



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO COM ADIÇÃO DE
ACIDIFICANTES EM DIFERENTES PERÍODOS
PLUVIOMÉTRICOS**

Nariane Silva Gonçalves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia.

Sinop, Mato Grosso

Maio de 2016

NARIANE SILVA GONÇALVES

**QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO COM ADIÇÃO DE
ACIDIFICANTES EM DIFERENTES PERÍODOS
PLUVIOMÉTRICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia.

Orientador: Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama

Coorientadores: Prof. Dr. Anderson Corassa
Profa. Dra. Ana Paula Silva Ton

Sinop, Mato Grosso

Mai de 2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

<p>S586q Silva Gonçalves, Nariane. QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO COM ADIÇÃO DE ACIDIFICANTES EM DIFERENTES PERÍODOS PLUVIOMÉTRICOS : QUALIDADE DA CAMA DE FRANGOS DE CORTE E A ALTERNATIVA DA ACIDIFICAÇÃO COMO ANEXAMENTO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA / Nariane Silva Gonçalves. -- 2016 xi, 57 f. ; 30 cm.</p> <p>Orientador: Claudia Marie komiyama. Co-orientador: Anderson Corassa e Ana Paula Silva Ton. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop, 2016. Inclui bibliografia.</p> <p>1. amônia,. 2. pH. 3. Salmonella. 4. tratamento químico. I. Título.</p>

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Avenida Alexandre Ferronato, 1200 - Reserva 35 - Distrito Industrial - Cep: -Sinop/MT
Tel : - Email : ppgzootecnia@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Acidificação da cama de frangos de corte e sua qualidade física, química e microbiológica em diferentes estações do ano."

Título sugerido e acatado: QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO COM A ADIÇÃO DE ACIDIFICANTES EM DIFERENTES PERÍODOS PLUVIOMÉTRICOS

AUTOR : Mestranda NARIANE SILVA GONÇALVES

Dissertação defendida e aprovada em 21/03/2016.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador	Doutor(a)	Cláudia Marie Komiyama
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Interno	Doutor(a)	Anderson Corassa
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Externo	Doutor(a)	Patrícia de Azevedo Castelo Branco do Vale
Instituição :	UNIC	
Examinador Externo	Doutor(a)	Rodrigo Garófallo Garcia
Instituição :	Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD	

SINOP, 17/03/2016.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser o autor da minha vida, por ser minha fortaleza.

A Universidade Federal de Mato Grosso na qual tive a oportunidade de realização deste trabalho.

Aos professores do programa de Pós graduação em Zootecnia, em especial aos professores Doutores, Ana Paula Silva Ton e Anderson Corassa por todo ensinamento que foi de extrema importância para o meu crescimento profissional.

A minha orientadora professora Doutora Claudia Marie Komiyama, pela confiança durante esse tempo e por toda orientação que me foi dada.

A professora Doutora Claudineli Cássia Bueno da Rosa que não mediu esforços para me ajudar na parte microbiológica da pesquisa, por todo ensinamento, pela amizade e carinho.

Ao professor Doutor Ednaldo Antônio de Andrade por toda paciência e ajuda na parte estatística.

Ao grupo de pesquisa em aves da UFMT campus Sinop, que foi de extrema importância para realização desta pesquisa, a todos os PIBIC's e VIC's que se esforçaram e deram o melhor, em especial aos alunos da graduação, Fátima Savegnago, Kevilin Zamban, Carlos Mezzalira Junior, Diandra Nathaly de Araújo Bet, Willian Cezar Maba, Lariza Luana da Silva, Camila Ribeiro Almeida e Igor Willian Wrobel Straub, que além de equipe nos tornamos grandes amigos.

A amiga Juliana por toda ajuda, e pela grande parceria que tivemos nesta pesquisa, por todo aprendizado, amizade e carinho.

As amigas da Pós graduação Marcela, Lidiane, Rafaeli e Joyce pela amizade, ajuda, caronas, conversas, enfim sou extremamente grata.

A grande amiga Lidiane Silva por todo apoio, orações e mesmo distante me deu forças e acreditou em mim.

Aos meus pais Zélia e Antonio por toda educação concedida, por todo amor e preocupação que tiveram comigo.

As minhas irmãs Naiane e Naiara, que sempre me desejaram o melhor e sempre torceram por mim.

Ao Sr. Paulo e Dona Irene que me acolheram muito bem em sua propriedade no qual tive oportunidade de realização da pesquisa à campo.

A empresa produmix pela doação do acidificante, ao Sr Ronaldo Augusto Arns por toda atenção e assistência fornecida em relação ao produto testado.

Aos Sr Aléssio Di Domenico e Jones Di Domenico pela oportunidade e parceria da empresa Marombí alimentos LTDA com a Universidade Federal de Mato Grosso, especificamente com o grupo de aves.

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças”

Leon Megginson

BIOGRAFIA

Nariane Silva Gonçalves, filha de Antônio da Guia Gonçalves e Zélia Miguelina da Silva Gonçalves, nasceu em 14 de abril de 1990 na cidade de Cuiabá- MT.

Em fevereiro de 2008 iniciou o curso de Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso *Campus* São Vicente da Serra, onde recebeu o título de Bacharel em Zootecnia em 29 de maio de 2013.

Em março de 2014 ingressou no Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* de Sinop na área de concentração em Nutrição e Alimentação Animal. Em 21 de março de 2016, submeteu-se a banca de defesa de dissertação para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

RESUMO

Gonçalves, Nariane Silva. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, março de 2016, 57 f. Qualidade da Cama de Frango Com Adição de Acidificantes em Diferentes Períodos Pluviométricos. Orientadora: Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama. Co-orientadores: Prof. Dr. Anderson Corassa e Profa. Dra. Ana Paula Silva Ton

Uma prática comum na avicultura em muitos países, incluindo o Brasil é a reutilização de cama de frango por mais de um lote. Essa representa uma forma de diminuir os custos com a aquisição de nova cama, aumentar a quantidade de nutrientes na cama para ser utilizada como biofertilizante na agricultura e estabilizar ou diminuir o impacto ambiental com a produção de cama por ave produzida. Com isso, algumas alternativas podem ser estudadas para o tratamento de cama de frango reutilizadas, afim de diminuir os impactos causados as aves, ao ambiente e aos seres humanos. Diante disso, os condicionadores químicos vem sendo utilizados como um método de tratamento da cama, pois quando aplicados sobre a mesma agem reduzindo o pH e consequentemente produzindo um ambiente desfavorável para os microorganismos produtores de amônia. Neste sentido, o capítulo 1 (revisão bibliográfica), teve por objetivo apresentar uma abordagem dos principais fatores que afetam a qualidade da cama de frango, bem como as alternativas para tratamento com ênfase no uso acidificantes aplicados diretamente na cama. O capítulo 2 teve por objetivo avaliar os efeitos da acidificação da cama de frango sobre os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos em diferentes períodos pluviométricos. Foram avaliados dois lotes durante 42 dias de vida, sendo um na estação de alta pluviosidade (chuva) e outro na estação de baixa pluviosidade, sendo utilizado- um acidificante comercial para cama de aviário composta por sulfato de cálcio ativado e filossilicato expandido. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcela subdividida no tempo com fatorial na parcela (2x2), sendo duas estações do ano (chuva e seca) e dois tratamentos de cama (tratamento acidificado e controle) avaliados ao longo do tempo (coletas). Foram realizadas avaliações físicas, químicas e microbiológicas da cama nos dias zero, 1, 14, 28 e 42, além da avaliação do ambiente interno das instalações avícolas. Quanto aos parâmetros físicos, avaliou-se temperatura superficial e interna e umidade da cama. Para os parâmetros químicos, foram avaliados o pH, amônia, e nitrogênio total da cama. Nas avaliações microbiológicas, realizou-se análise quantitativa com isolamento e contagem de bactérias mesófilas totais e enterobactérias, e análise qualitativa para presença ou ausência de *Salmonella sp*. Diferenças significativas foram encontradas para os parâmetros de pH, amônia, umidade e nitrogênio total quanto aos diferentes tratamentos de cama, épocas do ano e coletas. Em razão da sua composição química, o acidificante também se mostrou efetivo quanto a retenção da umidade da cama e nitrogênio total. Devido a diminuição do pH da cama, o acidificante se mostrou eficaz para redução de bactérias mesófilas, porém não foi verificado diminuição na contagem de enterobactérias e consequentemente a eliminação de *Salmonella sp* dos tratamentos acidificados. Concluiu-se que o tratamento da cama de frango com o método da acidificação se mostrou eficaz quanto a redução do pH e consequentemente para diminuição da volatilização da amônia nos primeiros 14 dias após a aplicação sobre a cama.

Palavras chaves: amônia, pH, *Salmonella*, tratamento químico

ABSTRACT

Gonçalves, Nariane Silva. MS Dissertation (Animal Science), Federal University of Mato Grosso, Campus of Sinop, March 2016, 57 p. Quality Chicken Bed With acidifiers Addition At different times Pluviometric. Adviser: Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama. Co-advisers: Prof. Dr. Anderson Corassa and Profa. Dra. Ana Paula Silva Ton

A common practice in poultry in many countries, including Brazil's poultry litter reuse for more than one lot. This is a way to reduce the costs of acquiring new bed, increase the amount of nutrients in the bed to be used as bio-fertilizer in agriculture and stabilize or reduce the environmental impact with the bed production per bird produced. With this, some alternatives can be studied for the treatment of poultry litter reused in order to mitigate the impacts caused birds, the environment and to humans. Thus, the chemical conditioners are being used as a bed treatment method, because when applied to the same act by reducing the pH and thus producing an unfavorable environment for producers of ammonia microorganisms. In this sense, Chapter 1 (literature review), aimed at presenting an approach of the main factors that affect the quality of poultry litter as well as alternatives to treatment with emphasis on applied acidifying use directly in bed. Chapter 2 was to evaluate the effects of acidification of poultry litter on the physical, chemical and microbiological parameters in different rainfall periods. Two batches were assessed for 42 days of life, one in the station of high rainfall (rain) and another at low rainfall station being used- acidifying to a commercial poultry litter comprising calcium sulphate activated and expanded phyllosilicate. We used a completely randomized design in a split plot scheme in time to factor in the plot (2x2), two seasons (rainy and dry) and two bed treatments (acidic treatment and control) evaluated over time (collection). They were conducted physical evaluations, chemical and microbiological bed on days zero, 1, 14, 28 and 42, in addition to the assessment of the internal environment of the poultry houses. As for the physical parameters, we evaluated surface and internal temperature and humidity of the bed. For chemical parameters were evaluated pH, ammonia and total nitrogen bed. Microbiological reviews, there was quantitative analysis with isolation and counting of total mesophilic bacteria and enterobacteria, and qualitative analysis for the presence or absence of *Salmonella* sp. Significant differences were found for pH parameters, ammonia, moisture and total nitrogen as the different bed treatments, seasons and collections. Because of its chemical composition, the acidifying also proved effective as the moisture retention of the bed and total nitrogen. Due to decrease in the pH of the bed, the acidifying has proven effective in reducing mesophilic bacteria, but was not verified decrease in Enterobacteriaceae count and consequently the elimination of *Salmonella* sp of acidified treatments. It was concluded that the treatment of poultry litter with acidification method was effective as reducing the pH and thus to decrease, ammonia volatilization in the first 14 days after the complication of poultry litter.

Key Words: ammonia, pH, *Salmonella*, chemical treatment

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II. QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO COM ADIÇÃO DE ACIDIFICANTES EM DIFERENTES PERÍODOS PLUVIOMÉTRICOS	25
Figura 1: Pontos determinados para as avaliações a campo e coletas físicas e químicas com zero (antes do alojamento das aves e aplicação do acidificante), 14, 28 e 42 dias de vida das aves.....	32
Figura 2: Pontos determinados para as avaliações a campo e coletas físicas e químicas com 1 dia de vida das aves.....	32
Figura 3: Pontos determinados para as coletas microbiológicas com zero (antes dos alojamento das aves) 14, 28 e 42 dias de vida das aves.....	32
Figura 4: Figura 4. Pontos determinados para coletas microbiológicas com 1 dia de vida das aves	33

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II. QUALIDADE DA CAMA DE FRAN COM ADIÇÃO DE ACIDIFICANTES EM DIFERENTES PERÍODOS PLUVIOMÉTRICOS.....	25
Tabela 1. Ambiência interna de galpões de frangos de corte em diferentes fases de criação e tratamento da cama em duas estações do ano.....	38
Tabela 2. Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos quanto aos diferentes tratamentos de cama, estações do ano e coletas.....	40
Tabela 3. Desdobramento da interação entre estação do ano, coleta e tratamento da cama para temperatura superficial da cama.....	41
Tabela 4. Desdobramento da interação estação do ano e tratamento para temperatura internada cama.....	43
Tabela 5. Desdobramento interação coleta e tratamento para os parâmetros de pH e amônia da cama de frango.....	44

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO I: QUALIDADE DA CAMA DE FRANGOS DE CORTE E A ALTERNATIVA DA ACIDIFICAÇÃO COMO TRATAMENTO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
1 – Introdução.....	4
2 – Panorama da avicultura de corte.....	6
3 – Importância da cama na avicultura de corte.....	6
4 – Qualidade da cama.....	9
4.1 – Umidade da cama.....	9
4.2 – Temperatura.....	10
4.2 – pH.....	11
4.4 – Amônia.....	12
4.5 – Microbiologia da cama.....	14
5 – Tratamento da cama de frangos.....	16
5.1 - Tratamento com aplicação de acidificantes na cama de frango.....	17
6. Considerações finais.....	19
Referências Bibliográficas.....	20
CAPÍTULO II. QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO COM ADIÇÃO DE ACIDIFICANTES EM DIFERENTES PERÍODOS PLUVIOMÉTRICOS.....	25
1 – Introdução.....	28
2 – Material e Métodos.....	30
3 – Resultados e discussão.....	38
4 – Conclusão.....	52
5– Referências bibliográficas.....	53
6- Considerações Finais.....	57

INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura brasileira passou por um acentuado desenvolvimento nos últimos anos, colocando o país em posição de destaque no *ranking* mundial, como segundo maior produtor e primeiro maior exportador (Avisite, 2016), seguindo uma tendência de contínuo crescimento.

Este desenvolvimento da produção avícola, está relacionada principalmente aos avanços na área da genética, nutrição, sanidade e manejo, o que permite a manutenção da moderna avicultura de corte, contribuindo conseqüentemente para a evolução da criação de frangos com menor custo de produção (Fukayama, 2008).

O sistema de produção avícola é caracterizado como intensivo e altamente tecnificado. Embora esse sistema otimize a produção, pode gerar preocupação quanto ao desafio sanitário e ambiental uma vez que quando se trata de produção em larga escala, logo se pensa nos resíduos e nos efeitos desfavoráveis que se gera dessa produção.

Dessa forma, a necessidade de implantação de medidas de biosseguridade no setor produtivo é cada vez maior, uma vez que os problemas sanitários podem comprometer a exportação de produtos avícolas. Essas medidas e práticas devem ser aplicadas a longo de todo sistema de criação das aves, com o objetivo de melhorar a produtividade, diminuir os riscos de infecções e contaminações do plantel, diminuir as condenações no abatedouro, garantir a qualidade do produto final e, assim como preservar a saúde do consumidor (Almeida et al., 2011).

Diante disso, o tratamento da cama de frango é um dos principais pontos críticos de controle para medidas de biosseguridade, pois como as aves passam a maior parte de suas vidas em contato com a cama a qualidade desta tem grande efeito sobre a sua saúde e desempenho.

Uma prática comum na avicultura em muitos países, incluindo o Brasil, é a reutilização de cama de frango por mais de um lote. Apresenta como vantagens a diminuição dos custos com a aquisição de nova cama, aumenta a quantidade de nutrientes na cama para ser utilizada como biofertilizante na agricultura e estabiliza ou diminui o impacto ambiental com a produção de cama por ave produzida (Fukayama, 2009).

Com a reutilização ocorre alteração na qualidade física e química da cama de frangos o qual diminui sua qualidade, dessa forma camas úmidas, aderentes, com alto pH e produção excessiva de amônia devido a alta proliferação de microorganismos, afetam negativamente o desempenho dos frangos.

Com isso, algumas alternativas vem sendo estudadas para o tratamento de camas de frango reutilizadas, afim de diminuir os impactos causados as aves, ao ambiente e aos seres humanos.

Nesse sentido, os condicionadores químicos vem sendo utilizados como um método de tratamento da cama, pois quando aplicados sobre a mesma age reduzindo o pH e conseqüentemente produzindo um ambiente desfavorável para os microorganismos produtores de amônia.

Diante dos fatos citados, objetivou-se fazer uma abordagem dos principais fatores que afetam a qualidade da cama de frango, bem como as alternativas utilizadas como tratamento e, avaliar os efeitos da acidificação da cama de frango sobre os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos em diferentes períodos pluviométricos.

Os Capítulos I e II foram redigidos de forma adaptada as normas editoriais da Revista Ciência e Agrotecnologia (ISSN 1413-7054).

CAPÍTULO I:
QUALIDADE DA CAMA DE FRANGOS DE CORTE E A ALTERNATIVA DA
ACIDIFICAÇÃO COMO TRATAMENTO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Introdução

A cama de frango tem a função de absorver a umidade, fornecer isolamento térmico e proporcionar uma superfície macia para as aves, o que evita a formação de calo no peito e de lesões no coxim plantar, no joelho e no peito (Hernandes e Cazetta, 2001). A mesma varia em sua composição, e as suas características físicas divergem entre os aviários e em diferentes regiões (Dao e Zhang, 2007). E essa variação pode ser atribuída a quantidade e o tipo de material da cama, número de lotes e densidade de frangos produzidos na cama, frequência de manejo que se realiza, temperatura ambiente e estações do ano, como por exemplo a alta ou baixa pluviosidade.

É uma prática comum na avicultura criar vários lotes de aves sobre uma mesma cama. A prática da reutilização da cama de frango é uma forma de igualar ou diminuir os custos com a aquisição de nova cama, aumentar a quantidade de nutrientes para ser utilizada como biofertilizante na agricultura e estabilizar ou diminuir o impacto ambiental com a produção de cama por ave produzida (Fukayama, 2009).

No entanto, essa reutilização pode levar a altos níveis de amônia no interior dos galpões, de 60 a 100 ppm, um valor considerado acima do recomendado, que deve ser inferior a 20 ppm (Globalgap, 2007). O pH da cama desempenha papel importante na volatilização da amônia. O acúmulo de amônia e material fecal aumenta o pH da cama, que varia tipicamente de 7 a 8,5 (Rehbeger, 2002). A liberação de amônia é menor quando o pH da cama está abaixo de 7,0, mas é substancial quando está acima de 8,0, sendo que a decomposição do ácido úrico é mais favorecida em condições de pH alcalino (Terzich, 1997).

Dessa forma, algumas alternativas para o tratamento da cama estão sendo avaliadas no intuito de reduzir o pH da cama de frango e melhorar a qualidade física química e

microbiológica propiciando maior conforto às aves, favorecendo seu desempenho zootécnico e sanitário.

Sendo assim, o tratamento com condicionadores químicos é apontado como uma solução rápida e econômica para reduzir a volatilização da amônia e amenizar alguns problemas como o aumento na incidência de doenças respiratórias nas aves e no ser humano.

Diante disso, objetivou-se com essa revisão de literatura abordar os principais fatores que afetam a qualidade da cama de frango, bem como as alternativas para o seu tratamento, com ênfase no uso acidificantes aplicados diretamente na cama.

2. Panorama da avicultura de corte

O segmento avícola brasileiro teve um acentuado desenvolvimento nos últimos anos, entre 2005 e 2015 a produção mundial aumentou pouco mais de 40% colocando o país como segundo maior produtor (Avisite, 2016), e primeiro maior exportador no *ranking* mundial, tendo um consumo *per capita* médio de 42,78 kg em 2014, sendo essa quantidade de 2,30% a mais em relação à média estimada de 2013 (ABPA, 2015). Atualmente, mais de 150 mercados são importadores da carne de frango do Brasil. Entre produtores, funcionários de empresas e profissionais vinculados direta e indiretamente ao setor, a avicultura reúne mais de 3,5 milhões de trabalhadores. Cerca de 350 mil deles trabalham diretamente nas plantas frigoríficas. No campo, são mais de 130 mil famílias proprietárias de pequenos aviários, que produzem em um sistema totalmente integrado com as agroindústrias exportadoras (ABPA, 2015).

3. Importância da cama na avicultura de corte

Na avicultura industrial, a ave permanece praticamente toda sua vida sobre a cama, tendo apenas dois pequenos períodos sem contato com essa, que é o tempo que vai da eclosão no incubatório até a chegada ao aviário e o período do carregamento no aviário até a chegada à plataforma do abatedouro. Neste contexto, a cama é fundamental neste segmento e deve proporcionar o máximo de condições de conforto e bem estar às aves para garantir toda a expressão do seu potencial genético (Dai Prá, 2014).

A cama de frango apresenta grande impacto na qualidade e na produtividade dos frangos de corte, sendo um item de importância fundamental para o manejo de aviários em sistemas de produção avícola. Apresenta como função absorver a umidade, diluir uratos e excretas, fornecer isolamento térmico e proporcionar uma superfície macia para as aves, o

que evita a formação de calo no peito e de lesões no coxim plantar e no joelho (Hernandes e Cazetta, 2001).

Vários materiais são utilizados como cama, sendo esses, a maravalha, casca de amendoim, casca de arroz, casca de café, capim seco, sabugo de milho picado, entre vários outros, e seu uso e disponibilidade variam de acordo com cada região e estação do ano (Grimes, 2004). Em estudo realizado por Santos et al. (2000), foram utilizados diferentes tipos de materiais como cama de frango, como o cepilho de madeira, casca de arroz, casca de café e sabugo de milho na qual se avaliou o desempenho de frangos de corte criados sobre esses tipos de cama. Os autores não encontraram efeito significativo nas variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar entre os diferentes tipos de camas testados, demonstrando o uso efetivo de materiais alternativos como cama para frangos.

Porém, a escolha do material a ser utilizado como cama é fundamental, pois a ave irá passar todo o ciclo produtivo na mesma, devendo ser levada em consideração algumas características de qualidade para este fim, como baixa formação de cascão, boa capacidade de absorver a umidade das excretas, manutenção do volume inicial e boa taxa de fermentação após a utilização. Outro aspecto de importância é a disponibilidade (dependendo de cada região) e o custo de aquisição da matéria prima a ser utilizada como cama.

Uma prática bastante comum na avicultura de muitos países, incluindo o Brasil, é a reutilização de cama de frango em mais de um lote de aves. A prática da reutilização da cama de frango é uma forma de igualar ou diminuir os custos com a aquisição de nova cama, aumentar a quantidade de nutrientes na cama para ser utilizada como biofertilizante na agricultura e estabilizar ou diminuir o impacto ambiental com a produção de cama por ave produzida (Fukayama, 2009).

Segundo Souza (2005), os produtores brasileiros utilizam, em média, a mesma cama para produzir cinco lotes de aves. Após a criação do lote, a cama é composta, além do substrato inicial, de excretas, restos de rações, penas, pele e insetos. Essa constituição resulta, em média, em 14% de proteína bruta, 16% de fibra bruta, 13% de matéria mineral e 0,41% de extrato etéreo (Fiorentin, 2005). Desta forma, a cama tem uma condição especial para o desenvolvimento bacteriano com índices adequados de pH, entre 8 e 9 em camas reutilizadas, e atividade de água entre 0,90 e 0,92 (Dai Prá et al., 2010). Aliado a isso tudo, a temperatura da cama varia em condições normais de 20 a 32°C no aviário dependendo da semana de criação, completando um *habitat* ótimo para o crescimento e multiplicação de bactérias (Ávila et al., 1992).

Dessa forma, a cama de frango deve ser manejada adequadamente para prevenir a proliferação de insetos e para controlar o nível de umidade e amônia, a produção de poeira e a exposição a agentes transmissores de doenças nos aviários (Hernandes et al., 2002). Segundo Fiorentin (2005), o manejo correto da cama é essencial para a saúde e o desempenho das aves e também para a qualidade final da carcaça, influenciando os lucros dos produtores e dos integradores.

Neste sentido, tem-se verificado a necessidade de maiores estudos relacionados com o manejo adequado, principalmente com a qualidade da cama (Santos, 2000). De acordo com Silva (2011), existem vários métodos de manejo de cama voltados à inativação e controle de patógenos entre lotes, sendo que no Brasil os mais frequentemente utilizados são a fermentação em leira, adição de condicionador químico na cama e a fermentação plana, que consiste na cobertura da cama com lona em toda a extensão do aviário.

Outro método bastante utilizado e indispensável como manejo da cama é o revolvimento, na qual segundo Lana (2000), a cama de frango precisa ser revolvida diariamente, principalmente nos primeiros dias e em horários de temperaturas mais

amenas, para evitar a formação de placas como decorrência da umidade provocada pelo acúmulo de excretas e água derramada dos bebedouros. Porém, quando ocorrer problemas de cama molhada, esta deve ser removida e substituída por cama nova, além do que, a formação de placas favorece ao aumento da incidência de calosidade nos pés das aves (pododermatites).

4. Qualidade da cama

A cama é o principal subproduto do ciclo de produção de aves e é composta, além de material absorvente, da excreta, restos de ração, penas, insetos e secreções (Santos et al., 2012). Dessa forma deve ser manejada adequadamente afim de manter sua qualidade e consequentemente o bom desempenho das aves.

Vários fatores podem afetar a qualidade da cama aviária, tais como tipo ou composição da ração, natureza e quantidade do material de cobertura do piso do galpão, período de permanência das aves sobre a cama, número de aves por área, condições e período de estocagem, temperatura ambiental e utilização de equipamentos de resfriamento, como nebulizadores e ventiladores, entre outros. Dentre as características físicas e químicas que podem afetar a qualidade da cama de frango tem-se principalmente, temperatura ambiental, umidade, pH e amônia.

4.1 Umidade da cama

O nível de umidade da cama é um fator crítico no manejo dos galpões, já que influencia a incidência e a severidade das lesões na carcaça das aves (Qiu e Guo, 2010) e controla a volatilização da amônia, pois o aumento da umidade promove uma maior liberação de amônia nos galpões de frangos de corte (Hernandes et al., 2002).

Segundo Oliveira et al. (2004), a umidade da cama está relacionada a fatores como tipo de dieta, consumo de água, temperatura ambiental, densidade de alojamento, ventilação e, principalmente, tipo de bebedouro usado.

De acordo com Dai Prá e Roll (2014), os níveis de umidade na cama devem situar-se entre 20 e 35%. Cama com índice de umidade abaixo de 20% resulta em aumento da concentração de poeira no interior da instalação, irritando o sistema respiratório das aves, predispondo ao surgimento de infecções. Por outro lado, o excesso de umidade da cama, ou seja, índice acima de 35%, podem causar problemas de saúde e/ou bem-estar nas aves, aumento da incidência de lesões no peito, queimaduras na pele, pododermatites, condenações e perda da qualidade nas carcaças.

Os mesmos autores ainda afirmam que a cama com alta umidade pode também contribuir para o aumento dos níveis de amônia emitidos dentro dos galpões. A umidade associada com o processo de maturação da cama permite a proliferação de alguns tipos de fungos e bactérias desnitrificantes que desdobram o ácido úrico fecal através da enzima uricase, fazendo com que haja uma desestabilização do meio gerando vários subprodutos prejudiciais para as aves, sendo que o principal deles é a amônia que é uma substância com pH bastante elevado, alcalinizando o substrato que é de origem vegetal e inicialmente ácido.

4.2. Temperatura

Segundo Oliveira et al. (2006), entre os diversos fatores que influenciam a produção de frangos de corte, os fatores ambientais, como a temperatura assumem relevante importância no processo de criação das aves. As instalações devem assegurar a manutenção da homeotermia das aves, para manter o conforto térmico animal e garantir o bem estar na produção (Nascimento, 2011). Nesse sentido, a cama de frango está

diretamente relacionada com a temperatura ambiental, na qual de acordo com Daí Prá e Roll (2014), em condições normais, a temperatura da cama deve situar-se próxima da temperatura do ambiente interno do aviário, para dar condições de bem estar e não interferir negativamente no desempenho das aves.

A temperatura no ambiente do aviário varia em condições normais de 20 a 32°C (Ávila et al., 1992) dependendo da semana de criação. Boshouwersm (1996) observou que a temperatura da cama de uma criação de frangos de corte a partir do 19º dia de idade foi 7° C superior em relação a temperatura ambiente. Segundo este mesmo autor, este aumento na temperatura da cama pode contribuir, juntamente com o calor gerado pelas aves e pelo fluxo de calor entre a instalação e o ambiente externo, para um aumento na temperatura interna dos galpões e como uma carga adicional de calor para as aves.

Diante disso, o ambiente precisa receber atenção necessária para diminuir este impacto relacionado à qualidade da cama, como instalações adequadas, cortinas e equipamentos, dentre esses, os ventiladores e nebulizadores que são itens importantes no manejo de ventilação e ambiência, essencial para manutenção da qualidade da cama de aviário, principalmente nos períodos críticos de alta temperatura no verão (Ávila et al., 2008).

4.3 pH

O conceito de pH está relacionado com a concentração de hidrogênio presente em um determinado meio. O pH é uma característica de todas as substâncias, determinado pela concentração de íons de hidrogênio (H⁺). Os valores variam de zero a 14, sendo que valores de zero e abaixo de 7 são considerados ácidos, valores em torno de 7 são neutros e valores acima de 7 são denominados básicos ou alcalinos (Silva et al., 2010). Para Jeffrey

(2001), o pH da cama pode variar desde o levemente ácido (pH 6,0) até o francamente alcalino (pH 9,0).

O pH é um indicador de elétrons dissociáveis e pode ser manipulado para cima ou para baixo dificultando, dessa forma, a multiplicação das bactérias patogênicas (Tiquia et al., 2000). Sendo que o pH da cama é levemente ácida quando essa é nova, mas a partir da incorporação das excretas e o posterior desdobramento do ácido úrico em amônia começa gradativamente a ocorrer à alcalinização da mesma (Daí Prá e Roll, 2014).

O pH da cama desempenha papel importante na volatilização da amônia. O acúmulo de amônia e material fecal aumenta o pH da cama, que varia tipicamente de 7 a 8,5 (Rehbecker, 2002). A liberação de amônia é menor quando o pH da cama está abaixo de 7,0, mas é substancial quando está acima de 8,0, sendo que a decomposição do ácido úrico é mais favorecida em condições de pH alcalino (Terzich, 1997).

Daí Prá et al. (2010) afirmam que a cama tem uma condição especial para o desenvolvimento bacteriano com índices adequados de pH entre 8 e 9 em camas reutilizadas. Essa variação de aumento do pH favorece a maior capacidade de multiplicação da maioria das bactérias de interesse na produção de frangos de corte, incluindo as bactérias patogênicas. O manejo da cama de frango se faz necessário para a diminuição do pH e conseqüentemente para a redução dos fatores negativos causados pelos microorganismos atuantes na cama, uma vez que também reduz a volatilização da amônia (Fiorentin, 2005).

4.4 Amônia

A amônia é um gás incolor e causa irritação das mucosas (Gonzáles e Saldanha, 2001), é um composto nitrogenado formado por um átomo de nitrogênio e três de

hidrogênio (NH_3). Sua origem está na decomposição microbiana do ácido úrico presente nas excretas das aves (Randall et al., 2000).

Oliveira e Godoi (2010) afirmam que a amônia é um subproduto desse processo de decomposição microbiana, e quando liberada para o ambiente em altas concentrações pode causar doenças respiratórias, diminuindo conversão alimentar e conseqüentemente a taxa de crescimento das aves alojadas.

A indústria avícola, com intuito de manter a competitividade do setor vem produzindo frangos em altas densidades de alojamento, o que acarreta em alterações no conforto térmico das aves e aumenta o aporte de excretas na cama, gerando maior potencial de produção de gases oriundos da fermentação desse material (Freitas et al., 2009).

O íon amônio (NH_4^+) é a forma dominante de nitrogênio na excreta de aves, o qual é convertido em amônia (NH_3) com a elevação do pH e sob condições de umidade. Este fato torna a amônia o gás mais nocivo produzido em galpões de frangos (Carlile, 1984).

A liberação de amônia é menor em pH abaixo de 7, entretanto, é maior quando está acima de 8 (Terzich, 1997). A cama com alta umidade pode também contribuir para o aumento dos níveis de amônia, pois em condições de umidade excessiva, a cama pode produzir amônia a partir do metabolismo microbiano sobre os resíduos fecais (Santos et al., 2012). Adicionalmente, a umidade associada com o processo de maturação da cama permite a proliferação de alguns tipos de fungos e bactérias desnitrificantes que desdobram o ácido úrico fecal através da enzima uricase (Daí Prá e Roll, 2014) produzindo a amônia.

Quando a quantidade de amônia inalada é superior a 60 ppm, a ave fica predisposta a doenças respiratórias, aumentando os riscos de infecções secundárias às vacinações. Quando o nível de amônia no ambiente atinge 100 ppm, há redução da taxa e profundidade da respiração, prejudicando os processos fisiológicos de trocas gasosas. Esses níveis altos

de amônia (60 a 100 ppm) podem ser observados no início da criação em aviários com a reutilização da cama (González e Saldanha, 2001).

Para humanos, em particular, a exposição a concentrações muito altas de amônia pode causar danos sérios nos pulmões ou ser letal (Ferreira, 2010). Segundo Zanatta (2007), o olfato humano não detecta a presença de amônia em níveis abaixo de 20 ppm. Além disso, os humanos perdem a sua sensibilidade olfativa depois de longas ou repetidas exposições ao mesmo odor. Dessa forma, os trabalhadores são afetados muito antes que o problema seja percebido ou identificado, o mesmo autor ainda afirma que de 100 a 200 ppm, a amônia induz sonolência, salivação e inapetência.

No Brasil, não existem limites legais para a exposição de aves à amônia, entretanto exportadores de carne de frango adotam o limite de exposição constante máximo de 20 ppm, quando as concentrações de amônia em sistema de criação intensivo fechado pode apresentar, na última semana de produção, valores de até 50 ppm (Miragliotta, 2000; Jones et al., 2005) ou até superiores dependendo da condição de renovação do ar interno desses aviários.

4.5 Microbiologia da cama

A microbiota da cama é extremamente diversificada em função do contínuo aporte de excretas durante o ciclo de criação, além da incorporação de fungos e bactérias derivados do ambiente (Jorge et al., 1995).

De acordo com Resende (2010), as características microbiológicas da cama de frango podem estar associadas, ao mesmo tempo, a um material potencialmente contaminante, como também de grande utilidade ao se considerar o ativo metabolismo microbiano que se instala através da quantidade de matéria orgânica que a cama recebe ao longo do ciclo de criação das aves.

A maioria das bactérias patogênicas que prejudicam os frangos também são potencialmente patogênicas para o homem (Lavergne et al., 2006). Além disso, todas as bactérias de origem alimentar são mesófilas e crescem em temperatura ambiente (10 a 50 °C) (Franco, 1996). Portanto, uma alta contagem de bactérias mesófilas na cama pode indicar alto grau de contaminação.

Um exemplo importante de mesófilo é o gênero *Staphylococcus*, que é composto por uma variedade de espécies associadas a infecções em seres humanos e animais. Dentre essas destacam-se as espécies *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. saprophyticus* e *S. haemolyticus* (Trabulsi et al., 1999).

A presença de bactérias mesófilas em grande número indica matéria-prima muito contaminada, limpeza e desinfecção de superfícies inadequadas, higiene insuficiente na produção e condições inapropriadas de temperatura (Beraldo et al., 2013).

Outro grupo de bactérias patogênicas que são encontradas na cama de frango são Enterobactérias, dentre estas estão algumas bactérias causadoras de zoonoses, como o caso da *Salmonella* e *Escherichia coli*, em geral, são as que geram preocupações devido a possíveis problemas causados por essas bactérias no lote de frangos e conseqüentemente na saúde do consumidor (Fiorentin, 2005).

As bactérias da família *Enterobacteriaceae* estão distribuídas mundialmente. Essas são encontradas no solo, na água, frutas, vegetais, grãos, flores, árvores e em animais, desde insetos ao homem (Holt et al., 1994). A sua maioria habita os intestinos do homem e animais, seja como membros da microbiota normal ou como agentes infecciosos (Trabulsi e Campos, 2002). Dentre as bactérias, as do gênero *Salmonella* sp. apresenta maior importância na avicultura por representarem risco de contaminação alimentar em seres humanos, uma vez que geralmente as pessoas são infectadas pelo consumo ou contato com alimentos contaminados (Daí Prá et al., 2009). As salmoneloses aviárias podem ter como

agente causal, dentre outros, a *Salmonella Enteritidis* e *Salmonella Typhimurium*, as quais são classificadas em patologia aviária como salmonelas paratíficas, ou seja, provocam doenças agudas ou crônicas em aves e muitos outros animais (Kwak et al., 2005).

5. Tratamento da cama de frango

O tratamento da cama de frango é fundamental quando se faz reutilizações consecutivas por vários lotes, sendo necessário para diminuir os impactos causados na sua qualidade por lotes anteriores. Segundo Silva (2011), vários métodos são utilizados como tratamento de cama de aviário, no Brasil os mais frequentemente utilizados são a fermentação em leira (formar leiras com o substrato utilizado como cama, na tentativa de promover a fermentação), adição da cal (tratamento químico) e a fermentação plana (cobertura da cama como lona em toda a extensão do aviário).

Além disso, Roll et al. (2011) relatam que várias substâncias têm sido adicionadas na cama de frango, no intuito de melhorar sua qualidade microbiológica. Tais substâncias podem alterar também as propriedades bromatológicas da cama de frango, possibilitando oportunidades de estudos nesta área.

Diante disso, o tratamento com condicionadores químicos é apontado como uma solução rápida e econômica para reduzir a volatilização da amônia e amenizar alguns problemas como o aumento na incidência de doenças respiratórias nas aves e no ser humano, a desclassificação de carcaça devido à lesões na pele e também a redução do teor de nitrogênio na cama, o que altera seu valor como fertilizante (Oliveira et al., 2003).

Adicionar elementos químicos à cama causa alterações no pH e propicia um meio desfavorável ao crescimento de microorganismos patogênicos para a cadeia avícola. O manejo correto da cama nos galpões avícolas é área chave na produção, porque afeta a saúde das aves, o desempenho e a lucratividade (Lucca et al., 2012).

A redução do pH, além de diminuir a carga bacteriana da cama, reduz a volatilização da amônia, melhorando as condições ambientais do aviário, pois a volatilização da amônia ocorre em pH 7,0 ou superior (Ivanov, 2001).

Recentemente, vários condicionadores acidificantes têm sido desenvolvidos como tratamento de cama, os quais reduzem significativamente os níveis de amônia nos galpões. Esses produtos agem tanto por redução da atividade bacteriana na cama como por se ligar quimicamente à amônia e impedir sua volatilização (Oliveira e Godoi, 2010).

5.1 Tratamento com aplicação de acidificantes na cama de frango

O uso de produtos acidificantes tem como objetivo reduzir o pH da cama até níveis que gerem um ambiente pouco favorável à multiplicação de patógenos humanos associados às aves, especialmente, *Campylobacter* e *Salmonella* (Line e Bailey, 2006). De acordo com Silva (2011), o meio mais propício para a multiplicação desses microorganismos indesejáveis se encontram entre 6 e 9. Associado a isso, a utilização de acidificantes na cama de frango vem sendo utilizado não só na redução do pH, como também na redução da volatilização da amônia (Medeiros et al., 2008).

Os efeitos da redução na volatilização de amônia estão relacionados com o decréscimo do pH que, com o aumento da concentração de íons H⁺, favorece a formação de amônio (NH₄⁺) (Prochnow et al., 1995).

Os principais produtos com propriedades acidificantes são o bissulfato de sódio (Pope e Cherry, 2000; Line e Bailey, 2006), sulfato de alumínio, superfosfato simples (Oliveira et al., 2004), ácido sulfúrico (Vicente et al., 2007) e o lignossulfato de sódio com ácidos fórmico e propiônico (Garrido et al., 2004).

O sulfato de alumínio reduz o pH da cama e Burgess et al. (1998) em seu estudo, observaram que a adição desse produto na proporção de 10% do peso da cama provoca queda no pH de 7,47 para 4,43 em cama composta por casca de arroz. Oliveira et al. (2004)

concluíram que o sulfato de alumínio reduziu significativamente o pH da cama ao final de 42 dias de criação em todos os lotes testados.

Em relação à contagem média de bactérias mesófilas totais durante os 42 dias de alojamento, a cama tratada com produto natural a base de sulfato de cálcio e filossilicato expandido para higienização de camas de frango, perus, matrizes, avós e poedeiras apresentaram contagens menores em todas as granjas testadas conforme Werle et al. (2010). Pope e Cherry (2000) recomendam o uso de compostos acidificantes, como o sulfato de hidrogênio sódico e o sulfato de alumínio. Estes acidificantes são aplicados comumente à razão de 35 a 50 kg/ 100 m² no dia anterior à recepção os pintinhos e geralmente apenas na área de pinteiro. Porém, segundo os autores, o efeito dos acidificantes não é maior do que 2 ou 3 semanas.

Deste modo, a ação dos acidificantes está em potencializar a diminuição do impacto negativo da cama principalmente nas duas primeiras semanas de vida da ave, sendo esta considerada as mais críticas. Segundo Butcher e Nilipour (2002), erros cometidos nessa fase não poderão ser corrigidos, afetando assim o desempenho final das aves. Isso se deve, segundo Abreu (2003), por ser os primeiros 21 dias marcados pelo rápido desenvolvimento da ave e também por mudanças fisiológicas importantes, tais como: desenvolvimento do sistema termorregulador, início do desenvolvimento de imunocompetência, além do desenvolvimento de músculos, sistema ósseo e gordura. Portanto, o comprometimento dessa fase de desenvolvimento afeta negativamente o desempenho final do lote.

6. Considerações Finais

Vários tratamentos com condicionadores químicos para a cama são propostos pela literatura afim de manter sua qualidade e assim promover um ambiente favorável para o bom desempenho das aves, com isso o método da acidificação da cama vem se mostrando eficaz para redução do pH e conseqüentemente diminuição da volatilização da amônia, desencadeando assim outros fatores qualitativos como a redução da carga microbiológica da cama, uma vez que estas estão ligadas diretamente com o pH da cama.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, VMN. **Manejo inicial e seus reflexos no desempenho do frango**. Comunicado Técnico. Disponível em: <http://nordesterural.com.br/nordesterural/matler.aspnewsId=454>. Acesso em 15 de janeiro de 2016.

ABPA-**Associação Brasileira de proteína Animal**. Relatório Anual das Atividades de 2014. Disponível em <http://www.abpa-org.br>. Acesso em 27 julho de 2015

Avisite. Notícias, Brasil: segundo maior produtor mundial de carne de frango. Disponível em: <http://avisite.com.br/noticias/index.php?codnoticia=16536>. Acesso em: 15 de janeiro de 2016.

ALMEIDA, T. B. et al. Análise bromatológica e microbiológica da cama de frangos de corte.2011. Disponível em:<http://www.sovergs.com.br/site/38conbravet/resumos/845.pdf>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2016.

ALMEIDA, M.A.C., Fatores que afetam a umidade da cama. **Avicultura Industrial**, 76:16-18, 1986.

ARAÚJO, Massilon J. Fundamentos de Agronegócios. São Paulo: **Atlas**, 2003.

AVILA, V. S. et al. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37 (2): 273-277, 2008.

ÁVILA, V. S. et al. Produção e manejo de frangos de corte. Série Documentos N.28, **Embrapa CNPSA**, Concórdia SC, 1992.

BERALDO, M.C. Qualidade microbiológica de frango comercializado na cidade de Jaboticabal, São Paulo. **Investigação**,13:24-28, 2013.

BOSHOUWERS, F.M.G. et al. Vertical temperature profiles at bird level in broiler houses. British. **Poultry Science**, 37:55-62, 1996.

BRAKE, J.D.; FULLER, M.J.; BOYLE, C.R. Evaluations of whole chopped kenaf and kenaf core used as a broiler litter material. **Poultry Poultry Science**, 72 (11): 2079-2083. 1993.

BURGESS, R. P., CAREY, J. B., SHAFER, D. J. The impact of pH on nitrogen retention in laboratory analysis of broiler litter. **Poultry Science**, 77 (12): 1620-1622,1998.

BUTCHER, G.D.; NILIPOUR, A.H. Broiler management – The first 24 hours. Gainesville: University of Florida - **Institute of Food and Agricultural Sciences**, 4p. 2002.

CARLILE, F.S. Ammonia in poultry houses: a literature review. **World Poultry Science Journal**, 40: 99-113, 1984.

- DAI PRÁ, M. A., ROLL, V. F. B. Cama de frangos de corte Materiais reutilização e destino. Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde - AMEVEA, Bogotá D.C. Junio 17-19, 2014.
- DAI PRÁ, M. A. et al. Quicklime reduces salmonella and clostridium sp counts in used broiler litter. **European Poultry Conference**, Tours, France, 2010.
- DAO, T.H.; ZHANG, H. Rapid composition and source screening of heterogeneous poultry litter by x-ray fluorescence spectrometry. **Annals of Environmental Science**, 1 (69): 79, 2007.
- FERREIRA, J.C. Remoção de Amônia Gerada em Granjas Avícolas e sua Utilização em Células à Combustível e uso como Fertilizante. Tese de Doutorado. Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares Autarquia Associada à **Universidade de São Paulo**, 2010.
- FIORENTIN, L. Reutilização da cama na criação de frangos e as implicações de ordem bacteriológica na saúde humana e animal. Série Documentos N. 94, **Embrapa CNPSA**, Concórdia SC, 2005.
- FRANCO, B.D.G.M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu. p 182, 1996.
- FREITAS, L.; BERTOGLIO, O. A evolução da avicultura de corte brasileira após 1980. **Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria, 13 (1):38, 2001.
- FREITAS, L.W. et al.. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama de frango. In: Conferência Facta de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. **Anais dos trabalhos de pesquisa José Maria Lamas de Silva**. Campinas: **FACTA**, 2009
- FUKAYAMA, E.H.; et al. Avaliação da produção de camas reutilizadas de frangos de corte de quatro lotes. In: I **Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais Ordenamento Territorial das Produções Animais e Políticas Públicas Relacionadas ao Gerenciamento dos Resíduos de Animais**. Anais p. 583-588. Florianópolis, SC – Brasil. 2009.
- GARCIA, R.G.; PAZ, I.C.L.A.; CALDARA, F.R. Papel da cama na produção e bem estar de frangos de corte. **Avisite**, 2011
- GRIMES, J. L. Alternatives litter materials for growing poultry. **North Carolina Poultry Industry Newsletter**, v. 1, 2004.
- GARRIDO, M. N.; SKJERVHEIM, M.; OPPEGAARD, H. et al. Acidified litter benefits the intestinal flora balance of broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70 (9): 5208-5213, 2004.
- GLOBALGAP. Pontos de controle e critérios de cumprimento: garantia integrada da fazenda – aves. Cologne: **GLOBALGAP**. p 22, 2007.

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

HERNANDES, R.; CAZETTA, J. O. Método Simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 30 (3):824-829, 2001.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J. O.;MORAES, V. M. B. Frações Nitrogenadas, Glicídicas e Amônia Liberada pela Cama de Frangos de Corte em Diferentes Densidades e Tempos de Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31(4), 2002.

Holt, J.G. et al. **Manual of Determinative Bacteriology**, 9th Ed. USA. 1994.

IVANOV, I.E. Treatment of broiler litter with organic acids. **Research in Veterinary Science**, Amsterdam, 70 (2): 169-173, 2001.

JORGE, M. A. et al. Coliformes, umidade e produção de amônia em cinco tipos de cama de frango. Anais da Semana Avícola 95, **FACTA**, São Paulo SP, 1995.

JONES, E. K. M.; WATHES, C. M.; WEBSTER, A. J. F. Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience. **Applied Animal Behaviour Science**, Londres, v.90, n.3, p.293-308, 2005.

JEFFREY, J.S. Inactivation of bacteria in stacked poultry litter. Davis: **University of California**. p. 8, 2001.

KWAK, W.S. et al. Effect of processing time on enteric bacteria survival and on temperature and chemical composition of broiler poultry litter processed by two methods. **Bioresource Technology**, 9: 1529-1536, 2005.

LANA, G.R.Q. *Avicultura*. Recife: Livraria e **Editora Rural** Ltda. p. 268, 2000.

LAVERGNE, T.K.; STEPHENS, M.F.; SCHELLINGER, D.; CARNEY, W.A. In-house pasteurization of broiler litter. **Louisiana Cooperative Extension**. Pub. 2955. 2006.

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

LUCCA, W. et al. Efeito de diferentes tratamentos químicos em cama para aves de corte. **Revista Agroambiental** - Abril/2012.

MEDEIROS, R. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciência Rural, Santa Maria**, 38 (8): 2321-2326, 2008.

MIRAGLIOTTA, M.Y. Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados. (Dissertação de mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas,122p, 2000.

MILLER, G. The first two weeks: a critical time. **Quarterly Publication of Cobb-Vantress**, v. 4, n.2, p.1-4, 1996.

NAGARAJ, M. et al. Efficacy of a litter amendment to reduce pododermatitis in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research, Savoy**, v. 16, n. 2, p. 255-261, 2007.

NASCIMENTO, G. R. et al. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e . ambiental**, 18 (6) Campina Grande June 2014.

Nascimento, G.R. et al. Assessment of broilers surface temperature variation when exposed to different air temperature. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.13, p.259-263, 2011.

OLIVEIRA P. A "Emissão de amônia na produção de frangos de corte." Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso. In: **CONFERÊNCIA FACTA**, Campinas, 2013. Anais. Facta, 2013.

OLIVEIRA, M.C.; GODOI, C.R. Tratamento da cama de frango sobre o desempenho das aves equalidade da carcaça e da cama. Revisão de literatura. **PUBVET**, Londrina, 4 (7): 755, 2010.

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

POPE, M.J.; CHERRY, T.E. An evaluation of the presence of pathogens on broiler raised on poultry litter treatment treated litter. **Poultry Science**, 79: 1351-1355, 2000.

PROCHNOW, L.I. Controle das perdas de amônia durante a compostagem de esterco com adição de fosfogesso e superfosfato simples. **Scientia Agrícola**, 52 (2): 346-349, 1995.

QIU, G.; GUO, M. Quality of poultry litter-derived granular activated carbon. **Bioresource Technology**, 101: 379-386, 2010.

RANDALL, D. et al. Equilíbrio osmótico e iônico. In:**Fisiologia animal: mecanismos e adaptações**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000. Cap.14, p.531-581.

REHBEGER, T. C. Controlling litter microorganisms e Digest, 2 (6):.1-6, 2002.

RESENDE, F.M.S. (2010). Análise Físico-Químicas e Virucidas da Fermentação Com Cobertura e Sem Amontoamento da Cama de Aves. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Preventiva) – Escola de veterinária, **Universidade Federal de Minas Gerais. Belo horizonte**, Minas Gerais, 2010.

ROLL, V. F. B.; DAI PRÁ, M. A.; ROLL, A. P. Research in broiler litter reused for up to 14 consecutive flocks. **Poultry Science**, Champaign, 90: 2257-2262, 2011

SANTOS, M. J. B.; SAMAY, A. M. A. T.; DEMOSTHENES, A. T. Manejo e tratamento de cama durante a criação de aves. Artigo 164 Volume 09 . Número 03 p.1801-1815 Maio/Junho 2012.

SANTOS, E.C. et al. Avaliação de alguns materiais usados como cama sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 1024-1030, 2000.

SILVA, G.; DUTRA, P. R. D.; CADIMA, I. M. Higiene na indústria de alimento. Comunicado técnico. UFRPE/CODAI, Pernambuco, 2010.

SILVA, V.S. Estratégias para reutilização da cama de aviário. **Conferencia Facta, de ciência e tecnologia avícolas**, Santos, SP, 2011.

SOUZA, J. C. P. V. B. Embrapa participará de definição de boas práticas de reutilização da cama do aviário. 2005. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2005/folder>.

TERZICH, M.A. Amônia dos galpões avícolas e o pH da cama. In: Conferência Afimco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1997, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: **Associação Brasileira dos Produtores de pintos de Corte**. 304p. p.141-146, 1997

TIQUIA, S. M.; TAM, N. F. Y. Fate of nitrogen during composting of chicken litter. *Environmental Pollution*, Oxford, N. 4, V. 110, 2000.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F.; GOMPERTZ, O. F.; CANDEIAS, J. A. N. **Microbiologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1999

TRABULSI, L.R.; CAMPOS, L.C. Generalidades sobre enterobactérias. **Microbiologia**. 3 ed. São Paulo: Atheneu, 2002, p.207-213.

VICENTE, J. L.; HIGGINS, S. E.; HARGIS, B.M. Effect of Poultry Guard litter amendment on horizontal transmission of *Salmonella enteritidis* in broiler chicks. *Intern. J. Poult. Sci.*, v. 6, n.5, p. 314-317, 2007

WERLE, G.; LOVATO, M.; WILSMANN, C. G.; GAZONI, F. G.; CHAVES, B. W.; BRUSTOLIN, J. M.; Avaliação microbiológica da cama de frangos de corte tratada com Ecodryaves. Anais. 25ª Jornada Acadêmica Integrada. UFSM, 2010.

ZANATTA, A.R. Análise do Controle de Amônia em Aviários. Universidade do Extremo Sul Catarinense – Unesc, 2007.

Capitulo II:

**QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO COM ADIÇÃO DE ACIDIFICANTES EM
DIFERENTES PERÍODOS PLUVIOMÉTRICOS**

QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO COM ADIÇÃO DE ACIDIFICANTES EM DIFERENTES PERÍODOS PLUVIOMÉTRICOS

RESUMO- Objetivou-se avaliar os efeitos da acidificação da cama de frango sobre os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos em diferentes períodos pluviométricos. Foram avaliados dois lotes com 42 dias de vida, sendo o primeiro na estação de alta pluviosidade e outro na estação de baixa pluviosidade. Utilizou-se um acidificante para tratamento de cama de frango composto por sulfato de cálcio ativado e filossilicato expandido. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcela subdividida no tempo com fatorial na parcela (2x2), sendo duas estações do ano (chuva e seca) e dois tratamentos de cama (tratamento acidificado e controle) avaliados ao longo do tempo (coletas). Foram realizadas avaliações físicas, químicas, microbiológicas da cama nos dias zero, 1, 14, 28 e 42, além da avaliação do ambiente interno das instalações avícolas. Quanto aos parâmetros físicos, avaliou-se a temperatura superficial e interna e umidade da cama. Para os parâmetros químicos, foram avaliados o pH, amônia, e nitrogênio total da cama. Nas avaliações microbiológicas realizou-se análise quantitativa com isolamento e contagem de bactérias mesófilas totais e enterobactérias, e análise qualitativa para presença ou ausência de *Salmonella sp.* Menores médias foram encontradas para os parâmetros de pH e amônia com tratamento com acidificante. O acidificante também promoveu redução de bactérias mesófilas. Em razão da sua composição, o acidificante também se mostrou efetivo quanto a retenção da umidade e nitrogênio total da cama. Devido a diminuição do pH, o acidificante se mostrou eficaz para redução de bactérias mesófilas, porém não foi possível diminuir a contagem de enterobactérias e conseqüentemente a eliminação de *Salmonella sp.* dos tratamentos acidificados. Concluiu-se que o tratamento da cama de frango com o método da acidificação se mostrou eficaz quanto a redução do pH e conseqüentemente para diminuição da volatilização da amônia nos primeiros 14 dias após a aplicação sobre a cama.

Palavras chaves: amônia, pH, *Salmonella*, tratamento químico

CHICKEN BED QUALITY WITH ADDITION OF DIFFERENT PERIODS IN ACIDIFYING rainfall

ABSTRACT- This study aimed to evaluate the effects of acidification of poultry litter on the physical, chemical and microbiological parameters in different rainfall periods. We evaluated two lots with 42 days of life, the first being in the high rainfall season and another in low rainfall station. It was used for an acidifying treatment of poultry litter comprising calcium sulfate and activated phyllosilicate expanded. We used a completely randomized design in a split plot scheme in time to factor in the plot (2x2), two seasons (rainy and dry) and two bed treatments (acidic treatment and control) evaluated over time (collection). They were conducted physical evaluations, chemical, microbiological bed on days zero, 1, 14, 28 and 42, in addition to the assessment of the internal environment of the poultry houses. As for the physical parameters evaluated the surface and internainternainterna temperature and humidity of the bed. For chemical parameters were evaluated pH, ammonia and total nitrogen bed. Microbiological Reviews quantitative analysis was carried out with isolation and counting mesophile bacteria and enterobacteria, and qualitative analysis for the presence or absence of *Salmonella* sp. lower average were found for the parameters of pH and ammonia with treatment acidifying. The acidifying also promoted reduction of mesophilic bacteria. Because of its composition, the acidifying also proved effective as moisture retention and total nitrogen bed. Due to the pH decrease, the acidifying is effective for reducing mesophilic bacteria, but it was not possible to reduce the Enterobacteriaceae count, and consequently the elimination of *Salmonella* acidified treatments. It was concluded that the treatment of poultry litter with acidification method was effective as reducing the pH and thus to decrease volatilization of ammonia in the first 14 days after the complication of poultry litter.

Key Words: ammonia, chemical treatment, pH, *Salmonella*

1. Introdução

A cama de frango apresenta papel fundamental na criação industrial de frangos de corte. Tem como função principal absorver umidade provinda das excretas, além de servir como leito durante todo o ciclo de criação das aves, e evitar o contato direto com o piso.

O tratamento da cama de frango é fundamental quando se faz reutilizações consecutivas por vários lotes, sendo necessário para diminuir os impactos causados na sua qualidade por lotes anteriores. Dentre os fatores que causam impacto na qualidade da cama, se destaca a amônia por ser um gás incolor que causa irritação às mucosas (González e Saldanha, 2001), sendo decomposta a partir da decomposição microbiana do ácido úrico presente nas excretas das aves (Randall et al., 2000).

O pH da cama tem um papel importante na volatilização da amônia, na qual a concentração de dessa aumenta com o aumento do pH (Carr, 1990). A liberação de amônia é menor quando o pH da cama está abaixo de 7,0, mas é substancial quando está acima de 8,0, sendo que a decomposição do ácido úrico é mais favorecida em condições de pH alcalino (Terzich, 1997).

Sendo assim, adicionar elementos químicos que reduzam o pH da cama e propicia um meio desfavorável ao crescimento de microorganismos patogênicos para as aves, e melhoram sua qualidade física, química e microbiológica, pode favorecer o desempenho zootécnico e sanitário das aves (Oliveira et al., 2004). Recentemente, vários condicionadores têm sido desenvolvidos, os quais reduzem significativamente os níveis de amônia nos galpões. Agem tanto por redução da atividade bacteriana na cama como por se ligar quimicamente à amônia e impedir sua volatilização (Oliveira e Godoi, 2010).

Dentre os condicionadores químicos tem-se os acidificantes, os quais podem reduzir significativamente o pH da cama diminuindo os níveis de amônia no interior dos aviários. Vários autores têm avaliado o acidificantes na redução do pH e da volatilização

de amônia da cama de frango (Elkinci et al., 2000). Burgess et al. (1998) observaram que o sulfato de alumínio reduziu de 7,47 para 4,43 o pH da cama composto por palha de arroz. Medeiros et al. (2008), também obtiveram redução no pH das camas tratadas com diferentes doses de superfosfato simples em comparação a cama que não recebeu qualquer tratamento (testemunha), constatando redução de até 5,8 de pH com a dosagem de 25% de superfosfato simples aplicado em relação ao peso da cama de frango de corte.

O uso de acidificantes em cama de frango faz com que ocorra uma redução do pH e, conseqüentemente aumento da concentração de íons hidrogênio (H^+), que favorece a formação de ions amônio (NH_4^+), sendo este não volátil, retendo dessa forma a amônia (Prochnow et al., 1995).

Dentre os compostos químicos que podem ser utilizados, o acidificante a base de sulfato de cálcio ativado e filossilicato expandido, se mostra como uma boa alternativa para o tratamento de cama de frango, uma vez que há poucas pesquisas na literatura sobre a ação do composto em questão. Nesse sentido, se faz necessário estudos com a utilização desses acidificantes levando em consideração sua composição que se destaca por possuir o poder acidificante, promovido pela sua ativação com ácido sulfúrico. Além disso, quando adicionado em sua composição a argila, o torna um produto capaz de reter umidade da cama.

Diante disso, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da acidificação da cama de frango sobre os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos em diferentes períodos pluviométricos.

2. Material e Métodos

2.1 Local e duração do período experimental

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcela subdividida no tempo com fatorial na parcela (2x2), sendo duas estações do ano (chuva e seca) e dois tratamentos de cama (tratamento acidificado e controle) avaliados ao longo do tempo com zero (antes da aplicação do acidificante na cama), 14, 28 e 42 dias de vida das aves.

O experimento foi conduzido em quatro aviários comerciais de frangos de corte localizados no município de Sinop-MT em duas estações do ano. A estação de alta pluviosidade (chuva) apresentou temperatura média diária de 25,34 °C, umidade relativa de 83,14 % e pluviosidade de 3,77 mm/dia e compreendeu o período de 28 de março a 09 de maio de 2015. A estação de baixa pluviosidade (seca) foi caracterizada por temperatura média de 24,83 °C, umidade relativa de 71,23 % e pluviosidade de 0,00 mm, durante o período de 03 de junho a 15 de julho de 2015 (dados coletados pelo Instituto Meteorológico da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus Sinop*).

Utilizou-se quatro galpões comerciais na mesma propriedade, sendo estes de alvenaria, coberto com telhado de alumínio, com dimensões de 132 m de comprimento por 13 m largura e pé-direito de 3,5 m. Equipados com ventiladores e nebulizadores, comedouros automáticos tipo rosca sem fim com pratos e bebedouros do tipo *nipple*. O substrato utilizado como cama foi composta por palha de arroz com seis utilizações no primeiro lote experimental (período chuvoso) e sete utilizações no segundo lote (período seco). Foram alojadas 21.100 aves em cada aviário, compreendendo densidade de 12 aves/m².

2.2 Descrição e aplicação do acidificante

Utilizou-se acidificante para cama de aviário composto por 45% de Sulfato de cálcio ativado com ácido sulfúrico, 28% de filossilicato expandido e 27% de inerte. O acidificante foi aplicado na cama dois dias antes do alojamento dos pintinhos, com 700 g/m² de área do pinteiro, considerado que a área de alojamento inicial das aves ocorreu em metade do galpão (858 m²). Após 10 dias de vida das aves, ou seja, antes da abertura do pinteiro, acidificou-se a outra parte do galpão, sendo aplicado 350g/m² do produto acidificante, sendo que a abertura do pinteiro ocorreu com 14 dias de vida das aves.

A maior quantidade de produto aplicado antes do alojamento das aves se deve a tentativa de imprimir maior eficácia de ação do produto na cama, nas duas primeiras semanas de vida das aves, sendo consideradas cruciais uma vez que seu sistema imunológico não está totalmente desenvolvido, precisando minimizar problemas sanitários que podem afetar negativamente o seu desempenho.

Para as avaliações físicas e químicas foram determinados 12 pontos de coleta de amostras dentro dos galpões (Figura 1), evitando as áreas próximas dos bebedouros e comedouros. Todas as coletas e avaliações foram realizadas no mesmo ponto determinado, exceto a coleta realizada com 1 dia de alojamento do lote, que nesta ocasião somente a área do alojamento inicial (pinteiro) recebeu o tratamento químico, dessa forma os 12 pontos representativos para as coletas foram limitadas somente nessa área do galpão (Figura 2).

Foram coletadas aproximadamente 250 g de cama de frango em cada ponto, sendo colocados em sacos plásticos, homogeneizados e identificados com o local de coleta. Em seguida as amostras foram colocadas em caixas térmicas, sendo encaminhadas para o laboratório de Nutrição Animal e Forragicultura da UFMT-Sinop para posteriores avaliações.

Para as análises microbiológicas, foram realizadas coletas em cinco pontos representativos em cada aviário (Figura 3), sendo que da mesma forma que para as avaliações físicas e químicas, foram realizadas coletas de amostra de cama somente na área que recebeu o tratamento químico somente para coleta do dia 1 (Figura 4). Foram coletadas aproximadamente 100 g de amostra de cada aviário, sendo compostas de um *pool* dos cinco pontos coletados seguindo os critérios descritos pelo Plano Nacional de Sanidade Avícola – PNSA – Brasil (BRASIL, 2002).

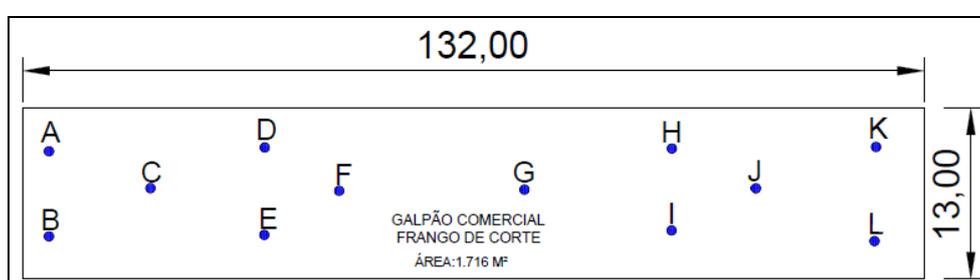


Figura 1. Pontos determinados para as avaliações a campo e coletas físicas e químicas com zero (antes do alojamento das aves e aplicação do acidificante), 14, 28 e 42 dias de vida das aves.

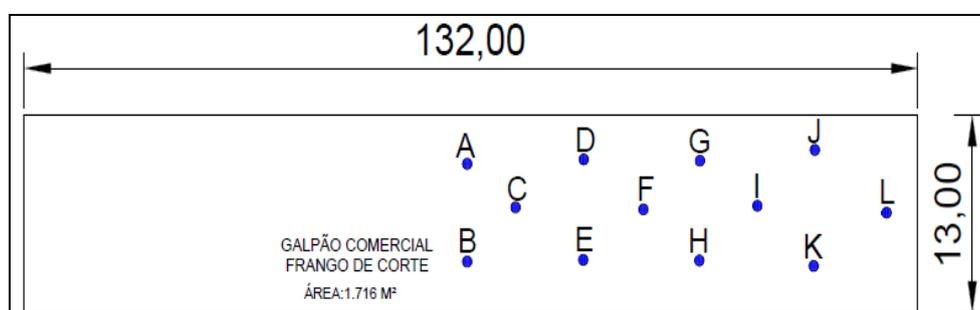


Figura 2. Pontos determinados para as avaliações a campo e coletas físicas e químicas com 1 dia de vida das aves.

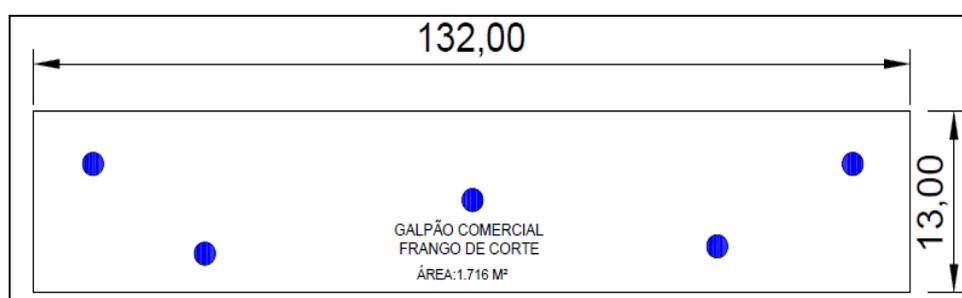


Figura 3. Pontos determinados para as coletas microbiológicas com zero (antes do alojamento das aves) 14, 28 e 42 dias de vida das aves.

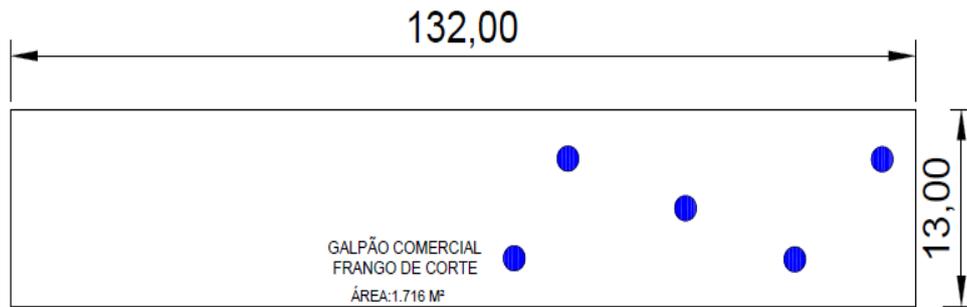


Figura 4. Pontos determinados para as coletas microbiológicas com 1 dia de vida das aves.

2.3 Coleta das variáveis de ambiência e cálculo do índice de temperatura do globo negro e umidade

Para temperatura e umidade relativa do ambiente utilizou-se um termohigrometro *datalogger* da marca AKSO, modelo AK172, instalado no centro do aviário e a altura das aves, permanecendo durante todo o período experimental. Os dados de temperatura do globo negro foram coletados por um termômetro *datalogger* com entrada para sonda externa da marca AKSO, modelo AK176, inserida no centro do globo negro. O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981), foi obtido de acordo com a equação: $ITGU = T_{gn} + 0,36 T_{po} - 330,08$ Onde: T_{gn} – temperatura do globo negro (K), T_{po} – temperatura do ponto de orvalho (K). Os dados foram calculados por fase de criação das aves em cada período experimental.

2.4. Análises físicas e químicas da cama de frango

Para as análises físicas e químicas foram realizadas coletas de amostras de cama com zero (antes do alojamento das aves e da aplicação do acidificante na cama), 1, 14, 28, e 42 dias de vida das aves. Foram determinados 12 pontos de coleta em toda extensão do aviário. Foram avaliadas a temperatura superficial e

interna da cama, a amônia volatilizável da cama, o pH e umidade da cama seguindo os métodos descritos a seguir:

Temperatura Superficial da cama: Utilizou-se um termômetro infravermelho com mira à laser da marca AKSO modelo AK32, direcionado a cada ponto de avaliação, e posterior anotado a temperatura de cada ponto.

Temperatura Interna da cama: Foi realizada com termômetro digital em espeto mensurado a profundidade de 10 cm da superfície da cama, sendo colocado diretamente na cama, após a mensuração foram anotados os valores de temperatura referente a cada ponto de avaliação.

Amônia da cama (mg): Utilizou-se a metodologia adaptada de Hernandez e Cazetta. (2001). Para isso, utilizou-se 60 g de amostra de cama, incubadas em estufa à 30 °C com uma solução fixadora de ácido bórico à 4% por um período de 16 h. Os resultados foram expressos em miligramas de amônia liberada/hora, calculados pela fórmula:

$$\text{Amonia} = (N \times V \times T \times 17) / (p \times H)$$

Onde:

N = normalidade da solução de ácido sulfúrico

V = volume do ácido gasto na titulação (expresso em ml)

T = Total em que se quer expressar o resultado final

17 = peso de um equivalente de amônia (para converter equivalente, em massa)

p = peso (expresso em gramas) da amostra que foi incubada.

H = tempo (expresso em horas) em que a amostra "p" ficou incubada.

pH da cama: Utilizou-se 30 g de amostra de cama com 250 ml de água deionizada, onde procedeu agitação por cinco minutos, e após isso, a mistura

permaneceu em repouso por 30 minutos antes de proceder a leitura com o pHmetro PHS-3B com a introdução de um eletrodo até a metade da mistura, anotando os valores de pH para cada amostra avaliada (Brasil, 2007).

Umidade da cama: Utilizou-se a técnica descrita por Silva e Queiroz (2002), seguindo as etapas de pré-secagem, moagem e secagem definitiva das amostras de cama. Após a secagem definitiva obteve-se o peso da matéria seca e realizado os cálculos de umidade das amostras.

Nitrogênio Total: Utilizou-se o método de *Kjeldahl* segundo INCT (2012), este é um método padrão para a determinação de nitrogênio. Seguiu-se basicamente três etapas, sendo que a digestão foi realizada à 400°C, por um período de quatro horas, seguido da destilação por arraste, onde um indicador com solução mista foi adaptado para o conjunto de destilação para receber toda a amônia contida nas amostras dos tubos de digestão e após ocorreu a titulação com ácido clorídrico (HCl), 0,05 N até a viragem da solução verde para rosa. O valor do titulado foi anotado para posterior cálculo do nitrogênio total.

2.5 Análises Microbiológicas

Nas avaliações microbiológicas foram realizadas análises para determinação de mesófilos totais e enterobactérias e *Salmonella sp.* Para as análises de mesófilos totais e enterobactérias utilizou-se o método quantitativo de isolamento e contagem de microrganismos em placas e para as análises de *Salmonella sp* foram realizadas análises qualitativas confirmando sua presença ou ausência. Em todas as análises foram utilizados os critérios adotados e adaptados do Plano Nacional de Sanidade Avícola – PNSA – Brasil (BRASIL, 2002) e Silva et al. (2007).

Mesófilos Totais: Realizaram-se basicamente três etapas sendo essas a homogeneização com 10 g de amostra em 90 ml de água peptonada 0,1 %. A partir da homogeneização realizou-se 8 à 10 diluições em tubos contendo 9 ml de água peptonada 0,1 %, a quantidade de diluições foi determinada de acordo com a qualidade da cama e quantidade de lotes que se passou no mesmo material, neste caso a palha de arroz. A partir das diluições, procedeu-se o plaqueamento em superfície, onde cada diluição foi semeada em placas contendo ágar para contagem padrão (PCA). As placas foram incubadas em estufa bacteriológica à 35 °C por 48 h, após isso fez-se a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC).

Enterobactérias: Para esta análise seguiu-se as mesmas etapas para quantificação de mesófilos totais, exceto o plaqueamento que nesta ocasião realizou-se por profundidade em placas contendo agar MacConkey incubadas em estufa bacteriológica à 35 °C por 24 h, após isso fez-se a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC).

Salmonella sp: Para o isolamento e confirmação de *Salmonella sp* foram realizadas análises qualitativas seguindo as etapas de pré-enriquecimento em água Peptonada tamponada por 24 h em estufa à 35 °C, após isso procedeu-se o enriquecimento seletivo em caldo *Tetrathionate Broth Base* por 24 h em estufa à 35 °C. Após o enriquecimento realizou-se o plaqueamento diferencial em dois ágar seletivo-diferenciais: ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e ágar Entérico Hecktoen (HE) por 24 h em estufa à 35 °C. Após o crescimento das colônias procedeu-se a escolha das colônias típicas, ou na ausência destas foram escolhidas as atípicas para a confirmação preliminar, sendo estriadas duas colônias de cada placa em tubos contendo ágar *Triple Sugar Iron* (TSI) e *Lisine*

Iron (LIA), os mesmos foram para a estufa à 35 °C por 24 h. Após a confirmação preliminar, realizou-se testes bioquímicos com os tubos que apresentaram confirmação preliminar. Para esse teste seguiu-se quatro provas bioquímicas utilizando o caldo *Tryptone* para teste indol, teste malonato, teste vermelho de metila e teste voges-proskauer. E por fim para confirmação definitiva realizou-se a sorologia de *Salmonella* polivalente (Probac do Brasil).

2.6 Delineamento estatístico

Inicialmente realizou-se uma análise de variância utilizando o teste Tukey a 5% de probabilidade para a coleta zero do segundo lote experimental (estação de seca), com objetivo de avaliar possível efeito residual do produto aplicado no primeiro lote. Entretanto, constatou-se que não houve este efeito. Desta forma, o delineamento estatístico é representado pelo seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} + \beta_k + \alpha\beta_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Sendo:

Y_{ijk} = Valor observado na sub parcela i, j, k;

μ = Constante inerente a toda observação;

α_i = Efeito do i-ésimo tratamento;

ϵ_{ij} = Representa o erro experimental a nível de parcela;

β_k = Efeito do tempo;

$\alpha\beta_{ik}$ = Efeito da interação entre fatores;

ϵ_{ijk} = Erro experimental em nível de sub parcela.

Os dados observados foram avaliados mediante análise de variância com o auxílio do programa estatístico Sisvar (2010) e as médias, comparadas pelo teste Tukey 5% de significância.

3. Resultados e Discussão

Comparando as diferentes estações do ano com relação à temperatura do ar e umidade relativa, maiores valores foram encontrados na estação de chuva, conseqüentemente maiores médias para ITGU foram encontrados também neste período (Tabela 1).

Tabela 1. Ambiência interna de aviários de frangos de corte em diferentes idade das aves e tratamento da cama em duas estações do ano.

Estação chuvoso								
Tratamento	Idade (dias)	Temp Média (°C)	Temp Máx (°C)	Temp Mín (°C)	UR Média (%)	UR Máx (%)	UR Mín (%)	ITGU
Acidificado	1	27,09	33,12	23,53	86,79	94,29	63,47	78
Acidificado	14	26,28	32,64	23,22	88,96	94,66	65,33	78
Acidificado	28	29,60	32,49	22,50	85,34	94,40	64,66	80
Acidificado	42	27,88	32,21	23,27	84,8	94,52	66,44	78
Controle	1	27,54	34,90	22,10	84,02	96,30	55,40	77
Controle	14	27,81	34,70	23,65	84,62	94,90	58,60	79
Controle	28	28,39	34,40	22,80	82,93	94,60	60,20	80
Controle	42	27,22	38,20	23,43	87,19	95,76	64,20	79
Estação seca								
Tratamento	Idade (dias)	Temp Média (°C)	Temp Máx (°C)	Temp Mín (°C)	UR Média (%)	UR Máx (%)	UR Mín (%)	ITGU
Acidificado	1	27,32	37,30	20,70	74,25	93,57	47,80	79
Acidificado	14	25,03	35,32	18,71	74,89	88,39	41,26	75
Acidificado	28	25,43	34,54	17,43	77,63	92,25	43,80	75
Acidificado	42	26,89	36,90	20,70	71,55	91,52	51,54	78
Controle	1	26,87	37,23	19,50	72,90	93,60	43,50	77
Controle	14	25,19	35,50	17,90	73,01	92,50	37,40	75
Controle	28	25,46	33,60	16,10	76,25	93,70	43,50	74
Controle	42	26,52	33,60	20,90	74,02	90,50	42,10	77

Temp = Temperatura do ar; UR= Umidade relativa do ar; ITGU=Índice de temperatura do globo negro e umidade

Essa diferença pode ser explicada pelos dias de temperaturas mais amenas que ocorrem no período seco, compreendendo os meses de junho a agosto. Uma vez que a região norte do Estado do Mato Grosso é caracterizado por dois padrões climáticos, sendo esses de alta temperatura com alta umidade (período de chuva), e alta temperatura com baixa umidade (período de seca), com exceção de alguns meses onde as temperaturas são mais amenas neste período.

Diante disso, pode-se explicar também as maiores médias de umidade relativa do ar constatada no período de chuva, tendo influência dos fatores externos sobre o ambiente interno dos galpões. Deste modo, explicam-se também as maiores médias dos índices de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) encontrados no período chuvoso. O ITGU proposto por Buffington et al. (1981) é considerado o mais adequado para avaliar o ambiente térmico em que os animais estão expostos por combinar maior número de fatores climáticos, sendo estes radiação, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar.

De acordo com Oliveira et al. (2006), os valores de ITGU que caracterizam o ambiente como confortáveis para aves de corte com uma semana de vida, estão incluídos na faixa de $81,3 \pm 0,31$; para a segunda semana de vida é de 77 e na terceira semana em diante de $74,9 \pm 1,65$. Já Medeiros et al. (2005), afirmam que na fase inicial de criação, as faixas de ITGU consideradas confortáveis podem ser de 80 a 86, na primeira semana de vida, de 76 a 80 na segunda e de 65 a 77 da terceira semana em diante. Com base no exposto, observa-se que os resultados apresentados não estão totalmente de acordo com a faixa de ITGU recomendada pela literatura, sendo que o controle dessa variabilidade de ITGU em aviários comerciais pode estar relacionada com o clima da região, climatização dos aviários e manejo de criação das aves.

A acidificação da cama não influenciou os parâmetros de temperatura superficial e temperatura interna da cama (Tabela 2). Por outro lado, as diferentes estações do ano causaram efeitos significativos nas temperaturas avaliadas, apresentando maiores médias tanto na temperatura superficial quanto na interna da cama no período da seca. E apesar desta diferença ter sido mínima ($1,03 \text{ }^\circ\text{C}$ para temperatura superficial e $0,32 \text{ }^\circ\text{C}$ para temperatura interna), isso pode ser explicado pelas maiores temperaturas máximas do ambiente interno dos galpões, encontradas neste mesmo período do ano (Tabela 1), mostrando que os fatores ambientais tem marcada influencia sobre a qualidade da cama.

Da mesma forma, Daí Prá e Roll (2014) também afirmam que a temperatura da cama de frango está diretamente relacionada com a temperatura ambiental, na qual em condições normais, a temperatura da cama deve situar-se próxima da temperatura do ambiente interno do aviário para dar condições de bem estar animal e não interferir negativamente no desempenho das aves.

Considerando os dias de coletas para as variáveis temperatura superficial e interna foram ajustados os modelos quadráticos para ambas temperaturas obtendo pontos interna de mínimas nos dias 23 (30,56 °C) e 8 (34,33 °C), respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos quanto aos diferentes tratamentos de cama, estações do ano e coletas

Variável	Temperatura Superficial(°C)	Temperatura Interna (°C)	pH	Amônia (mg/hora)	Umidade (%)	Nitrogênio Total (%)	Mesófilos totais (UFC/g)	Enterobactérias (UFC/g)	
Tratamento (T)									
Acidificado	31,11 ^a ±2,48	35,66 ^a ±2,26	8,10 ^a ±0,45	0,65 ^a ±0,33	24,85 ^b ±4,78	3,35 ^b ±0,36	1,73 x10 ^{11a} ± 63729 x10 ⁷	9167287,52 ^b ±3519725	
Controle	31,34 ^a ±2,30	35,50 ^a ±2,37	8,44 ^b ±0,27	0,75 ^b ±0,25	23,79 ^a ±4,81	3,09 ^a ±0,37	4,92 x10 ^{11b} ±200123 x10 ⁷	8707110,70 ^a ±2700513	
Estação do ano (E)									
Chuva	30,71 ^a ±2,81	35,43 ^a ±2,61	8,32 ^b ±0,42	0,65 ^a ±0,33	26,57 ^b ±4,54	3,31 ^b ±0,38	701x10 ^{7a} ±1208 x10 ⁷	1245365,7 ^a ±4074320	
Seca	31,74 ^b ±1,75	35,75 ^b ±1,98	8,22 ^a ±0,40	0,76 ^b ±0,26	22,08 ^a ±3,99	3,13 ^a ±0,37	65815x10 ^{7b} ±9489 x10 ⁷	16629033 ^a ±4281706	
Coleta (C)	Equação de Regressão					R ²	Linear	Quadrático	Estimativa
Ŷ Temp. Superficial=	31,69-0,095.Dia+0,002.Dia ²					10,15	0,0010	<0,0001	30,56
Ŷ Temp. Interna=	33,90+0,034.Dia+0,002.Dia ²					97,27	<0,0001	<0,0001	34,33
Ŷ pH=	8,161+0,0066.Dia					52,43	<0,0001	0,1762	-
Ŷ Amônia (mg)=	0,63-0,01.Dia+0,0005.Dia ²					91,24	<0,0001	<0,0001	0,58
Ŷ Umidade=	21,40+0,036.Dia-0,006.Dia ²					73,47	<0,0001	<0,0001	17,08
Ŷ Nitrôgenio=	3,19-0,010.Dia+0,0003.Dia ²					65,78	<0,0001	<0,0001	3,20
Ŷ Mesófilos=	-372195566153,84+60608821538,46.Dia					60,50	<0,0001	0,7016	-
Ŷ Enterobactérias=	2523558,23+2417086,60-62744,52.Dia ²					41,15	0,0108	<0,0001	19,26
Nível de Significância									
E	<0,0001	0,0188	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0387	
T	0,1016	0,2658	<0,0001	<0,0001	0,0369	<0,0001	<0,0001	0,1568	
C	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0306	
ExT	0,1247	0,0164	0,4934	0,3288	0,5727	0,4631	0,2198	0,9321	
CxE	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,1989	0,0852	
CxT	0,0857	0,1172	<0,0001	<0,0001	0,1043	0,0617	0,1139	0,0651	
CxExT	0,0085	0,4286	0,0814	0,5031	0,3588	0,0512	0,2193	0,0870	
CV(%)	4,67	3,18	3,46	28,71	15,16	9,17	370	308,85	

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Este comportamento pode ser explicado pelas menores médias para temperatura ambiente encontradas na fase de crescimento conforme a Tabela 1. Tendo em vista que a temperatura superficial possui influência direta dos fatores ambientais, podendo então ter alta variabilidade dependendo do manejo realizado com os equipamentos e instalações no aviário que são reponsáveis por controlar a temperatura interna dos galpões.

Por outro lado, a mínima para a temperatura interna encontrada no início da criação do lote já era esperada, e isso pode ter sido influenciado principalmente pelo tamanho corporal das aves, levando em consideração que no início da criação, menor calor é gerado devido o seu menor aporte corporal comparado a fase de crescimento e final. Esse fato conduz a uma menor dissipação de calor gerado pelas aves sobre a cama, e uma menor quantidade de excretas produzidas, o que gera baixa fermentação na cama.

Houve efeito significativo da interação entre estação do ano e dias de coleta e entre tratamento da cama, dias de coleta e estação do ano para a variável de temperatura superficial da cama, porém serão apresentados somente os desdobramentos das interações que apresentaram efeito com tratamento da cama, foco da realização desse trabalho (Tabela 3).

Tabela 3. Desdobramento da interação entre estação do ano, coleta e tratamento da cama para temperatura superficial da cama.

Temperatura Superficial (°C)						
Coleta (dias)	Estação Chuvosa		Estação da seca			
	Acidificado	Controle	Acidificado	Controle		
Zero	26,21 a α	27,65 a β	32,84 b α	32,67 b α		
1	33,84 a α	34,03 a α	33,23 a α	33,71 a α		
14	30,15 a α	29,54 a α	30,76 a α	31,06 b α		
28	31,40 a α	31,18 b α	30,60 a α	30,22 a α		
42	30,91 a α	32,25 b β	31,26 a α	31,11 a α		
Equação de regressão			L	Q	R ²	Estimativa
Ŷ Acidificado chuva= 29,75+0,09.Dia-0,001.Dia ²			0,0017	0,0272	5,59	32,01
Ŷ Controle chuva= 30,65-0,062.Dia+0,0024.Dia ²			0,040	<0,001	10,90	30,20
Ŷ Acidificado seca= 33,09-0,20.Dia+0,003.Dia ²			<0,001	<0,001	95,41	29,65
Ŷ Controle seca= 33,27-0,213.Dia+0,0038.Dia ²			<0,0001	<0,0001	89,92	29,49

Médias seguidas por letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.
a-b= na linha comparando diferentes estações do ano no mesmo tratamento;
 α - β = na linha comparando mesma estação do ano em diferentes tratamentos.

A acidificação promoveu diminuição da temperatura superficial da cama apenas na coleta de 42 dias na estação chuvosa. No entanto, este comportamento pode estar relacionado com as menores médias de temperatura máxima ambiental encontrada nesta fase de criação e nesta mesma estação do ano conforme a Tabela 1.

Efeito semelhante foi observado também na coleta realizada antes da acidificação da cama (coleta zero), porém não estando relacionada ao tratamento em questão. Não houve efeito da acidificação para essa variável na estação da seca.

Não foi constatado efeito entre os tratamentos acidificados nas duas estações do ano avaliadas (chuva e seca), observando diferença somente na coleta zero (antes da acidificação da cama) com maior temperatura da cama na estação da seca em comparação a estação chuvosa. A cama não acidificada (controle) apresentou médias superiores de temperatura superficial para as coletas realizadas com zero e 14 dias no período de seca e menores nas coletas dos dias 28 e 42 quando comparados ao período de chuva. Isto pode estar relacionado as maiores médias de temperatura ambiental encontradas neste mesmo período do ano e para os mesmos tratamentos como demonstrado na Tabela 1.

Foram ajustados os modelos quadráticos para a temperatura superficial no período de chuva, encontrando valores de máxima para o tratamento acidificado com 45 dias (32,01 °C), e mínima para o tratamento controle com 12 dias (30,20 °C). Para o período seco também foram ajustados os modelos quadráticos obtendo pontos de mínimas para ambos os tratamentos (acidificado e controle), com pontos nos dias 3 (29,65 °C) e 28 (29,49 °C), respectivamente.

Houve interações significativas entre o tratamento da cama e estação do ano (Tabela 4) e dias de coletas e estação do ano (dados não apresentados) para a temperatura internada cama. Não houve diferença significativa entre os tratamentos

na estação chuvosa. Ao contrário, maior média para temperatura interna da cama foi observada no tratamento acidificado comparado com o tratamento controle no período de seca, constatando que o acidificante não promoveu redução deste parâmetro neste período do ano. Isso reforça que a temperatura da cama é influenciada principalmente pelos fatores ambientais o que pode ter causado essa diferença. Adicionalmente, observando na Tabela 1, pequena diferença entre essas médias são encontradas, apresentando maiores médias para o tratamento acidificado neste período do ano.

Tabela 4. Desdobramento da interação estação do ano e tratamento para temperatura interna da cama.

Tratamento	Temperatura interna (°C)	
	Estação Chuvosa	Estação da Seca
Acidificado	35,32 a A	36,00 b B
Controle	35,51 a A	35,50 a A

Médias seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade Minúscula na linha, maiúscula na coluna.

Considerando as diferentes estações do ano, o tratamento acidificado apresentou média de temperatura interna inferior no período de chuva comparado ao período de seca, o que pode estar relacionado as maiores médias de temperatura máxima ambiental encontrado neste período do ano (Tabela 1). Por outro lado, o tratamento controle não diferiu quanto as diferentes estações do ano.

O pH da cama foi afetado significativamente pelos tratamentos da cama (acidificado e controle), diferentes estações do ano e dias de coletas (Tabela 2). Menores médias de pH foram encontrados nas camas do tratamento acidificado, constatando que o acidificante foi eficaz em proporcionar a redução desta variável, diminuindo significativamente de 8,44 para 8,10 (Tabela 2).

Nas diferentes estações do ano, maiores médias de pH da cama foram observadas no período de chuva (Tabela 2), isso pode estar relacionado com as

maiores médias de umidade relativa do ar encontradas neste mesmo período do ano. De acordo com Dai e Prá (2014), a cama com alta umidade pode também contribuir para o aumento dos níveis de amônia favorecendo a alcalinização do meio.

Quanto aos dias de coletas, o pH apresentou aumento linear crescente de 0,006 de pH por dia em função da idade do lote (Tabela 2). Isso pode ser explicado pelo aumento corporal das aves e conseqüentemente maior quantidade de excretas que é depositada sobre a cama desestabilizando assim o equilíbrio do potencial hidrogeniônico da cama.

Diferença significativa foi encontrada para o desdobramento da interação entre o tratamento de cama e dias de coletas para o parâmetro de pH da cama (Tabela 5), sendo encontrado pH de 8,43 no tratamento controle e 7,64 no tratamento acidificado na coleta 1 (após a acidificação da cama), mantendo-se a diferença em todas as outras coletas.

Tabela 5. Desdobramento interação dias de coleta e tratamento da cama para os parâmetros de pH e amônia da cama de frango.

Variável	Galpão	Coleta (dias)					P valor	
		Zero	1	14	28	42	Linear	Quadrático
pH	Acidificado	8,32 a	7,64 a	7,92 a	8,29 a	8,31 a	<0,0001	<0,0001
	Controle	8,32 a	8,43 b	8,39 b	8,54 b	8,54 b	<0,0001	0,8630
Amônia (mg/h)	Acidificado	0,66 a	0,44 a	0,36 a	0,72 a	1,07 a	<0,0001	<0,0001
	Controle	0,64 a	0,80 b	0,57 b	0,80 a	0,93 a	<0,0001	<0,0001
Equação de regressão							R²	Estimativas
Ŷ pH acidificado= 7,981-0,0003.Dia+0,0002.Dia ²							46,08	7,97
Ŷ pH controle= 8,36+0,004.Dia							71,66	-
Ŷ amônia da cama acidificada= 0,58-0,05.Dia+0,003.Dia ²							95,16	0,37
Ŷ amônia da cama controle= 0,73-0,02.Dia+0,001.Dia ²							75,68	0,63

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade (minúsculas na coluna comparando mesma coleta em diferentes tratamentos)

Isso já era esperado, pois a diminuição do pH se deve ao aumento da concentração de íons de hidrogênio (H⁺) que é depositado sobre a cama promovido pela acidificação do meio. Da mesma forma, Burgess et al. (1998) observaram a

redução do pH da cama quando utilizou o acidificante na cama, sendo que compararam o efeito do sulfato de alumínio sobre o pH da cama de frango composta por palha de arroz, e observaram que sua adição provocou redução do pH de 7,47 para 4,43.

O mesmo foi encontrado por Oliveira et al. (2003), comparando diferentes aditivos na qualidade da cama, também obtiveram redução do pH da cama com sulfato de alumínio, reduzindo de 8,40 para 7,07. No entanto, deve-se enfatizar que o acidificante utilizado nessa pesquisa possui em sua composição sulfato de cálcio ativado com ácido sulfúrico o que permitiu a acidificação da cama.

O pH da cama apresentou efeito quadrático para o tratamento acidificado obtendo uma estimativa de ponto de mínima com 0,75 dias com pH de 7,9. Este valor pode estar associado a acidificação da cama, sendo o ponto de mínima próximo ao dia 1 quando ocorreu a acidificação. Já para o tratamento controle, houve efeito linear crescente, observando um aumento de 0,004 de pH por dia na cama sem tratamento com o aumento da idade da ave.

Para a amônia da cama, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos da cama, estações do ano e dias de coletas (Tabela 2). A mesma variável também apresentou interação significativa entre os tratamentos de cama e dias de coletas (Tabela 5), assim como entre dias de coleta e estações do ano (dados não apresentados).

Menores valores para amônia da cama foram constatadas na cama do tratamento acidificado, isso pode estar associado aos menores valores de pH nas camas desse tratamento, sendo que para obter esse decréscimo ocorre um aumento da concentração de íons de hidrogênio, dessa forma que favorece a formação de íons amônio (NH_4^+) (Prochnow et al., 1995). Segundo Oliveira et al. (2003), quando

aumenta a quantidade de íons H^+ na cama, isso faz com que aumente a proporção amônio:amônia, ou seja, mais amônia será convertida em íon amônio que não é volátil. A amônia volatiliza, porque não possui carga elétrica (Moore Junior et al., 2000). Segundo Oliveira et al. (2004), observaram redução na volatilização de amônia quando foi diminuído o pH de 8,30 para 7,89 na comparação entre o tratamento testemunha em relação à adição de superfosfato à cama de frango.

Maior média para amônia da cama foi encontrada no período da seca, e apesar dos parâmetros de pH e umidade da cama terem sido maiores no período de chuva, isso pode ter relação com a qualidade da cama, uma vez que o lote avaliado no período de seca correspondia ao segundo lote experimental, podendo ter maior acúmulo de matéria orgânica e conseqüentemente favorecendo a quantidade de amônia na cama.

Efeito quadrático foi encontrado considerando somente os dias de coletas (Tabela 2). Constatando um ponto de mínima aos 10 dias com 0,58 mg/h de amônia, ponto esse ocorrido na fase inicial onde se espera menor emissão de amônia, pois há menor volume de excretas depositado sobre a cama.

Quanto ao desdobramento da interação entre o tratamento da cama e os dias de coleta para a variável amônia da cama (Tabela 5), o acidificante se mostrou eficaz nas coletas realizadas com 1 e 14 dias, sendo estas as duas coletas após a acidificação da cama, reduzindo significativamente a volatilização da amônia. Da mesma forma, em estudo realizado por Medeiros et al. (2008), em que testaram diferentes doses de superfosfato simples como tratamento da cama de frango na concentração de 5, 10, 15, 20 e 25% em relação ao peso da cama, obtiveram redução significativa da emissão de amônia em todos os níveis testados comparado ao tratamento testemunha. Os autores concluíram que a maior eficiência para a redução da volatilização da

amônia da cama foi com a dosagem de 15%, na qual apartir dessa dosagem não tiveram diferença significativa.

Efeitos quadráticos foram encontrados em ambos os tratamentos de cama (acidificado e controle), constatando ponto de mínima para o tratamento acidificado com 8 dias (0,37 mg/h de amônia) e aos 10 dias (0,63 mg/h de amônia) para o tratamento controle, e apesar dos pontos serem próximos constatou-se menor emissão de amônia na cama do tratamento acidificado.

Essa redução na volatilização da amônia, principalmente na fase inicial se torna importante, sendo considerada a mais critica em relação a desafios sanitários, sabendo que a ave não tem o seu sistema imunológico desenvolvido, o manejo para redução desses fatores se torna fundamental, pois falhas cometidas nesta fase podem comprometer negativamente o desempenho final do lote. Dentre os desafios sanitários tem –se a amônia, que segundo Gonzáles e Saldanha (2001), é um gás incolor e irrita as mucosas. Concentrações superiores a 60 ppm predisõem a doenças respiratórias e prejudicam a saúde das aves e dos seres humanos acarretando tosse, irritação ocular e fadiga (Donham, 2000).

Segundo Abreu (2003), por ser os primeiros 21 dias marcados pelo rápido desenvolvimento da ave e também por mudanças fisiológicas importantes, tais como: desenvolvimento do sistema termorregulador, início do desenvolvimento de imunocompetência, além do desenvolvimento de músculos, sistema ósseo e gordura, com isso, o comprometimento dessa fase de desenvolvimento pode ter efeitos desfavoráveis para desempenho final do lote.

Para umidade da cama, diferenças estatísticas foram encontradas entre os tratamentos da cama, estações do ano e dias de coletas (Tabela 2). O acidificante se mostrou eficaz em reter a umidade da cama, apresentando maiores percentuais para

umidade da cama comparado com o tratamento controle, sendo que este poder de retenção está relacionado a composição do acidificante, que possui argila (filossilicato expandido), que tem como princípio reter umidade.

De maneira geral a argila pode fazer parte de diferentes tipos de minerais, o termo *argilominerais* é usado para designar especificamente os filossilicatos, que são hidrofílicos e conferem a propriedade de plasticidade às argilas, são classificadas em função da disposição dos átomos de silício (silicatos) em sua estrutura. Esses silícios possui a função de reter as moléculas de água, sendo que essa retenção ocorre devido a capacidade adsorvente dessas substâncias (Teixeira Neto e Teixeira Neto, 2009). De acordo com Ferreira et al. (2005), isso ocorre porque sua molécula aberta, que possui o ion sódio (Na^+) como cátion predominante, apresenta a propriedade de se expandir na presença de água, aumentando várias vezes o seu volume inicial, pois o Na^+ permite que várias moléculas de água sejam adsorvidas a esse e levando à formação de um colóide.

Com relação as diferentes estações do ano, houve diferença significativa, sendo constatada maiores valores para umidade na estação da chuva. Isso pode estar associado as altas médias de umidade relativa do ar neste período do ano comparado com a estação de seca (Tabela 1).

Com relação aos dias de coletas, a umidade da cama apresentou efeito quadrático com ponto de máxima aos 30 dias, apresentando uma estimativa de 17,08 % nas médias gerais das equações de regressão (Tabela 2). Este ponto de máxima já era esperado, uma vez que com o aumento da idade do lote ocorre aumento da quantidade de excretas depositadas sobre a cama, influenciando a umidade da cama. Outros fatores também podem influenciar a umidade da cama, que segundo Oliveira et al. (2004) pode estar relacionado a fatores como tipo de dieta, consumo de água,

temperatura ambiente, densidade de alojamento, ventilação e, principalmente, tipo de bebedouro usado.

O nitrogênio total da cama apresentou diferença significativa para os tratamentos da cama, estações do ano e dias de coletas (Tabela 2). O acidificante se mostrou eficaz na retenção do nitrogênio total da cama de frango, o que pode estar associado a capacidade de retenção da amônia, onde menores valores para emissão de amônia foram constatadas nas camas do tratamento acidificado. Isso pode ser explicado pela maior concentração de ions H^+ , no tratamento acidificado que favorece a formação de íons NH_4^+ , e como este não é volátil ocorre a redução das perdas de nitrogênio pela não volatilização da amônia.

Nas diferentes estações do ano, maiores quantidades de nitrogênio total foram encontradas nas camas no período de chuva, podendo ter relação com a menor concentração de amônia volátil encontrada neste mesmo período, ou seja maior concentração de nitrogênio retido.

Não houve diferença significativa para o tratamento da cama e estações do ano para a contagem de enterobactérias e mesófilos totais da cama de frango, por outro lado, diferença significativa foi encontrada entre os dias de coletas (Tabela 2). Houve efeito da interação entre o tratamento de cama, estação do ano e dias de coletas para a contagem de mesófilos totais da cama (Tabela 6). Porém, não foi observada interação entre tratamentos para a contagem de enterobactérias.

O tratamento acidificado promoveu efeito significativo para a contagem de mesófilos e enterobactérias (Tabela 2). Menor média pode ser observada para o tratamento acidificado para a contagem de bactérias mesófilas. Isso pode ser explicado pela redução significativa do pH da cama do tratamento acidificado, onde apesar de não reduzir o suficiente para um ambiente desfavorável para a proliferação

de microorganismos, pode-se constatar redução significativa dessas bactérias na cama. A redução dessas bactérias também foi encontrado por Werle et al. (2010), na qual constataram redução significativa para bactérias mesófilas em camas de frangos de corte utilizando acidificante a base de sulfato de cálcio ativado e filossilicato expandido.

Fato contrário foi observado na contagem de enterobactérias da cama, ou seja, menor média foi encontrada para o tratamento controle, o que não era esperado uma vez que com a redução significativa de bactérias mesófilas esperava-se também redução para enterobactérias.

Houve diferença significativa para a contagem de bactérias mesófilas, na qual maior média para essas bactérias foram constatadas na estação seca do ano, sendo este o segundo lote experimental, isso pode ser explicado pela qualidade da cama, sabendo que quanto maior a quantidade de lotes criados na mesma cama, maior será a quantidade de matéria orgânica e conseqüentemente maior a quantidade de microrganismos presentes.

Não houve efeito significativo para a contagem de enterobactérias para as diferentes estações do ano. Porém, foi observado efeito quadrático para contagem de enterobactérias considerando os dias de coletas, com ponto de máxima aos 19 dias.

Houve efeito linear crescente para a contagem de bactérias mesófilas em função da idade do lote, ou seja, a medida que aumentou o tempo de criação das aves, houve um aumento dessas bactérias na cama, pois com o passar dos dias há um aumento da deposição de matéria orgânica podendo ser originados de resto de ração que caem sobre a cama, excretas das aves que favorecem o aumento da umidade da cama e dessa forma tem-se um ambiente favorável para o crescimento dessas bactérias.

Como observado nos resultados, grande variação foi encontrada durante as coletas para a contagem das avaliações microbiológicas da cama, e essa variabilidade pode estar relacionada ao ponto de coleta e a qualidade da cama em cada ponto, não tendo assim controle sobre essas variações.

Para as análises de presença ou ausência de *Salmonella sp.*, o tratamento acidificado apresentou 12,5 % das amostras confirmadas com *Salmonella sp.* Por outro lado, no tratamento controle não foi confirmado a presença dessa bactéria nas amostras avaliadas. Diante disso, o acidificante não se mostrou eficaz na redução de *Salmonella sp.*, sendo que as coletas realizadas no dia zero (antes da acidificação da cama) já haviam confirmação da presença destas bactérias nas camas desse tratamento. Este resultado pode estar relacionado as médias de pH da cama alcançados após a acidificação, sendo que não foi efetivo para eliminar as bactérias do tipo *Salmonella sp.*. Segundo Jeffrey (2001), a variação do pH desde levemente ácido (pH 6,0) até o francamente alcalino (pH 9,0) abrange uma amplitude que permite a multiplicação da maioria das bactérias de interesse na produção de frangos de corte, incluindo os patógenos zoonóticos como *Salmonella*.

4. CONCLUSÕES

O tratamento da cama de frango com o método da acidificação a base de sulfato de cálcio ativado e filossilicato expandido se mostrou eficaz quanto a redução do pH e conseqüentemente para diminuição da volatilização da amônia nos primeiros 14 dias após aplicação sobre a cama.

Em razão da sua composição, o acidificante também se mostrou efetivo quanto a retenção da umidade da cama e nitrogênio total.

Devido a diminuição do pH, o acidificante se mostrou eficaz para redução de bactérias mesófilas, porém não foi possível diminuir a contagem de enterobactérias e conseqüentemente a eliminação de *Salmonella sp* dos tratamentos acidificados.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Instrução Normativa N° 62 de 26 de Agosto de 2003. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária**, 2003.

BRASIL. Instrução Normativa N° 78 de 03 de novembro de 2003. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária**, 2003.

BRASIL. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**, 2014 Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>.

BUFFINGTON, D.E. et al. Black globehumidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE, St. Joseph**, 24 (3): 711-14, 1981.

BURGESS, R. P., CAREY, J. B., SHAFER, D. J. The impact of pH on nitrogen retention in laboratory analysis of broiler litter. **Poultry Science**, 77 (12): 1620-1622, 1998.

CARR, L.E., WHEATON, F.W., DOUGLAS, L.W. Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, 33 (4): 1337-1342, 1990.

DAI PRÁ, M. A., ROLL, V. F. B. Cama de frangos de corte Materiais reutilização e destino. Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde - **AMEVEA**, Bogotá D.C. Junio 17-19, 2014.

DETMANN, E. et al. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Ciência Animal. **Métodos para análise de Alimentos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012

DONHAM, K.J. et al. Occupational health hazards and recommended exposure limits for workers in poultry building. In: NATIONAL POULTRY WASTE MANAGEMENT SYMPOSIUM, 2000, Auburn. **Proceedings Auburn University**, 2000. p.92-109.

ELKINCI, K.; KEENER, H.M.; ELWELL, D.L. Composting short paper fiber with broiler litter and additives. Part I: effects of initial pH and carbon/nitrogen ratio on ammonia emission. **Compost Sci. Util.**, 8:160-172, 2000.

FERREIRA, A.C.K. et al. O uso do aluminossilicato (silvet®) como adjuvante na melhora do aspecto das fezes e desempenho das aves. **Archives of Veterinary Science**, 10 (1): 117-122, 2005.

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

HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30 (3): 824-829, 2001

JEFFREY, J.S. Inactivation of bacteria in stacked poultry litter. Davis: **University of California**. p. 8, 2001.

LOCH, F.C.; OLIVEIRA, M.C.; SILVA, D. Quality of poultry litter submitted to different treatments in five consecutive flocks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40 (5): 1025-1030, 2011.

MEDEIROS, C.M.; et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na agricultura**, 13: 277-286, 2005.

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

OLIVEIRA, M.C.; GODOI, C.R. Tratamento da cama de frango sobre o desempenho das aves equalidade da carcaça e da cama – Revisão de literatura. **PUBVET, Londrina** 4, N. 7, Ed.112, Art. 755, 2010.

OLIVEIRA, R. F.M.; et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35 (3): 797-803, 2006.

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

OLIVEIRA, M. C.; ALMEIDA, C. V.; OLIVEIRA, A.; RODRIGUES, S. M. M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32 (4): 951-954 2003.

PROCHNOW, L.I. et al. Controle das perdas de amônia durante a compostagem de esterco com adição de fosfogesso e superfosfato simples. **Scientia Agrícola**, 52 (2): 346- 349, 1995.

RANDALL, D. et al. Equilíbrio osmótico e iônico. In: **Fisiologia animal: mecanismos e adaptações**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000. Cap.14, p.531-581.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 2009. 235p.

SILVA, N. et al. Contagem total de Aeróbios Mesófilos e Psicrotróficos em Placas. In: **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 3° ed. São Paulo: Logomarca Varela 2007. Cap.6, p.87-98.

TERZICH, M.A. Amônia dos galpões avícolas e o pH da cama. In: Conferência Afimco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1997, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: **Associação Brasileira dos Produtores de pintos de Corte**, 1997. 304p. p.141-146.

TEIXEIRA NETO, E; TEIXEIRA NETO, A.A. Modificação química de argilas: desafios científicos e tecnológicos para obtenção de novos produtos com maior valor agregado. **Química Nova**, 32 (3), 2009

WERLE, G.; LOVATO, M.; WILSMANN, C. G.; GAZONI, F. G.; CHAVES, B. W.; BRUSTOLIN, J. M.; Avaliação microbiológica da cama de frangos de corte tratada com Ecodryaves. Anais.25^a **Jornada Acadêmica Integrada. UFSM**, 2010.

WILLIAM, S. T., MACKLIN, K. S. Stratification of Bacterial Concentrations, From Upper to Lower, in Broiler Litter. **The Journal of Applied Poultry Research**, 22 (3): 492-498, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os acidificantes vem se mostrando eficazes quanto a qualidade física e química da cama de frango, visto que, novas alternativas como medidas que diminuam o desafio sanitário na avicultura se torna fundamental.

Nas condições do experimento, sobre a ação do acidificante utilizado a base de sulfato de cálcio ativado e filossilicato expandido, pode-se concluir a sua eficácia para a redução do pH da cama de frango durante as duas primeiras semanas após sua aplicação, ao mesmo tempo que promoveu diminuição da volatilização da amônia em todas as coletas realizadas após sua aplicação.

Uma grande variação da temperatura superficial e interna foi encontrada no presente trabalho, sendo que esta variabilidade pode ter sido influenciada pelos fatores ambientais, tais como ventiladores, nebulizadores e manejo de cortinas.

Quanto a carga microbiológica da cama, o acidificante se mostrou efetivo para a diminuição de bactérias mesófilas e não teve ação para diminuir a contagem de enterobactéria, desta maneira também não foi efetivo para eliminação de *Salmonella sp* das amostras avaliadas.

Os resultados encontrados mostram a importância do tratamento da cama de frango com produto capaz de reduzir o pH e conseqüentemente diminuir a emissão de amônia nos aviários de frango de corte, principalmente nas primeiras semanas de vida das aves, sendo estas cruciais para o seu desenvolvimento.

É importante ressaltar que essas novas alternativas como tratamento vem sendo estudadas em diversos elos da cadeia, não somente para melhorar a produção, mas também levando em consideração o aspecto econômico, social e ambiental.

Em suma, não se pode concluir um melhor resultado para estação do ano, sendo que cada estação apresentou variações quanto aos parâmetros avaliados. Porém, diante dos resultados que foram obtidos com este estudo na região norte do

Mato Grosso, se propõe novos estudos com esse tipo de tratamento acidificante, levando em consideração algumas situações à campo da região como, o manejo da cama no vazio sanitário (revolvimento da cama, queima das penas, algum tipo de fermentação antes da aplicação do produto), altura da cama, e tamanho da área de alojamento inicial das aves (que ocorre na metade do galpão).