiente controlado, expostos à diferentes concentrações de amônia (0, 25, 50 e 75 ppm), que foram pesados semanalmente no período de 7 semanas para avaliação do ganho de peso, mortalidade e o rendimento de carcaça da ave desossada. As aves expostas às concentrações de 50 e 75 ppm obtiveram ganho de peso 6% e 9% menores, respectivamente, em comparação às aves mantidas em ambiente livre de amônia. A mortalidade foi significativamente maior nas aves expostas a 75 ppm de NH_3 sendo de 13,9%, enquanto as aves que não foram expostas à amônia apresentaram taxa de mortalidade de 5,8%. Isso porque aves expostas à amônia acima de 25 ppm apresentam aumento da inatividade, o que resulta na redução do consumo e do ganho de peso das aves, aumento da conversão alimentar e, conseqüentemente, perda na remuneração do produtor.

8. ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE AMÔNIA NOS GALPÕES

Para redução da concentração de amônia nos galpões, vários fatores devem ser observados em conjunto, entre eles estão principalmente a redução da quantidade de proteína na dieta com o objetivo de reduzir a excreção de ácido úrico, uma vez que é a principal fonte de nitrogênio para a síntese de amônia. Além do controle de nitrogênio excretado, a utilização de um sistema de ventilação adequado, o qual permita uma eficiente eliminação da amônia de dentro do galpão associado ao tipo de cama utilizado e ao correto manejo da cama do aviário, especialmente em períodos de maior umidade (verão), a fim reduzir o pH e controlar a umidade são de suma importância para o controle concentração de amônia na atmosfera (SOUZA et al., 2016; ANGUS et al., 2003; GAY et al., 2009).

9. CONCLUSÃO

Quando em altas concentrações, especialmente acima de 50 ppm, a amônia presente nos galpões de criação de frangos leva a prejuízos para a avicultura de corte devido à redução no ganho de peso e aumento da mortalidade. Além disso, concentrações de amônia superiores a 20 ppm reduzem o bem-estar das aves, predispondo à ocorrência de doenças respiratórias e oculares. A fim de evitar tais danos, recomenda-se investir no manejo adequado da cama, adequação do teor proteico da dieta e uso de aditivos para a redução do pH da cama visando a redução da volatilização da amônia e diminuição da urease, com consequente redução do nível de amônia atmosférica dentro dos galpões.

10. REFERÊNCIAS

ANGUS, A. J.; HODGE, I.D.; MCNALLY, S.; SUTTON, M. A. The setting of standards for agricultural nitrogen emissions: A case study of the Delphi technique. *Journal of Environmental Management*, v. 69 (2003): 323–337, 2003. DOI: 10.1016/j.jenvman.2003.09.006

BAKER DH, HAN Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. *Poultry Science* 1994; 73: 1441-47.

CARVALHO, C. D., SOUZA, C. D. F., TINOCO, I. D. F., VIEIRA, M. D. F., MENEGALI, I., & SANTOS, C. R. D. (2012). Condições ergonômicas dos trabalhadores em galpões de frangos de corte durante a fase de aquecimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16, 1243-1251.

CARVALHO, T.M.R. DE; 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*, v. 46 (4): 351–361, 2011.

CASTILLO, CJC; RUIZ, N. J. Manejo pré-abate, operações de abate e qualidade de carne de aves. In: *CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS*. São Paulo: FACTA, 2010. p. 171-190.

CAUWENBERGHE, S. V. New developments in amino acid and protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: **13th European Symposium Poultry Nutrition. Blankenberg, Belgium. 2001**. 2001.

COSTA, F. G. P., BRANDÃO, P. A., BRANDÃO, J. S., & SILVA, J. H. V. D. (2007). Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 865-870.

D'MELLO, J. P. F. Amino acids as multifunctional molecules. *Amino acids in animal nutrition*, v. 2, p. 1-14, 2003.

DE AVILA, V. S., GOPINGER, E., BOTTCHER, A., RIGO, A., & KRABBE, E. L. (2017). Efeito do uso de proteases na dieta de frangos de corte sobre rendimento de carcaça. In *Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SEMINÁRIO TÉCNICO CIENTÍFICO DE AVES E SUÍNOS, 16.; FEIRA DA INDÚSTRIA LATINO-AMERICANA DE AVES E SUÍNOS, 2017, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Gessulli, 2017. AVESUI 2017..

DE ALMEIDA, G. C., DA SILVA, J. R., GOSLAR, M. S., DOS SANTOS, M. M., & BORSOI, A. (2016). Efeitos Adversos de Altos Níveis de Amônia na Sanidade e Desempenho de Frangos de Corte. **REVISTA ELETRÔNICA BIOCÊNCIAS, BIOTECNOLOGIA E SAÚDE**, 6(15), 134-136.

FELIX, E. P., CARDOSO, A. A. (2004). Amônia (NH₃) atmosférica: fontes, transformação, sorvedouros e métodos de análise. *Química Nova*, 27(1), 123-130.

FERREIRA, H. A.; OLIVEIRA, M. C.; TRALDI, A. B. Efeito de condicionadores químicos na cama de frango sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 542-546, 2004.

FIORENTIN, L. Reutilização da cama na criação de frangos e as implicações de ordem bacteriológica na saúde humana e animal. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 243 p. (Documentos, 94)

GAY, S.W.; KNOWLTON, K.F. Ammonia emissions and animal agriculture. Virginia Cooperative Extension, v. 442 (110): 1-5, 2009.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J. O. Método Simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 824-829, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000300030>

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Revista de etologia**, v. 6, n. 1, p. 3-15, 2004.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. Nottingham University Press, 2009.

LUDTKE, C. B.; GREGORY, N.; COSTA, O. A. D. Principais problemas e soluções durante o manejo pré-abate das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. São Paulo: FACTA, 2008. p. 109-128.

KRISTENSEN, H. H.; BURGESS, L. R.; DEMMERS, T. G. H.; WATHES, C. M.; *Appl. Animal Behaviour Sci* **2000**, 68, 307

MEDEIROS, R., SANTOS, B. J. M., FREITAS, M., SILVA, O. A., ALVES, F. F., FERREIRA, E. (2008). A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciência Rural**, 38, 2321-2326.

MENDES, A. A. Jejum pré-abate em frangos de corte. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 3, p. 199-209, 2001.

MENEGALI, I., BAÊTA, F. D. C., TINÔCO, I. D. F. F., CORDEIRO, M. B., & GUIMARÃES, M. C. D. C. (2010). Desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas de instalações semiclimatizadas no sul do Brasil.

MENEGALI, I., TINÔCO, I. F., ZOLNIER, S., CARVALHO, C. D., & GUIMARÃES, M. C. D. C. (2012). Influência de diferentes sistemas de ventilação mínima na qualidade do ar de galpões para frangos de corte. *Engenharia Agrícola*, 32(6), 1024-1033.

MILES, D. M.; BRANTON, S. L.; LOTT, B. D. Atmospheric ammonia is detrimental to the performance of modern commercial broilers. *Poultry science*, v. 83, n. 10, p. 1650-1654, 2004.

MILES, D. M., MILLER, W. W., BRANTON, S. L., MASLIN, W. R., & LOTT B. D. (2006). Ocular responses to ammonia in broiler chickens. *Avian Diseases*, 50(1), 45-49.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos- Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, 2005.

MOURA, D.J.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D.F.; SILVA, R.B.T.R.; CAMARGO, G.A. Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.8, n.1, p.137-48, 2006.

NASCIMENTO, G. R. D., PEREIRA, D. F., NÄÄS, I. D. A., RODRIGUES, L. H. (2011). Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. *Engenharia Agrícola*, 31, 219-229.

NAZARENO, A. C., PANDORFI, H., GUISELINI, C., VIGODERIS, R. B., PEDROSA, E. M. (2011). Bem-estar na produção de frango de corte em diferentes sistemas de criação. *Engenharia Agrícola*, 31, 13-22.

NELSON, D. L., & COX, M. M. (2018). *Princípios de Bioquímica de Lehninger-7*. Artmed Editora.

NDEGWA, P.M.; HRISTOV, A. N.; AROGO, J.; SHEFFIELD, R.E. A review of ammonia emission mitigation techniques for concentrated animal feeding operations. *Biosystems Engineering*, v. 100 (4): 453-469, 2008. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2008.05.010

OLANREWAJU, H. A., MILLER, W. W., MASLIN, W. R., THAXTON, J. P., DOZIER III, W. A., PURSWELL, J., BRANTON, S. L. (2007). Interactive effects of ammonia and light intensity on ocular, fear and leg health in broiler chickens.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SANIDADE ANIMAL (OIE). Estratégia Mundial de Bemestar Animal de la OIE. Maio, 2017. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estaranimal/arquivos/ES_OIE_AW_Strategy.pdf. Acesso em: 18 jun. 2021.

OWADA, A. N., NÄÄS, I. D. A., MOURA, D. J. D., BARACHO, M. D. S. (2007). Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. **Engenharia Agrícola**, 27, 611-618.

OYETUNDE, O. O.; THOMSON, R. G.; CARLSON, H. C. Aerosol exposure of ammonia, dust and Escherichia coli in broiler chickens. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 19, n. 7, p. 187, 1978.

RUI, B. R., ANGRIMANI, D. S. R., SILVA, M. A. A. Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. **Ciência Rural**, v. 41, p.1290-1296, 2011.

SATO, S., S. SHAYA and H. KOBAYASHI. Effect of ammonia on Mycoplasma gallisepticum infection in chickens. Natn. Inst. Anim. Hlth Qt., Tokyo 13: 45-53. 1973.

SILVA, M. A. N. D., BARBOSA FILHO, J. A. D., SILVA, C. J. M. D., ROSÁRIO, M. F. D., SILVA, I. J. O. D., COELHO, A. A. D., & SAVINO, V. J. M. (2007). Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1126-1130.

SILVA, V.S. Estratégias para reutilização de cama de aviário. In: **Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2011, Santos, SP. Anais... Santos: FACTA, 2011. Trabalhos de Pesquisa José Maria Lamas da Silva. p. 255-263., 2011.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; FASSANI, É. J.; PEREIRA, C.R. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35 (3): 840–848, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006000300029

STERN, A. C.; *Air Pollution: Measuring, Monitoring, and Surveillance of Air Pollution*, 3rd ed., Academic Press: San Diego, 1976.

VILELA, M. D. O., GATES, R. S., SOUZA, C. F., TELES JUNIOR, C. G., SOUSA, F. C. (2020). Nitrogen transformation stages into ammonia in broiler production: sources, deposition, transformation, and emission into the environment. *Dyna*, 87(214), 221-228.

VIGODERIS, R. B., CORDEIRO, M. B., TINÔCO, I. D. F. F., MENEGALI, I., SOUZA JÚNIOR, J. P. D., HOLANDA, M. C. R. D. (2010). Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(6), 1381-1386.

VIOLA, T. H., RIBEIRO, A. M. L., BERETTA Neto, C., & KESSLER, A. D. M. (2008). Formulação com aminoácidos totais ou digestíveis em rações com níveis decrescentes de proteína bruta para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 303-310.

WEAVER JR, William D.; MEIJERHOF, R. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens. *Poultry science*, v. 70, n. 4, p. 746-755, 1991.

WOLF, J., GOUVEA, A. D., SILVA, E. R. L. D., POTRICH, M., & APPEL, A. (2014). Physical methods and hydrated lime for management of lesser mealworm. *Ciencia Rural*, 44(1), 161-166.