



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE AMÔNIA NA PRODUÇÃO  
DE FRANGOS DE CORTE**

**NILSA DUARTE DA SILVA LIMA**

Dourados, MS  
Fevereiro de 2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE AMÔNIA NA PRODUÇÃO  
DE FRANGOS DE CORTE**

**NILSA DUARTE DA SILVA LIMA**

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia  
Coorientadora: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal

Dourados, MS  
Fevereiro de 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil

L732e

Lima, Nilsa Duarte da Silva.

Estimativa da emissão de amônia na produção de frangos de corte / Nilsa Duarte da Silva Lima. – Dourados, MS : UFGD, 2014.  
55 f.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Frangos de corte. 2. Avicultura. I. Garcia, Rodrigo Garófallo  
II. Título.

CDD: 636.5

Responsável: Vagner Almeida dos Santos. Bibliotecário - CRB.1/2620

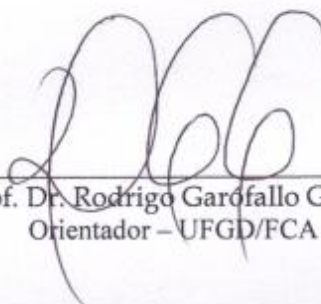
**“Estimativas da emissão de amônia na produção de frangos de corte”**

por

**NILSA DUARTE DA SILVA LIMA**

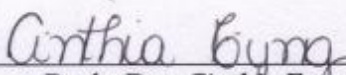
Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovada em: 13/02/2014



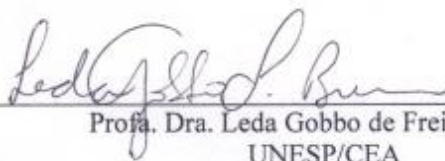
---

Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia  
Orientador – UFGD/FCA



---

Profa. Dra. Cinthia Eying  
UFGD/FCA



---

Profa. Dra. Leda Gobbo de Freitas Bueno  
UNESP/CEA

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir viver para conquistar mais essa etapa de minha vida, por sua bondade e misericórdia.

Ao Elves, marido amoroso e compreensível, por seu apoio em todo tempo. Por sua educação, generosidade, humildade e lealdade sempre.

Aos meus pais, André Rodrigues da Silva e Ramona Duarte de da Silva, agradeço a confiança, ajuda, honestidade e caráter. E a referência de que pessoas boas existem.

Ao Professor Rodrigo Garófallo Garcia pela ideia do projeto, orientação, dedicação e ensinamentos. E por fazer com que eu goste ainda mais dessa área. Todo Professor é digno de méritos! Que Deus te recompense. Muito Obrigada.

À Professora Irenilza de Alencar Nääs pela coorientação e colaboração no desenvolvimento da dissertação, por sua gentileza e exemplo de vida.

Às Professoras Giselle Borges Moura, Leda Gobbo de Freitas Bueno e Cinthia Eying pela colaboração nas bancas de qualificação e defesa, e participação na forma de ideias.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Alessandra Querino da Silva, Ana Carolina Amorim Orrico, Fernando Miranda de Vargas Junior, Ibiara Correia de Lima Almeida Paz, Marcus Vinícius Morais de Oliveira e Rafael Henrique de Tonissi Buschinelli de Goes.

E em especial aos Professores Andréa Maria Araújo Gabriel, Euclides Reuter de Oliveira e Paula Pinheiro Padovese Peixoto pelo apoio incondicional e carinho durante momentos difíceis passados e superados.

A técnica da UFGD, Maria Gizelma de Menezes Gressler pela amizade, generosidade e ajuda no desenvolvimento do projeto.

Ao Secretário do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Ronaldo Pasquim de Araújo por sua paciência, eficiência e generosidade.

Aos meus colegas e amigos Alice Watte Schwingel, Aline Maidana Dias, Danielly de Faria, Fabrício Araújo, Felipe Abreu, Lais Valenzuela Moura, Luciana Foppa, Luiz Henrique Xavier da Silva, Marco Aurélio Della Flora, Natalia Sunada, Rita de Kássia Silva dos Santos, Rose Ponso e Willian Biazolli, obrigada pela amizade, companheirismo e dedicação. Em especial a Silvana Simm, dividimos decepções e tristezas em vários momentos, mas levamos as satisfações e alegrias compartilhadas nesses dois últimos anos. Experiências essas que nos ajudam a crescer com sabedoria. Grandes amigos para toda vida! Que Deus abençoe todos.

As minhas irmãs Loida e Raquel Duarte da Silva pelos momentos felizes, companheirismo, confiança e lealdade. Ao meu irmão Eliel Duarte da Silva e cunhada Eny Turazzi. Obrigada por tudo! Melhores irmãos do mundo!

À empresa Frango Bello de Itaquiraí pela parceria no projeto, pela oportunidade de coletar dados para a elaboração desta dissertação. Também agradeço aos profissionais desta empresa que estiveram envolvidos direta ou indiretamente nas atividades pertinentes a este trabalho, os quais tiveram uma fundamental importância na coleta dos dados. Muito obrigada ao Gerente e Médico Veterinário Daniel Cavalet Corrêa, a Médica Veterinária Francieli Sordi Montagna e ao Técnico Agropecuário Ricardo Koch.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados pelo apoio financeiro para a execução do projeto e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante parte do curso de mestrado.

## ***Aprendendo a viver***

*Aprendi que se aprende errando.*

*Que crescer não significa fazer aniversário.*

*Que o silêncio é a melhor resposta, quando se ouve uma bobagem.*

*Que trabalhar significa não só ganhar dinheiro.*

*Que amigos a gente conquista mostrando o que somos.*

*Que os verdadeiros amigos sempre ficam com você até o fim.*

*Que a maldade se esconde atrás de uma bela face.*

*Que não se espera a felicidade chegar, mas se procura por ela.*

*Que quando penso saber de tudo ainda não aprendi nada*

*Que a Natureza é a coisa mais bela na Vida.*

*Que amar significa se dar por inteiro*

*Que um só dia pode ser mais importante que muitos anos.*

*Que se pode conversar com estrelas*

*Que se pode confessar com a Lua*

*Que se pode viajar além do infinito*

*Que ouvir uma palavra de carinho faz bem à saúde.*

*Que dar um carinho também faz...*

*Que sonhar é preciso*

*Que se deve ser criança a vida toda*

*Que nosso ser é livre*

*Que Deus não proíbe nada em nome do amor.*

*Que o julgamento alheio não é importante*

*Que o que realmente importa é a Paz interior.*

*"Não podemos viver apenas para nós mesmos,*

*Mil fibras nos conectam com outras pessoas,*

*e por essas fibras nossas ações vão como causas*

*e voltam pra nós como efeitos."*

*(Herman Melville)*

## SUMÁRIO

RESUMO .....	10
ABSTRACT .....	12
CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	14
CAPITULO I .....	16
REVISÃO DE LITERATURA.....	17
1.1 Influência do material de cama em emissões de amônia .....	20
1.2 Aspectos da microbiota da cama de frangos de corte .....	21
1.3 Aspectos econômicos e ambientais sobre a reutilização de cama .....	22
1.4 Fatores que afetam a emissão de amônia .....	24
2. Referências Bibliográficas .....	26
CAPITULO II .....	31
ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE AMÔNIA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE .....	32
Resumo .....	32
Abstract.....	34
1. Introdução .....	36
2. Material e Métodos .....	37
2.1 Ambiente Térmico .....	39
2.2 Estimativa da emissão de amônia .....	39
2.3 Análise estatística.....	41
3. Resultados e Discussões .....	42
3.1 Ambiente Térmico .....	42
3.2 Estimativa da emissão de amônia .....	47
4. Conclusão.....	51
5. Referências Bibliográficas .....	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	55



**LISTA DE TABELAS****CAPITULO II**

- Tabela 1. Análise de variância para temperatura da cama (TC), pH da cama, temperatura do aviário (TA) e umidade relativa do ar interna (UR), respectivamente ..... 42
- Tabela 2. Médias da temperatura interna (TC) e pH da cama, temperatura interna e umidade relativa interna (UR) do aviário durante o período de coletas de dados em ambas as fases avaliados. .... 43
- Tabela 3. Análise de variância para estimativa da emissão de amônia por cama de frangos de corte ( $E \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ) em dois sistemas de pressão negativa (Sistema Túnel e Dark House) e durante dois lotes em quatro fases de criação. .... 48
- Tabela 4. Estimativa da emissão de amônia por cama de frangos de corte ( $E \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ) em dois sistemas de pressão negativa (Sistema Túnel e Dark House) e durante dois lotes em diferentes fases de criação (7, 21, 35 e 42 dias) ..... 49

**LISTA DE FIGURAS****CAPITULO II**

Figura 1. Interior dos Aviários: A- Sistema Dark House. B- Sistema Túnel .....	38
Figura 2. Medidor portátil de pH e temperatura (Modelo ITPH-2200) .....	39
Figura 3. Pontos de coleta dos dados no interior dos aviários de frangos de corte (12 x 150 m – Sistema Túnel e 15 x 150 m Dark House).....	40
Figura 4. Tela do software de estimativa de amônia ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ ).....	41
Figura 5. Temperatura interna da cama (TC) média dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) registrada durante as quatro idades das aves.....	44
Figura 6. Médias de pH da cama dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) registradas durante as quatro idades das aves .....	45
Figura 7. Temperatura interna (TA) média dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) registrada durante as quatro idades das aves .....	46
Figura 8. Umidade relativa do ar (UR) média dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) registrada durante as quatro idades das aves.....	47
Figura 9. Emissão média de amônia ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ ) dos dois lotes para cada um dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) durante as quatro idades das aves .....	51

## RESUMO

LIMA, Nilsa Duarte da Silva. **Estimativa da emissão de amônia na produção de frangos de corte**. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

O objetivo foi estimar a emissão de amônia da cama de frangos de corte de aviários em dois sistemas de pressão negativa (Sistema Túnel e Dark House), com o auxílio de um software desenvolvido a partir da seguinte equação:  $E = \exp(-6,5023 + 0,3020\text{dia} + 0,1218\text{TC} + 0,6142\text{pH} - 0,0043\text{dia}^2)$ , em diferentes idades do ciclo de criação (7, 21, 35 e 42 dias). O experimento foi conduzido em oito aviários comerciais na região de Itaquiraí – MS, durante os meses de março a abril. As variáveis registradas foram: idade das aves (dia), pH e temperatura da cama (°C). As aves foram alojadas em lotes mistos, em densidade média de 14 aves/m<sup>2</sup>, em cama de maravalha de terceira reutilização. As variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) dos aviários foram coletadas em todas as fases, no painel do sistema de controladores de ambiente, no período da manhã. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2x4 (tipos de aviários: Sistema Túnel e Dark House x fases de criação/idades: 7, 21, 35 e 42 dias) com quatro repetições por tratamento. Na análise da estimativa da emissão de amônia utilizou-se um esquema fatorial 2x2, considerando tipos de aviários (Sistema Túnel e Dark House) e números de lotes (dois lotes) com duas repetições. Observou-se para os aviários no Sistema Túnel, menores médias de temperatura e pH da cama, apresentando diferença aos 42 dias em relação ao sistema Dark House. No fator idade das aves para a TC e pH, observou-se maiores médias na última idade, aos 42 dias. As médias da temperatura interna do aviário (TA) não apresentou diferença significativa nos dois tipos de aviários. As médias da umidade relativa do ar (UR) entre aviários não diferiram, porém houve interação entre fatores: tipo de aviário x idade das aves, sendo diferentes estatisticamente aos 35 e 42 dias. Para o fator tipo de aviário, na idade de 21 dias observou-se maior emissão média para o aviário Dark House. E para a fase de 35 dias, houve interação entre os fatores Tipo de Aviário x Número de lotes, onde se observou maior média no Lote 2 para o Dark House (4.215,43 mg/m<sup>2</sup>/h) e diferente do Lote 1 (2.606,94 mg/m<sup>2</sup>/h). Na última fase, aos 42 dias, considerando o fator tipo de aviário, observou-se maior média da estimativa de emissão de amônia para o Dark

House com 5.139,81 mg/m<sup>2</sup>/h. A estimativa da emissão de amônia foi mais elevada, aos 42 dias, com maior média da estimativa de emissão de amônia para o Dark House, não havendo diferença entre o número de lotes.

**Palavras-chave:** NH<sub>3</sub>, impacto ambiental, instalação avícola, pressão negativa, avicultura.

## ABSTRACT

LIMA, Nilsa Duarte da Silva. **Estimation of ammonia emission in the production of broilers.** Dissertation (MSc in Zootecnia). Faculty of Agricultural Sciences, Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

The aim was to estimate the emission of ammonia from bed of poultry farms in two systems of negative pressure (Tunnel System and Dark House), with the aid of software developed from the following equation:  $E = \exp(-6,5023 + 0.1218 + 0.3020 \text{ days TC} + 0.6142 \text{ pH} - 0.0043 \text{ day}^2)$  at different ages (7, 21, 35 and 42 days). The experiment was carried out on eight commercial poultry farms in the region of Itaquiraí - MS, during the months from March to April. The following variables were recorded: age of the birds (day), pH and bed temperature ( $^{\circ}$  C). The birds were housed in mixed lots, with an average density of 14 birds/m<sup>2</sup>, in third reuse shavings bed. The environmental variables (temperature and relative humidity) of the poultry farms were collected at all stages in the environment controlling system panel, during the morning. The design was a completely randomized design with a 2x4 factorial design (types of poultry farms: Tunnel System x and Dark House and ages 7, 21, 35 and 42 days old) with four replicates per treatment. In the analysis of estimated ammonia emission, it was used a 2x2 factorial design, considering types of poultry farms (Tunnel System and Dark House) and the number of lots (two lots) with two replications. It was observed on Tunnel System the lowest mean temperature and pH of the bed, presenting differences at 42 days compared to Dark House system. At the age factor to TC and pH, it was observed higher averages at 42 days old. The mean temperature inside the poultry farm (TA) showed no significant difference in the two types of poultry farms. The mean relative humidity (RH) did not differ between poultry farms, but there was interaction between factors: type of avian x age of the birds, being statistically different at 35 and

42 days old. Factor for the type of poultry farm, at 21 days old was observed a higher average emission for Dark House system. 35 days old, there was an interaction between the factors type of poultry house x number of lots, where the higher average observed was Lot 2 on the Dark House (4215.43 mg/m<sup>2</sup>/h) and Lot 1 showed (2606.94 mg/m<sup>2</sup>/h). In the last phase, at 42 days old, considering the type of poultry farm, it was observed a higher average estimate of ammonia emissions to the Dark House with 5139.81 mg/m<sup>2</sup>/h. The estimated ammonia emission was higher, at 42 days old, with higher mean estimate of ammonia emissions to the Dark House, with no difference between the numbers of lots.

**Keywords:** NH<sub>3</sub>, environmental impact, broiler houses, negative pressure, poultry.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O constante crescimento da cadeia avícola no Brasil, maior exportador mundial e o terceiro maior produtor de carne de frango, traz o desafio de gestar os impactos ambientais das mudanças climáticas na produção animal e no setor industrial, causam preocupações com os resíduos poluentes gerados, tornando-se indispensável para minimizar os efeitos da poluição emitidos pela avicultura de corte, principalmente a emissão de gás amônia. A elaboração de estratégias de manejo e gestão ambiental, com conceito de sustentabilidade, deve ser de forma a obterem-se produtos de alta qualidade com custo menor.

A produção animal confinada, principalmente nas instalações de frangos de corte, pode levar à contaminação do ar podendo ser prejudiciais sobre a saúde tanto do animal quanto humana. As taxas de emissão de poluentes na produção animal (como o odor, gases, poeiras e microrganismos) variam ao longo do ano ou períodos, por isso, a quantificação destes torna-se difícil. Mesmo em aviários totalmente climatizados, ou seja, até com controle do microclima interno, tem-se variações da emissão de odor, amônia e poeira, sendo que a presença destes é normalmente utilizada como indicador de poluente do meio ambiente.

A cama de frangos de corte possui potencial fertilizante, pois contem quantidade considerável de nitrogênio, mas que, com a volatilização do nitrogênio, ou seja, a emissão de amônia prejudica a qualidade do uso da cama para adubação das plantas.

Fatores como temperatura, umidade relativa do ar, pH, textura da cama (tipo de cama), podem afetar a volatilização de amônia no galpão. Seguir práticas de gestão

ambiental, para reduzir a emissão de amônia durante as fases de criação de frangos de corte resultara em melhores índices de desempenho e menor impacto ambiental na avicultura.

A dissertação encontra-se dividida em dois capítulos. No Capítulo I apresenta-se uma breve revisão de literatura sobre os aspectos relevantes dos impactos ambientais da emissão de amônia por cama de frangos de corte em aviários de frangos de corte.

O Capítulo II, intitulado Estimativa da Emissão de Amônia na Produção de Frangos de Corte, tem como objetivo estimar a emissão da amônia por cama de frangos de corte em aviários no sistema de pressão negativa (sistema Túnel e Dark House) com o auxílio de um software desenvolvido por Miragliotta et al. (2004), em diferentes idades do ciclo de criação das aves (7, 21, 35 e 42 dias).



**CAPÍTULO I**  
**REVISÃO DE LITERATURA**

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

A produção de carne de frango no Brasil foi de 12,645 milhões de toneladas em 2012, reduziu 3,17% em relação ao ano de 2011, mas com estimativas de crescer 3% em 2014. Do volume total produzido, 69% foram destinados ao consumo interno e 31% para exportações. Do total, 2,80% foram abatidos no estado de Mato Grosso do Sul, ou seja, 354,06 mil toneladas de frangos (UBABEF, 2013). Considerando a produção média de cama de 2,19 kg por frango de corte na matéria natural (MN), estima-se que em 2012 foram produzidos 775,39 mil toneladas de cama de frango (MN) (SANTOS e LUCAS JR., 2003).

A cadeia produtiva da avicultura de corte em Mato Grosso do Sul passou por um processo de expansão a partir da década de 90, principalmente, avanços tecnológicos. Esta expansão deve-se a migração de empresas da região Sul para o Centro-Oeste que buscaram no estado, por possuir grandes áreas agricultáveis, insumos como a soja e milho a preços mais acessíveis, além de incentivo fiscal, o que proporcionou uma redução do custo de produção. Com isso, ocorreu a implantação de distritos industriais como forma de consolidação e racionalização de recursos agroindustriais, contribuindo para um elevado crescimento da produção de carne de frango na região (BARCZSZ e LIMA FILHO, 2009).

Assim, a avicultura industrial tem evidenciado elevado nível de produção, com captação de novas tecnologias e transferidas com eficiência ao consumidor final, em forma de produtos de melhor qualidade. Portanto, para produção de frangos de corte ser eficiente torna-se necessário controlar o ambiente, no sistema produtivo, para garantir alto padrão de qualidade, ou seja, é importante investir em tecnologias para melhorar o

ambiente interno do galpão, pois afetam o bem-estar e conseqüentemente a produtividade das aves (PEREIRA, 2011).

Com o crescimento acelerado da cadeia avícola no Brasil, os impactos ambientais das mudanças climáticas na produção animal e no setor industrial, causam preocupações com o resíduo poluente gerado. Tornando-se indispensável para minimizar os efeitos da poluição emitidos pela avicultura de corte, principalmente gases como a amônia, a elaboração de estratégias de manejo e gestão ambiental com conceito de sustentabilidade. Estratégias de gestão para que se obtenham produtos de alta qualidade com custo menor. Esta preocupação induziu o mercado a dar importância quanto à ambiência e ao manejo de criação das aves, criando novas regras de consumo sustentável (MARÍN, 2011).

As elevações dos níveis de amônia durante a fase de criação de frangos de corte pode produzir efeitos diversos sobre a saúde das aves como dano ocular, pulmonar, ascite, diminuição do consumo de ração e podendo causar morte, afetando diretamente a eficiência de produção. O trabalhador em contato com níveis elevados de amônia também pode ter sua saúde prejudicada podendo ocasionar irritações das mucosas da boca, olhos, garganta e pele nos trabalhadores expostos a grandes concentrações no ambiente, além de provocar a poluição dos recursos naturais como água, ar e solo (PALHARES et al., 2011).

A qualidade da cama é importante ao bem estar das aves, pois exerce influência no ambiente, quanto ao tipo de substrato utilizado, profundidade/espessura de cama, tamanho de partícula, umidade e manejo. Por tanto influencia a volatilização da amônia. As principais funções da cama é absorver a umidade, diluir a excreta e evitar o contato direto das aves com o piso, que possui baixa temperatura (COBB, 2009). Caso a cama

não apresente características que permitam a execução de suas funções o ambiente no aviário pode ficar comprometido, com risco das aves desenvolverem doenças principalmente respiratórias (OWADA et al., 2007).

Com o avançar da idade, aumenta o consumo, a conversão alimentar e consequentemente contribuem para excreção de N, resultando em maiores teores na cama, que eleva a volatilização da amônia no aviário (MENDES, et al., 2012). O desempenho de frangos de corte é o resultado do fornecimento da ração às aves com objetivo de maximizar a produção. Para esse objetivo as rações são fornecidas com teores de energia e proteína (2950 a 3200 kcal/kg de EM e 17 a 22% de PT) de acordo com as exigências nutricionais, segundo tabelas do ROSTAGNO et al. (2011).

Segundo OVIEDO-RONDÓN (2008) para melhor aproveitamento dos nutrientes pelas aves deve-se atingir maior precisão na nutrição, para se evitar o desperdício de ração no ambiente. Com isso reduz-se os impactos causados pelo acúmulo de ração sobre a cama e o excesso de excreção pelas aves.

Reduzir as emissões de amônia resultante da decomposição microbiana do ácido úrico excretado pelas aves, com manipulação da dieta para redução da excreção de nitrogênio, torna-se importante para manter ou melhorar os índices zootécnicos com menor impacto no ambiente. (NDEGWA et al., 2008).

Segundo SILVA et al. (2013) a carga de matéria orgânica varia em função das densidades populacionais, da tecnificação do aviário, espessura inicial da cama e do número de reutilizações da cama e da variabilidade espacial das características ambientais de frangos de corte em galpões de ventilação negativa.

SANTOS, et al.,(2005) avaliando os efeitos da densidade populacional na criação de frangos sobre a produção de cama e desempenho das aves, observaram variação na quantidade final, da produção média de cama, de 1,400 e 0,990 kg de MS de cama por ave, com cama nova e reutilizada, respectivamente.

### **1.1 Emissão de amônia da cama de frangos de corte**

A emissão de amônia é a ação microbiana no ácido úrico excretado pelas aves que o libera ao ambiente. A dieta com teor de proteína fornecida às aves, para que as exigências nutricionais sejam atendidas, ajudam nessa emissão quando há excesso desse nutriente, pois o nitrogênio não metabolizado como proteína animal é excretado pelas aves. A excreção excessiva desta proteína não metabolizada permite um maior potencial de volatilização da amônia, logo altas emissões podem ser prejudiciais aos animais e trabalhadores. Assim, a combinação da quantidade de proteína na alimentação de acordo com as exigências e fases de criação pode reduzir a excreção de nitrogênio (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

A amônia em instalações pecuárias resulta principalmente da quebra da ureia pela enzima urease, que catalisa a hidrólise da ureia em dióxido de carbono e amônia. Na maioria dos animais, ureia só está presente na urina, enquanto a uréase está presente nas fezes. Em aves, é excretada urato nas fezes. As aves excretam fezes junto com a urina, pois, na urina, a quantidade de nitrogênio é excretada na forma de ácido úrico (ATIA 2008b).

Altas temperaturas, excesso de umidade, densidade de criação, ventilação reduzida e principalmente, higienização e desinfecção (vazio sanitário), dos galpões podem contribuir para a alta concentração de amônia, dióxido de carbono e óxido

nitroso nas instalações para animais de produção. A variação de umidade relativa, taxa de ventilação e condições de cama úmida propiciam essa situação (CARVALHO et al., 2011).

## **1.2 Aspectos da microbiota da cama de frangos de corte**

A microbiota da cama é composta por grande número de microrganismos oriundos das excretas das aves e ambiente de criação. A presença de bactérias e fungos patogênicos na cama causam contaminações nas carcaças. Assim, o manejo sanitário da cama se faz necessário para minimizar os custos com medicamentos e cama nova, e assim, reduzir os impactos negativos do reuso da cama, principalmente, da cama contaminada evitando-se assim o comprometimento do desempenho do lote seguinte (FIORENTIN, 2005; SILVA; 2008).

Microrganismos provenientes do sistema gastrointestinal das aves estão presentes nas excretas. Nas instalações estes microrganismos, contribuem para o crescimento bacteriano e promovem a emissão da amônia. As taxas de geração de odor, gases, microrganismos, poeiras e outros componentes variam com o clima, o tempo, as espécies, instalações, com o sistema de tratamento de dejetos, tipo de alimentação, e com o sistema de gestão ambiental. Além disso, encontram-se partículas de poeira dentro dos aviários que são compostas principalmente por restos de ração e animais, incluindo penas e excretas. Portanto, a prevenção das emissões destes constituintes é complexa e difícil (JACOBSON et al., 2003).

O tratamento prévio da cama antes do alojamento para redução de riscos microbiológicos pode garantir de forma segura a reutilização da cama. O método de

tratamento mais utilizado é o fermentativo, com leiras de cama e a cobertura com lona e a aplicação de cal (ÁVILA et al. 2008).

A cama de frangos de corte pode ser reutilizada, desde que o tratamento seja adequado e não apresente risco de perda da produtividade, contribuindo assim para redução dos custos de produção, substituição de uma possível escassez de cama, e principalmente diminuir a quantidade de resíduos (camas ou excretas de aves) produzidos na avicultura industrial (PALHARES et al., 2011).

SILVA (2008) avaliou métodos de fermentação da cama em leira no centro do aviário, aplicação de cal na cama, método fermentativo de cobertura com lona em todo o aviário e um tratamento sem intervenção. Das amostras de cama foram realizadas análises bacteriológicas para contagem de bactérias mesófilas totais e contagem de enterobactérias totais, ambas em UFC/g de cama, além, contrastando os resultados bacteriológicos para enterobactérias do início do experimento, em camas novas, e as avaliações das camas reutilizadas em seis lotes seguintes. Observou-se que a partir do terceiro lote, as camas apresentam carga bacteriana igual ou inferior às camas novas, demonstrando que a reutilização de cama de aviário pode ser segura e recomendável, desde que tratada adequadamente para reduzir os riscos sanitários.

### **1.3 Aspectos ambientais sobre a emissão de amônia**

A emissão de amônia afeta negativamente o meio ambiente. A perda de nitrogênio (na forma de  $\text{NH}_3$ ) a partir do solo pode causar sua acidificação. A lixiviação de nitrogênio em corpos d'água de superfície pode causar a eutrofização, o que provoca uma abundância de vida vegetal e um esgotamento resultante de oxigênio dissolvido e, portanto, uma diminuição na vida aquática animal. A amônia pode causar irritação na

pele e nos olhos, e as emissões reduzem a qualidade do ar e representam perigo para os animais e trabalhadores (problemas respiratórios) da granja que estão continuamente expostos a níveis superiores a 25 partes por milhão de amônia. (HARPER et al., 2009).

Os esforços para controlar a volatilização da amônia em aviários têm sido focados no manejo ambiental da cama e controle do microclima nos aviários, com isso contribuir para atenuar as emissões de amônia pela avicultura de corte. Ainda são grandes os desafios dos produtores e a quantidade de nitrogênio perdido depende das características das excretas e das condições ambientais, o que pode agravar ou reduzir a emissão de amônia no ambiente. Também tem efeito negativo sobre o ambiente, tais como acidificação do solo, adicionado ao solo sem tratamento prévio, e a privação de oxigênio (SANTOS et al., 2008). A amônia perdida no ar combinada com ácido nítrico forma partículas de nitrato que tem efeitos graves na saúde humana e podem levar a perda da visão (ATIA 2008a).

A decomposição do ácido úrico é maior em meio alcalino ( $\text{pH} > 7$ ). A redução do pH da cama pode ser atingida com a utilização de acidificantes que permitem a redução do  $\text{pH} < 7$ , reduzindo desta forma, a volatilização da amônia e a presença de patógenos. No entanto, este ambiente ácido pode favorecer a liberação de outros gases tóxicos (GATES et al., 2005; WANG et al., 2006).

Tipos de instalações e manejo dos animais podem impactar as emissões de poluentes na avicultura. Esses fatores juntamente com as condições ambientais contribuem para as alterações de emissões de amônia. Variações na renovação e velocidade do ar dentro dos galpões podem ser a causa dessas alterações, pois agravam as condições do ambiente das aves. Os níveis de amônia podem variar de acordo com o manejo de ambiência do galpão, principalmente as baixas taxas de ventilação que



podem elevar a concentração de amônia, e não apresentam comportamento da emissão em longo prazo (GATES et al., 2008).

#### **1.4 Influências do tipo de cama e a sua reutilização na emissão de amônia**

O material mais utilizado como cama de frango é a maravalha, alternativas a ela estão: casca de arroz, casca de amendoim, casca de café, capins secos e palhadas de grandes culturas. A composição ou os tipos de cama na produção de frangos de corte aliados a boas práticas de manejo e ambiência, aumentando o potencial de uso dessa cama por um ano ou mais, tempo médio de lotes nas criações comerciais de frangos de corte. O uso da cama por um período de sete lotes viabiliza a criação e reduz a produção de resíduos na avicultura de corte, em consequência há redução do impacto ambiental e menor custo de produção. Com a reutilização a cama tende a estabilizar a concentração de amônia, quando realizado boas práticas de manejo (BURNS et al., 2007; MARCOLIN, 2008).

ARAÚJO et al. (2007) avaliaram os efeitos de diferentes tipos de cama e densidade populacional no desempenho de frangos de corte, e constatou que os diferentes tipos de cama apresentaram condições semelhantes de conforto as aves.

No entanto GARCIA et al. (2011), avaliaram diferentes tipos de material para cama de frango utilizando análise multicriterial (6 tipos de cama: maravalha, casca de arroz, capim elefante picado (*Pennisetum purpureum*), 50% de bagaço de cana (*Saccharum L.*), + 50% de maravalha, 50% de bagaço de cana (*Saccharum L.*), + 50% de casca de arroz e bagaço de cana (*Saccharum L.*)) e dois sexos, concluíram que a maravalha comprovou ser a melhor opção para a cama de frangos de corte.

Os métodos ou manejos tradicionais de controle de amônia em aviários abrangem a remoção da cama, revolvimento para secagem/homogeneização da cama úmida para evitar ou reduzir a degradação da urease, e controlar as mudanças do pH na cama de frangos de corte. Menor umidade e temperatura, e o manejo adequado da cama reduzem a volatilização da amônia (LIU et al., 2006).

Segundo GARCIA et al. (2012) as práticas de manejo devem ser capazes de controlar a umidade da cama, a amônia, a poeira, agentes patogênicos e prevenção da propagação de insetos.

A emissão de amônia no aviário depende do manejo, idade da cama, bem como o uso da ventilação mínima necessária, principalmente no período de inverno (PALHARES et al., 2011).

Por tanto, a fim de estabelecer correlação das variáveis ambientais de diferentes tipos de aviários no sistema de pressão negativa (Sistema Túnel e Dark House), essas informações apresentam grande importância para o desenvolvimento desta pesquisa.

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO J.S.; OLIVEIRA V.; BRAGA G.C. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. *Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 1, p. 59-64, 2007.
- ÁVILA, V.S. de; OLIVEIRA, U.; FIGUEIREDO, E.A.P. de; COSTA, C.A.F.; ABREU, V.M.N.; Rosa, P.S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. In: *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 37, n. 2, Viçosa - Fev. 2008.
- ATIA, Atta. Ammonia volatilization from Manure Application. *Alberta Agriculture and Food*. Agdex 538-3. February 2008a.
- ATIA, Atta. Ammonia emissions from Confined Feeding Operations (CFO's): Control and mitigation. *Manure Manager Magazine*. Page 14. May/June 2008b.
- BARCZSZ, S.S. e LIMA FILHO, D.O. Agroindústria exportadora de frango de corte Sul-Mato-Grossense e os aspectos de internacionalização. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.2, n.2, p. 9-33, mai./ago. 2009.
- BURNS, R. H. et al. Tyson broiler ammonia emission monitoring project: Final Report to Tyson Foods. pp. 37, 2007.
- CARVALHO, T.M.R. et al. 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.
- COBB VANTRESS BRASIL. In: *Manual de Manejo de Frangos de Corte Cobb*. Guapiaçu, SP, p. 9-10, 2009.

- FIorentin, L.A. Reutilização da cama de frangos e as implicações de ordem bacteriológica na saúde humana e animal. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005.
- HARPER, Lowry A. et al. Annual Ammonia Emissions from Dairy Production in Wisconsin. *Journal of Dairy Science* 92: 2326-2337. 2009.
- GARCIA, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; FERREIRA, V.M.O.S. Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brazil. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v.14, n.2, p.121-127, 2012.
- GARCIA, R.G.; PAZ, I.C.L.A.; CALDARA, F.R. Papel da cama na produção e bem estar de frangos de corte. Disponível em: <[www.avisite.com.br/cet/img/cama\\_20110309.doc](http://www.avisite.com.br/cet/img/cama_20110309.doc)> 2011. Acesso em 03 de setembro de 2013.
- GATES, R.S., et al., U.S. broiler housing ammonia emissions inventory. *Atmospheric Environment* 42, 3342-3350, 2008.
- GATES, R.S.; XIN, H.; CASEY, K.D.; LIANG, Y. and WHEELER, E.F. Method for measuring ammonia emissions from poultry houses. *Journal of Applied Poultry Research* 14:622-634, 2005.
- JACOBSON, L.D., BICUDO, J.R., SCHMIDT, D.R., WOOD-Gay, S., GATES, R.S., & HOFF, S.J. Air emissions from animal production buildings. In.: *Proceedings of the XI International Congress ISAH*, 2003.
- LIU, Z.; WANG, L.; BEASLEY, D.B. A Review of Emission Models of Ammonia Released from Broiler Houses. In: *ASABE Meeting Presentation Paper Number: 064101*. Portland, Oregon. 2006. 17p.

- MARCOLIN, S. Aspectos Econômicos da Reutilização da Cama Aviária. In.: Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Anais... Chapecó, SC, p.154-161, 2008.
- MARÍN, O.L.Z. Caracterização e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camas de frango submetidas a reusos sequenciais na Zona da Mata do estado de Minas Gerais. (Dissertação de Mestrado) Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2011.
- 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. PUBVET, Londrina, V. 6, N. 20, Ed. 207, Art. 1383, 2012.
- 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, 100(4), 453-469, 2008.
- OVIEDO-RONDÓN, Edgar O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n. esp. p. 239-252, 2008.
- OWADA, A.N.; NÄÄS, I.A, MOURA, D.J.; BARACHO, M.S. Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.3, p.611-618, 2007.
- PALHARES, J.C.P.; KUNZ, A.; VIOLA, E.S.; LIMA, G.J. M.M.; MAZZUCO, H.; CORRÊA, J.C.; AUGUSTO, K.V.Z.; MIELE, M.; AVILA, V.S.; SILVA, V.S. Manejo ambiental na avicultura. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, p. 221, 2011.

- PEREIRA, D.F. 2011. Ambiência em frango de corte. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/artigos/post/ambiencia-em-frango-de-corte>> Acesso em: 04/07/12.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- SANTOS, R.M.B.J.M.; SILVA, M.F.O.A.; & FERREIRA, F.F.A.E. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. *Ciência Rural*, 38(8), 2321-2326, 2008.
- SANTOS, T.M.B.; LUCAS JR, J.; SAKOMURA, N.K. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. v. 100, n. 553-554, p. 45-52, 2005.
- SANTOS, T.M.B.; LUCAS JR.; J. Utilização de resíduos da avicultura de corte para a produção de energia. In: ZOOTEC'2003 - V Congresso Internacional de Zootecnia; XIII Congresso Nacional de Zootecnia, Uberaba-MG, Brasil, 131-141, 2003.
- SILVA, E.G.; SANTOS, A. C. dos; FERREIRA, C.L.S.; SOUSA, J.P. L.; ROCHA, J.M.L.; SILVEIRA JÚNIOR, O. Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*, Salvador, v.14, n.1, p.132-141 jan./mar., 2013.
- SILVA, V.S.; Aspectos Microbiológicos de Reutilização de cama aviária. In: Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Chapecó. Anais... Embrapa: p. 162-170, 2008.

UBABEF - União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual 2013. Disponível em:  
<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>. Acesso em: setembro de 2013.

WANG, L.; LIU, Z.; BEASLEY, D.; MUNILLA, R.; BAUGHMAN, G. and OVIEDO, E. Measuring Ammonia Emissions from Broiler Litter. Paper 064189. ASAE, Portland, OR, 2006.

## **CAPITULO II**

# **ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE AMÔNIA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**



## **Estimativa da Emissão de Amônia na Produção de Frangos de Corte**

### **RESUMO**

O objetivo foi estimar a emissão de amônia da cama de frangos de corte de aviários em dois sistemas de pressão negativa (Sistema Túnel e Dark House), com o auxílio de um software desenvolvido a partir da seguinte equação:  $E = \exp(-6,5023 + 0,3020\text{dia} + 0,1218\text{TC} + 0,6142\text{pH} - 0,0043\text{dia}^2)$ , em diferentes idades do ciclo de criação (7, 21, 35 e 42 dias). O experimento foi conduzido em oito aviários comerciais na região de Itaquiraí – MS, durante os meses de março a abril. As variáveis registradas foram: idade das aves (dia), pH e temperatura da cama (°C). As aves foram alojadas em lotes mistos, em densidade média de 14 aves/m<sup>2</sup>, em cama de maravalha de terceira reutilização. As variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) dos aviários foram coletadas em todas as fases, no painel do sistema de controladores de ambiente, no período da manhã. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2x4 (tipos de aviários: Sistema Túnel e Dark House x fases de criação/idades: 7, 21, 35 e 42 dias) com quatro repetições por tratamento. Na análise da estimativa da emissão de amônia utilizou-se um esquema fatorial 2x2, considerando tipos de aviários (Sistema Túnel e Dark House) e números de lotes (dois lotes) com duas repetições. Observou-se para os aviários no Sistema Túnel, menores médias de temperatura e pH da cama, apresentando diferença aos 42 dias em relação ao sistema Dark House. No fator idade das aves para a TC e pH, observou-se maiores médias na última idade, aos 42 dias. As médias da temperatura interna do aviário (TA) não apresentou diferença significativa nos dois tipos de aviários. As médias da umidade relativa do ar (UR) entre aviários não diferiram, porém houve interação entre fatores: tipo de aviário x idade das aves, sendo diferentes estatisticamente aos 35 e 42 dias. Para o fator tipo de aviário, na idade de 21

dias observou-se maior emissão média para o aviário Dark House. E para a fase de 35 dias, houve interação entre os fatores Tipo de Aviário x Número de lotes, onde se observou maior média no Lote 2 para o Dark House (4.215,43 mg/m<sup>2</sup>/h) e diferente do Lote 1 (2.606,94 mg/m<sup>2</sup>/h). Na última fase, aos 42 dias, considerando o fator tipo de aviário, observou-se maior média da estimativa de emissão de amônia para o Dark House com 5.139,81 mg/m<sup>2</sup>/h. A estimativa da emissão de amônia foi mais elevada, aos 42 dias, com maior média da estimativa de emissão de amônia para o Dark House, não havendo diferença entre o número de lotes.

**Palavras-chave:** NH<sub>3</sub>, impacto ambiental, instalações avícolas.

## **Estimation of Ammonia Emission in the Production of Broilers**

### **ABSTRACT**

The aim was to estimate the emission of ammonia from bed of poultry farms in two systems of negative pressure (Tunnel System and Dark House), with the aid of software developed from the following equation:  $E = \exp(-6,5023 + 0.1218 + 0.3020 \text{ days TC} + 0.6142 \text{ pH} - 0.0043 \text{ day}^2)$  at different ages (7, 21, 35 and 42 days). The experiment was carried out on eight commercial poultry farms in the region of Itaquiraí - MS, during the months from March to April. The following variables were recorded: age of the birds (day), pH and bed temperature ( $^{\circ}$  C). The birds were housed in mixed lots, with an average density of 14 birds/m<sup>2</sup>, in third reuse shavings bed. The environmental variables (temperature and relative humidity) of the poultry farms were collected at all stages in the environment controlling system panel, during the morning. The design was a completely randomized design with a 2x4 factorial design (types of poultry farms: Tunnel System x and Dark House and ages 7, 21, 35 and 42 days old) with four replicates per treatment. In the analysis of estimated ammonia emission, it was used a 2x2 factorial design, considering types of poultry farms (Tunnel System and Dark House) and the number of lots (two lots) with two replications. It was observed on Tunnel System the lowest mean temperature and pH of the bed, presenting differences at 42 days compared to Dark House system. At the age factor to TC and pH, it was observed higher averages at 42 days old. The mean temperature inside the poultry farm (TA) showed no significant difference in the two types of poultry farms. The mean relative humidity (RH) did not differ between poultry farms, but there was interaction between factors: type of avian x age of the birds, being statistically different at 35 and 42 days old. Factor for the type of poultry farm, at 21 days old was observed a higher

average emission for Dark House system. 35 days old, there was an interaction between the factors type of poultry house x number of lots, where the higher average observed was Lot 2 on the Dark House (4215.43 mg/m<sup>2</sup>/h) and Lot 1 showed (2606.94 mg/m<sup>2</sup>/h). In the last phase, at 42 days old, considering the type of poultry farm, it was observed a higher average estimate of ammonia emissions to the Dark House with 5139.81 mg/m<sup>2</sup>/h. The estimated ammonia emission was higher, at 42 days old, with higher mean estimate of ammonia emissions to the Dark House, with no difference between the numbers of lots.

**Keywords:** NH<sub>3</sub>, environmental impact, broiler houses.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve um aumento da consciência sobre a sustentabilidade, havendo a necessidade de identificar e estabelecer critérios que possam ajudar na busca por soluções de problemas ambientais e no controle de qualidade, principalmente nos sistemas de produção animal. Os setores de produção de alimentos estão se adaptando constantemente as normas do novo padrão de consumo sustentável que o mercado exige.

Um dos aspectos mais discutidos da pecuária moderna é a emissão de gases associados à mudança ambiental e climática, especialmente a amônia ( $\text{NH}_3$ ). A maior parte das emissões da produção animal vem de sistemas de confinamento e biotérios (31 – 55%) e a menor emissão vem de esterco de animais (23 – 38%) e animais a pasto (17 - 37%) (BEUSEN, et al., 2008).

Um dos principais problemas ambientais gerados pela atividade avícola está ligado ao recurso do ar, a emissão de gases nocivos, sendo a amônia o mais nocivo e abundante dos gases, que são precursores de odores desagradáveis. Estratégias de gestão ambiental sustentável tornaram-se essencial para minimizar os efeitos da poluição emitida pela avicultura industrial, principalmente a amônia. Amônia é um gás incolor e de odor intenso, presente em altas concentrações devido à degradação do N presente na cama de frangos de corte (SILVA; PEREIRA, 2011).

Estimar a emissão de amônia em aviários torna-se necessários para orientar e discutir os possíveis impactos causados no ambiente (ar, água e solo), e assim fornecer dados com base científica para elaboração de estratégias de gestão ambiental na avicultura de corte.

MIRAGLIOTTA et al. (2004) desenvolveram um *software* a partir de dados de campo para estimar a emissão de amônia em aviários. Para descrever a emissão de amônia o *software* atrela todas as variáveis estatisticamente significativas, utilizando a equação descrita a seguir:  $E = \exp(-6,5023 + 0,3020\text{dia} + 0,1218\text{TC} + 0,6142\text{pH} - 0,0043\text{dia}^2)$ , onde dia = idade das aves (dia), TC = temperatura média da cama (°C) e pH = pH da cama. Posteriormente, um algoritmo foi desenvolvido, validando o programa, mostrando que a emissão média de amônia na avicultura de corte pode ser estimada em condições brasileiras de criação.

Fatores tais como temperatura, pH, umidade, ventilação e reutilização de cama podem aumentar a volatilização da amônia nos aviários e causar impactos ambientais negativos, bem como as perdas na produção. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estimar a emissão de amônia por cama de frangos de corte de oito aviários em dois sistemas de pressão negativa (Sistema Túnel e Dark House), com o auxílio de um software desenvolvido a partir da seguinte equação:  $E = \exp(-6,5023 + 0,3020\text{dia} + 0,1218\text{TC} + 0,6142\text{pH} - 0,0043\text{dia}^2)$ , em diferentes idades do ciclo de criação (7, 21, 35 e 42 dias).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em oito granjas comerciais de frangos de corte localizada na região de Itaquirá - MS, longitude 54° 11' 6" W e latitude 23° 28' 26" S, com orientação Leste-Oeste, no período de março a abril. Do total de aviários avaliados: quatro aviários no Sistema Túnel (ventilação negativa, exaustores, nebulizadores de alta pressão, controladores de ambiente e cortinas laterais de polietileno amarelas, o sistema de aquecimento operado por aquecedores manuais à lenha, posicionados no centro do

pinteiro, com distribuição por tubos metálicos, tendo-se considerado a temperatura aferida pelos sensores do controlador), em dimensões de 12 m de largura por 150 m de comprimento, com pé-direito de 3,20. E quatro aviários no Sistema Dark House (ventilação negativa, exaustores, nebulizadores de alta pressão, controladores de ambiente, controladores de intensidade luminosa e paredes internas pintadas de preto, o aquecimento foi realizado por meio de aquecedores automáticos, posicionados no início do galpão, com distribuição por tubos metálicos, tendo-se considerado a temperatura aferida pelos sensores do controlador), em dimensões de 15 m de largura por 150 m de comprimento, com pé-direito de 3,80 m (Figura 1: A e B respectivamente).



Figura 1. Interior dos Aviários: A- Sistema Túnel. B- Dark House.

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Grande Dourados – CEUA/UFGD, Protocolo n° 024/2013.

As aves da linhagem *Hubbard* foram criadas por 42 dias, segundo manejo de criação da própria empresa integradora. As aves foram alojadas em lotes mistos (macho e fêmea), em densidade de 14 aves/m<sup>2</sup>, com 25.200 aves por aviário no Sistema Túnel e 31.500 aves por aviário no Dark House, em cama de maravalha de terceira utilização, com espessura de 10 cm, em todos os aviários avaliados.

## 2.1 Ambiente Térmico

A umidade relativa do ar (UR) e a temperatura do ar (TA) foram registradas em cada um dos aviários através do painel de controle de ambiente, que possui sondas por toda extensão do galpão. A leitura foi realizada todos os dias no período da manhã.

## 2.2 Estimativa da emissão de amônia

As variáveis registradas para estimar a emissão de amônia foram: idade das aves, pH e temperatura interna da cama (°C). A temperatura (°C) e o pH da cama foram determinados com um medidor portátil de pH e temperatura (Modelo ITPH-2200) (Figura 2).



Figura 2. Medidor portátil de pH e temperatura (Modelo ITPH-2200).

Os registros de temperatura e pH da cama foram efetuados em 12 pontos equidistantes no interior dos aviários, evitando-se as áreas próximas e embaixo do comedouro e do bebedouro (Figura 3).



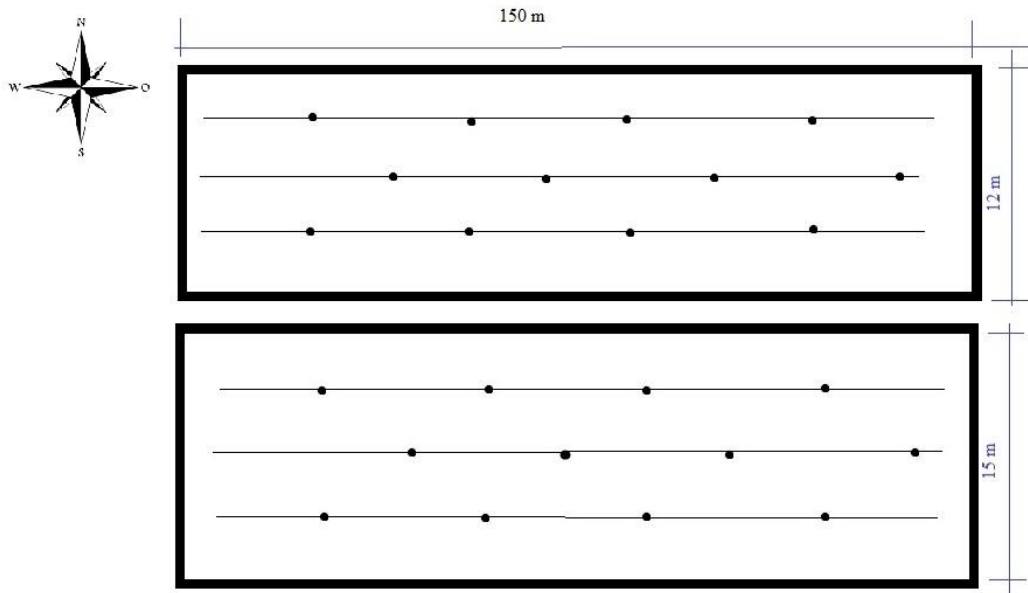
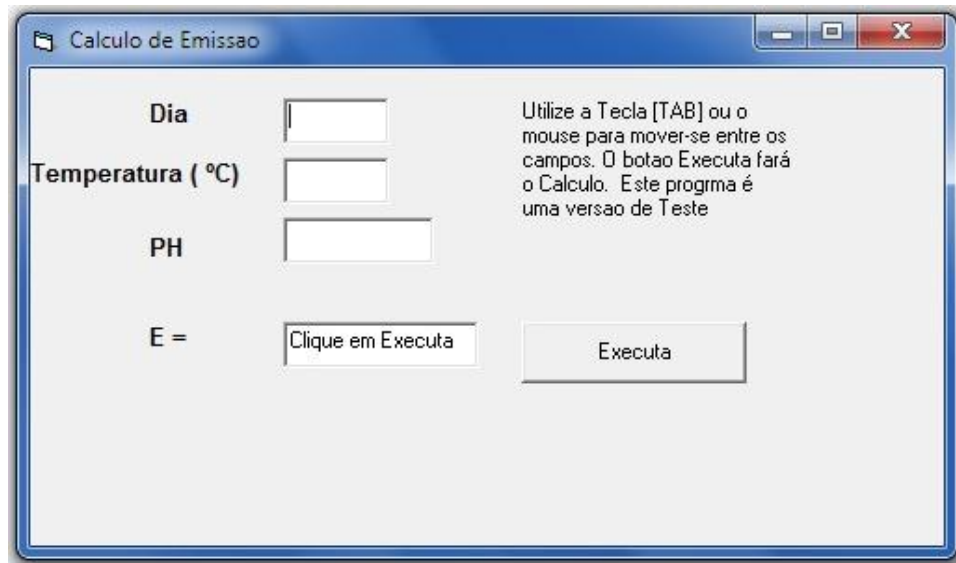


Figura 3. Pontos de coleta dos dados no interior dos aviários de frangos de corte (12x150 m – Sistema Túnel e 15x150 m Dark House).

A coleta dos dados foi realizada todos os dias no período da manhã referentes a cada fase de criação das aves (7, 21, 35 e 42 dias de idade). Posteriormente foi calculado a média das variáveis para calcular a estimativa da emissão de amônia por meio do *software* desenvolvido por MIRAGLIOTTA et al. (2004) a partir de um algoritmo o qual utiliza a seguinte equação para descrever a emissão de amônia:  $E = \exp(-6,5023 + 0,3020\text{dia} + 0,1218\text{Tc} + 0,6142\text{pH} - 0,0043\text{dia}^2)$ , onde: E = emissão de amônia ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ ), dia = idade das aves (dia), TC = temperatura média da cama ( $^{\circ}\text{C}$ ) e pH = pH da cama (Figura 4).



Fonte: MIRAGLIOTTA et al., 2004.

Figura 4. Tela do *software* de estimativa de amônia ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ ).

### 2.3 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4 (tipos de galpão de pressão negativa: Sistema Túnel e Dark House x fases de criação/idades: 7, 21, 35 e 42 dias) com quatro repetições por tratamento, totalizando 32 unidades experimentais. O programa ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO et al., 2009) foi utilizado para analisar as variáveis. Utilizou-se o Teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de probabilidade para testar a hipótese de normalidade de todas as variáveis. As comparações entre as médias dos tratamentos foram realizadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na análise da estimativa da emissão de amônia, foi realizado um esquema fatorial 2x2, considerando tipo de aviário de pressão negativa (Sistema Túnel e Dark House) e números de lotes (dois lotes) com duas repetições.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de avaliação de todos os dados analisados pelo Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (KS) apresentaram distribuição normal dos seus dados.

#### 3.1 Ambiente Térmico

Na Tabela 1 encontra-se o resumo da análise de variância para a temperatura interna da cama (TC), pH, temperatura interna do aviário (TA) e umidade relativa do ar (UR) nos dois tipos de aviários de pressão negativa, na qual podem ser observados efeitos significativos dos tratamentos a 1% de significância pelo Valor de F. Não houve efeito significativo do fator Tipo de Aviário (F1) para as variáveis temperatura interna (TA) e umidade relativa (UR). E somente para a UR interna observou-se interação entre os fatores, a 5% de probabilidade no Valor de F.

Tabela 1. Análise de variância para temperatura da cama (TC), pH da cama, temperatura do aviário (TA) e umidade relativa do ar interna(UR), respectivamente.

FV	F (TC)	F (pH)	F (TA)	F (UR)
Tipo de Aviário (F1)	42,821 **	7,538 *	0,293 ns	3,598 ns
Idade das Aves (F2)	12,443 **	18,461 **	140,242 **	6,336 *
Int. F1xF2	1,346 ns	0,564 ns	2,295 ns	3,112 *
Tratamentos	12,026 **	9,231 **	61,129 **	4,563 **
CV %	4,62	2,12	2,98	8,74

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ) – Valor de F.

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ) – Valor de F.

ns não significativo ( $p \geq .05$ ).

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios da temperatura interna da cama (TC), pH, temperatura do aviário (TA) e umidade relativa interna (UR). Nota-se que os aviários no sistema Tipo Túnel, apresentaram menores médias de TC e pH da

cama, com valores médios de 29,96 °C e 8,41. Desta forma, observando o tipo de aviário, o sistema Dark House obteve maior média de temperatura e pH da cama (33,34 °C e 8,59). No fator idade das aves para a TC e pH, observou-se maiores médias na última idade, aos 42 dias (34,22 °C e 8,85) (Figura 5 e 6).

Tabela 2. Médias da temperatura interna (TC) e pH da cama, temperatura interna e umidade relativa interna (UR) do aviário durante o período de coletas de dados em ambas as fases avaliados.

Fatores	Idade das Aves (dias)				Média
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	
<b><i>Temperatura interna da Cama – TC (°C)</i></b>					
Sistema Túnel	29,02	28,97	30,12	31,72	29,96 b
Dark House	32,47	31,15	33,02	36,72	33,34 a
Média	30,75 b	30,06 b	31,57 b	34,22 a	31,65
CV (%)	4,62				
<b><i>pH</i></b>					
Sistema Túnel	8,05	8,30	8,50	8,80	8,41 b
Dark House	8,35	8,50	8,60	8,90	8,59 a
Média	8,20 c	8,40 b c	8,55 b	8,85 a	8,50
CV (%)	2,12				
<b><i>Temperatura interna do Aviário – TA (°C)</i></b>					
Sistema Túnel	30,62	27,47	25,10	22,75	26,42 a
Dark House	30,90	26,52	24,30	23,35	26,27 a
Média	30,62 a	27,00 b	24,70 c	23,05 d	26,34
CV (%)	2,98				
<b><i>Umidade Relativa interna (UR %)</i></b>					
Sistema Túnel	75,88 aA	72,85 aA	60,38 aB	81,13 aA	72,56 a
Dark House	73,35 aA	66,15 aA	65,88 aA	68,33 bA	68,43 a
Média	74,61 a	69,50 ab	63,13 b	74,73 a	70,49
CV (%)	8,74				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para UR (%): as médias seguidas pela mesma letra na coluna (minúsculas) não diferem estatisticamente entre si. Letras diferentes na mesma linha (maiúsculas) são estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Com o aumento da temperatura e do pH da cama, relacionado ao aumento da umidade da cama (considerando que a umidade recomendada esteja entre 20% e 30%), propiciam maior atividade microbiana e a formação de gases (amônia e dióxido de carbono). Deste modo, a qualidade e a quantidade da cama influenciam na capacidade da emissão de amônia (TOGHYANI et al., 2010).

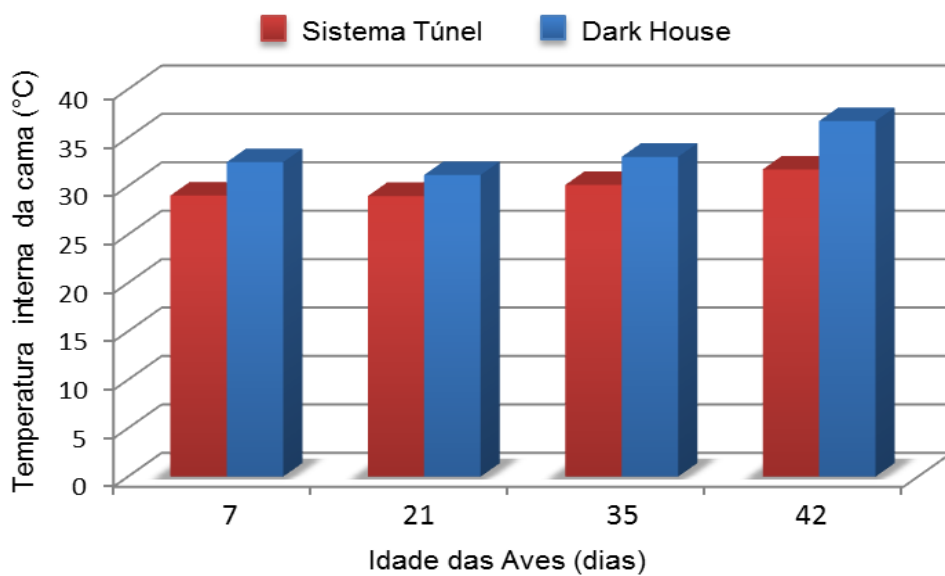


Figura 5. Temperatura interna da cama (TC) média dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) registrada durante as quatro idades das aves.

O pH médio dos dois aviários (Sistema Túnel e Dark House) apresentou variação entre 8,20 para a fase de 7 dias e 8,55 para a fase de 42 dias. Assim, a variação do pH, em função da idade das aves, podem ser atribuídos a influência da temperatura da cama, a temperatura do ambiente e a densidade das aves (CARVALHO et al., 2011). O pH da cama também influencia a liberação de amônia, que é maximizada em condição de pH acima de 7,0. A variação da temperatura da cama e o pH em diferentes idades proporcionou uma influência crescente na reação de degradação de compostos de nitrogênio na cama de frangos e tende a ser alcalino.

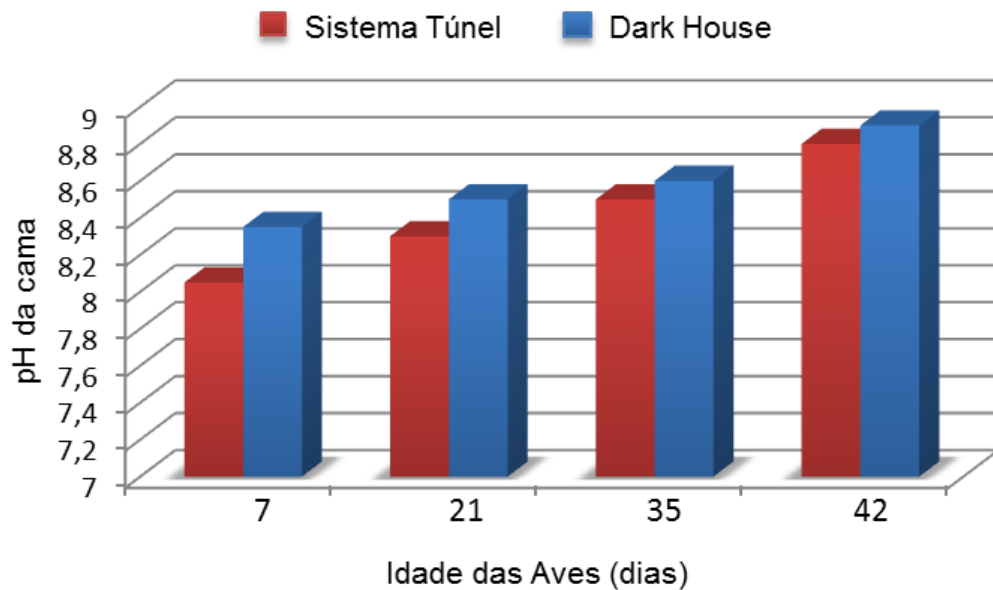


Figura 6. Média de pH da cama dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) registrada durante as quatro idades das aves.

O acúmulo de excretas aumenta o pH, que resulta em maiores concentrações de amônia. Quanto maior o pH, menor a conversão de  $\text{NH}_3$  (volátil) em  $\text{NH}_4^+$  (não volátil), consequentemente maior a volatilização de amônia, que tende a se desprender quando a cama não são manejadas e renovadas por longas reutilizações (OWADA et al., 2007; SANTOS et al., 2012).

As médias da temperatura interna do aviário (TA) não apresentaram diferenças pelo teste de Tukey ( $p > .05$ ), ou seja, variaram de acordo com as exigências de conforto térmico das aves para cada fase do ciclo de produção (menor temperatura aos 42 dias), nos dois tipos de aviários estudados (Sistema Túnel e Dark House), as médias foram de 26,42 e 26,27 °C respectivamente (Figura 7). Conforme SOMMER et al., (2006) a temperatura é um fator importante para regular os processos que conduzem à emissão de  $\text{NH}_3$ .

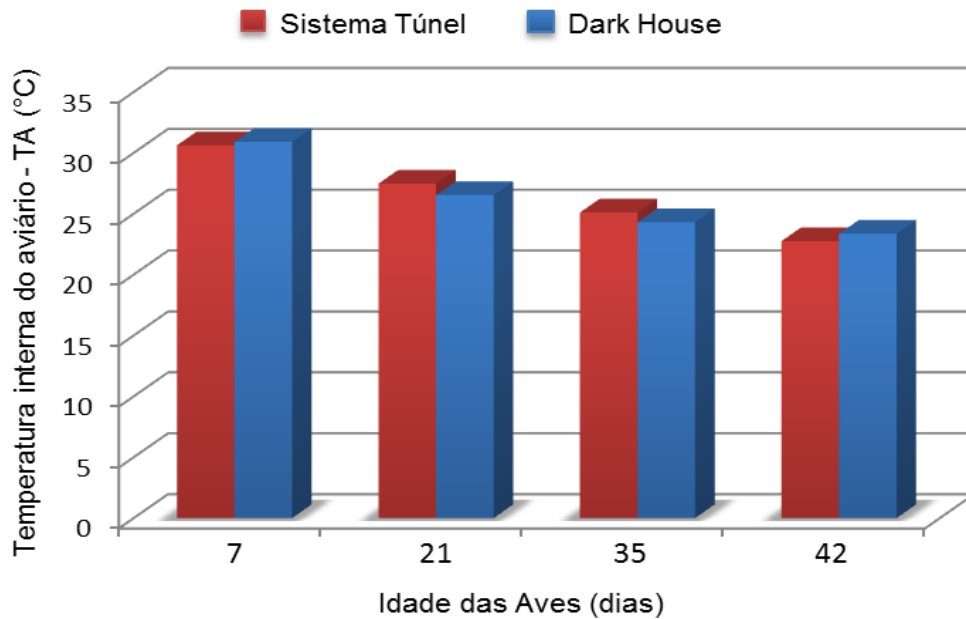


Figura 7. Temperatura interna (TA) média dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) registrada durante as quatro idades das aves.

As médias da umidade relativa do ar (UR) entre aviários não diferiram, porém houve interação entre fatores: tipo de aviário x idade das aves, aos 35 e 42 dias (Figura 8). O provimento de ventilação mínima, o mais uniforme possível, é importante para garantir a qualidade do ar ( $O_2$ ), controlar a formação de gases nocivos como a amônia ( $NH_3$ ) e o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), poeira, e a umidade relativa interna do ambiente, além de manter a cama em condições adequadas para a criação de frangos de corte. A baixa renovação de ar, alta umidade, alta temperatura, pH, manejo e tipo de cama geram um ambiente propício para as emissões de gases (ARAÚJO et al., 2007).

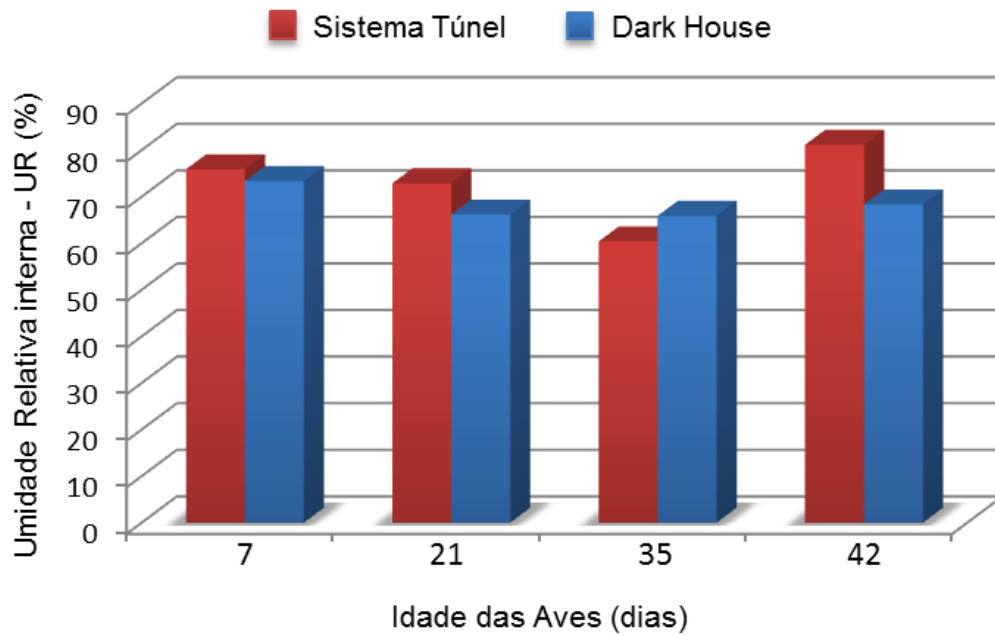


Figura 8. Umidade relativa do ar (UR) média dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) registradas durante as quatro idades das aves.

SILVA et al., (2013) estudaram através de mapas de variabilidade espacial as variáveis ambientais e o peso das aves em aviários de ventilação negativa, observaram que a desuniformidade das características ambientais provocam igual efeito no peso vivo das aves, ou seja, definindo áreas específicas que comprometem o desempenho das aves onde as variáveis: umidade relativa do ar, temperatura ambiente, temperatura da cama e velocidade do vento estavam acima do recomendado para o conforto térmico animal.

### 3.2 Estimativa da emissão de amônia

Na Tabela 3 encontra-se o resumo da análise de variância para estimativa da emissão de amônia nos dois tipos de aviários de pressão negativa. Não houve efeito significativo de nenhum dos fatores na fase de 7 dias. Observaram-se efeitos



significativos para Tipo de Aviário (F1) na fase de 21 dias e apenas para a fase de 35 dias houve interação entre os fatores (F1xF2), a 5% de probabilidade no Valor de F.

Tabela 3. Análise de variância para estimativa da emissão de amônia por cama de frangos de corte (E mg/m<sup>2</sup>/h) em dois sistemas de pressão negativa (Sistema Túnel e Dark House) e durante dois lotes em quatro fases de criação.

<b>FV</b>	<b>F (7 dias)</b>	<b>F (21 dias)</b>	<b>F (35 dias)</b>	<b>F (42 dias)</b>
Tipo de Aviário (F1)	7,69 ns	12,79 *	33,67 **	30,03 **
Número de Lotes (F2)	0,13 ns	0,0022 ns	19,06 *	4,93 ns
Int. F1xF2	1,29 ns	0,28 ns	9,98 *	0,029 ns
Tratamentos	3,04 ns	4,36 ns	20,90 **	11,66 *
CV %	28,34	14,79	10,83	16,23

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ) – Valor de F

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ) – Valor de F

ns não significativo ( $p \geq .05$ ).

Nota-se a interação ( $p < .05$ ) entre os fatores na fase de 35 dias, com emissão média de amônia em 4.215,43 mg/m<sup>2</sup>/h, significativo pelo teste de Tukey a 5%, para o Dark House no segundo lote e maior ( $p < .05$ ) também que no Sistema Túnel, com medias de emissão menores (2.170,66 mg/m<sup>2</sup>/h), Tabela 3.

Na Tabela 4 podem ser observadas as estimativas de emissão de amônia (mg/m<sup>2</sup>/h) nos aviários em função das diferentes idades das aves. O aumento na emissão de amônia com o avançar da idade das aves pode ser agravada ainda mais com a reutilização da cama por períodos prolongados, a não observação das práticas de manejo recomendadas e a falta de controle ambiental (MARIN, 2011; SILVA, 2011). De acordo com a literatura existe uma relação entre as emissões de gases, a idade das aves, e as condições da cama (GATES et al., 2008; CASEY et al., 2010).

Tabela 4. Estimativa da emissão de amônia por cama de frangos de corte (E mg/m<sup>2</sup>/h) em dois sistemas de pressão negativa (Sistema Túnel e Dark House) e durante dois lotes em diferentes fases do ciclo de criação (7, 21, 35 e 42 dias).

Fatores	Número de Lotes		
	Lote 1	Lote 2	Média
<b>7 dias</b>			
Sistema Túnel	40,30	61,36	50,83 a
Dark House	95,48	84,41	89,94 a
Média	67,89 a	72,88 a	70,389
CV (%)	28,34		
<b>21 dias</b>			
Sistema Túnel	699,95	744,41	722,18 b
Dark House	1.081,11	1.027,94	1.054,52 a
Média	890,53 a	886,17 a	888,35
CV (%)	14,79		
<b>35 dias</b>			
Sistema Túnel	2.041,66 aA	2.299,65 bA	2.170,66 b
Dark House	2.606,94 aB	4.215,43 aA	3.411,18 a
Média	2.324,30 b	3.257,54 a	2.790,92
CV (%)	10,83		
<b>42 dias</b>			
Sistema Túnel	2.221,10	3.140,74	2.680,92 b
Dark House	4.603,54	5.676,09	5.139,81 a
Média	3.412,32 a	4.408,41 a	3.910,36
CV (%)	16,23		

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As médias seguidas pela mesma letra na coluna (minúsculas) não diferem estatisticamente entre si. Letras diferentes na mesma linha (maiúsculas) são estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Um estudo realizado nos EUA por SIEFERT & SCUDLARK (2008), em aviários no sistema tipo túnel verificou as emissões de NH<sub>3</sub> em três dias (todas as 12h00min), com emissões de 2,7 g de NH<sub>3</sub> – N/ave (2.700 mg de NH<sub>3</sub>/ave), as emissões ao longo das últimas três semanas de um ciclo de seis semanas (1,2, 0,8 e 0,7g de NH<sub>3</sub>/ave/semana, respectivamente). Comparados aos resultados obtidos neste experimento, no fim da fase de crescimento (35 dias), foram muito menores, com

emissão média de 2.790,92 mg/m<sup>2</sup>/h ou 0,19 g/ave. HARPER et al., (2010) avaliaram a emissão média semanal durante o ciclo de crescimento das aves, que resultou num total de 4,415 kg de NH<sub>3</sub> por galpão, durante o verão em galpões de ventilação tipo túnel (12 x 152 m) de San Joaquin Valley na Califórnia.

Para o fator tipo de aviário, na idade de 21 dias observou-se maior média para o aviário Dark House, com emissão média de 1.054,52 mg/m<sup>2</sup>/h. E para a fase de 35 dias houve interação entre os fatores Tipo de Aviário x Número de lotes, onde observou-se maior média no Lote 2 para o Dark House (4.215,43 mg/m<sup>2</sup>/h) e diferente do Lote 1 (2.606,94 mg/m<sup>2</sup>/h). Na última fase, aos 42 dias, considerando o fator tipo de aviário, observou-se maior média da estimativa de emissão de amônia para o Dark House com 5.139,81 mg/m<sup>2</sup>/h.

LIMA, et al., (2011) avaliaram a emissão de amônia em aviários de pressão negativa (Sistema Túnel) que apresentaram taxas de emissão mais baixas quando da utilização de camas novas. No entanto, a utilização de cama nova a cada lote, mesmo considerando a redução na taxa de emissão de amônia, ocasiona aumento dos custos de produção e volume de cama produzido por ano.

As estimativas de emissões de amônia aumentaram com o crescimento dos frangos de corte, isso devido a maior deposição de na cama de acordo com o desenvolvimento das aves o que levou a um maior desprendimento de amônia ao decorrer da idade (Figura 9).

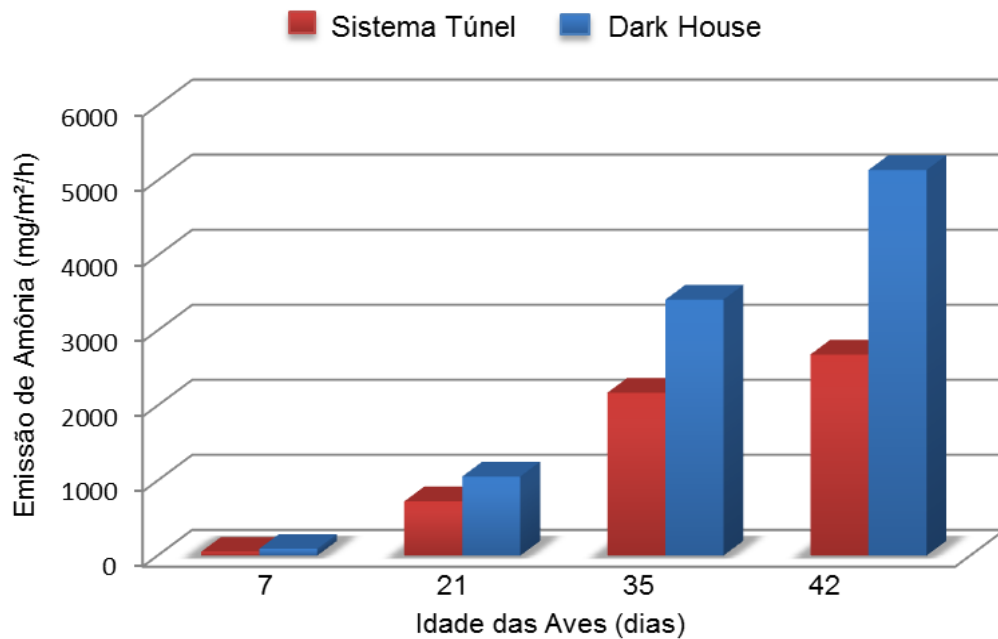


Figura 9. Emissão média de amônia (mg/m<sup>2</sup>/h) dos dois lotes para cada um dos aviários (Sistema Túnel e Dark House) durante as quatro idades das aves.

A taxa de emissão de amônia tende a ser reduzida no alojamento aumentando após a terceira semana de vida, o que coincide com a fase de crescimento das aves, onde o consumo de ração é superior. Essa emissão pode ser associada fatores como concentração de excretas na cama, temperatura, pH e taxa de ventilação (HARPER et al., 2010).

#### 4. CONCLUSÃO

A estimativa da emissão de amônia foi mais elevada, aos 42 dias, com maior média da estimativa de emissão de amônia para o Dark House, não havendo diferença entre o número de lotes.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO J.S., OLIVEIRA V., BRAGA G.C. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. *Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 1, p. 59-64, 2007.
- BEUSEN, A.H.W.; BOUWMAN, A.F.; HEUBERGER, P.S.C.; VAN DRECHT, G.; VAN DER HOEK, K.W. Bottom-up uncertainty estimates of global ammonia emissions from global agricultural production systems, *Atmospheric Environment*, Volume 42, Issue 24, Pages 6067-6077, August 2008.
- 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*, v.46, n.4, p.351-361, 2011.
- CASEY, K.D.; GATES, R.S.; SHORES R.C.; THOMAS, D.; HARRIS, D.B. Ammonia emissions from a U.S. broiler house-comparison of concurrent measurements using three different technologies. *Journal of the Air & Waste Management Association*; 60 (8):939-48, 2010.
- GATES, R.S.; CASEY, K.D.; WHEELER, E.; XIN, H.; PESCATORE, A.J. US broiler housing ammonia emissions inventory. *Atmospheric Environment*; (42):3342-3350, 2008.
- HARPER, L.A.; FLESCHE, T.K.; WILSON, J.D. Ammonia emissions from broiler production in the San Joaquin Valley. *Poultry Science*. Vol. 89, p.1802-814, 2010.
- LIMA, K.A.O.; MOURA, D.J.; CARVALHO, T.M.R.; BUENO, L.G.F.; VERCELLINO, R.A. Ammonia emissions in tunnel-ventilated broiler houses. *Brazilian Journal of Poultry Science*. vol.13, n.4, pp. 265-270, Oct - Dec 2011.

- MARÍN, O.L.Z. Caracterização e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camas de frango submetidas a reusos sequenciais na Zona da Mata do estado de Minas Gerais. (Dissertação de Mestrado) Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2011.
- MIRAGLIOTTA, M.Y.; NÄÄS, I.A.; MURAYAMA, M.C.; MOURA, D.J. Software para estimativa de emissão de amônia em alojamento de frangos de corte. *Revista Brasileira de Agroinformática*, v. 6, n. 2, p.79-89, 2004.
- OWADA, A.N.; NÄÄS, I.A, MOURA, D.J.; BARACHO, M.S. Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.27, n.3, p.611-618, 2007.
- PEREIRA, D.F. Ambiência em frango de corte. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/artigos/post/ambiencia-em-frango-de-corte>> Acesso em: 04/07/12.
- SANTOS, M.J.B.; SAMAY, A.M.A.T.; SILVA, D.A.T.; RABELLO, C.B-V.; TORRES, T.R.; SANTOS, P.A.; CAMELO, L.C.L. Manejo e tratamento de cama durante a criação de aves. *Revista Eletrônica Nutritime. Artigo 164*. v. 9, n. 3, p.1801 - 1815, 2012.
- SIEFERT, R.L., and J.R. SCUDLARK. Determination of ammonia emission rates from a tunnel ventilated chicken house using passive samplers and a Gaussian dispersion model. *J. Atmos. Chem.* 59:99–115, 2008.
- SILVA, E.G. da; SANTOS, A. C. dos; FERREIRA, C.L.S.; SOUSA, J.P. L.; ROCHA, J.M.L.; SILVEIRA JÚNIOR, O. Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal, Salvador*, v.14, n.1, p.132-141 jan./mar., 2013.

SILVA, F. de A.S. e. & AZEVEDO, C.A.V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, V.S. Métodos e Segurança Sanitária na Reutilização de Cama de Aviários. Manejo ambiental na avicultura. Embrapa Suínos e Aves, cap. 5, p. 177-196. Concórdia - SC, 2011.

SOMMER, S.G., ZHANG, G.Q., BANNINK, A., CHADWICK, D., MISSELBROOK, T., HARISON, R., HUTCHINGS, N.J., MENZI, H., MONTENY, G.J., NI, J.Q., OENEMA, O. y WEBB, J. Algorithms determining ammonia emission from buildings housing cattle and pigs and from manure stores. Adv. Agron. 89: 261–335, 2006.

TOGHYANI, M.; GHEISARI, A.; MODARESI, M.; TABELIDIAN S.A.; TOGHYANI, M. Effect of different litter material on performance and behavior of broiler chickens, Applied Animal Behaviour Science, Volume 122, Issue 1, Pages 48-52, 15 January 2010.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com perspectivas de aumento na produção de frangos de corte aumenta igualmente a produção de cama, resíduo este, considerado poluente ambiental na avicultura de corte. Este material orgânico pode ser reaproveitado e/ou tratado, com objetivo de reduzir a emissão de gases nocivos por cama de frangos de corte, como a amônia.

Portanto, o desafio para a avicultura de corte é desenvolver ferramentas e novas tecnologias que auxiliam na mitigação da emissão de gases.