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

# Qualidade de carne e ocorrência de pododermatite em frangos de corte criados em cama com acidificante em diferentes períodos sazonais

**Juliana de Fatima Pereira de Lima**

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

**Sinop, Mato Grosso**
**Fevereiro de 2018**

**JULIANA DE FATIMA PEREIRA DE LIMA**

# Qualidade de carne e ocorrência de pododermatite em frangos de corte criados em cama com acidificante em diferentes períodos sazonais

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

Orientadora: Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama

**Sinop, Mato Grosso**

**Fevereiro de 2018**

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.

FICHA CATALOGRÁFICA

**Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

L732q Lima, Juliana de Fatima Pereira de.
Qualidade de carne e ocorrência de pododermatite em frangos de corte criados em cama com acidificante em diferentes períodos sazonais / Juliana de Fatima Pereira de Lima. -- 2018
xiii, 74 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Claudia Marie Komiyama.
Co-orientadora: Ana Paula Silva Ton.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop, 2018.
Inclui bibliografia.

1. análise sensorial. 2. bem-estar. 3. coloração da carne. 4. estresse ambiental. 5. temperatura ambiental. I. Título.

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: "Qualidade de carne e ocorrência de pododermatite em frangos de corte criados em cama com acidificante em diferentes períodos sazonais"**

AUTOR: Mestranda JULIANA DE FÁTIMA PEREIRA DE LIMA

Dissertação defendida e aprovada em 23/02/2018.

Composição da Banca Examinadora:

---

Presidente Banca / Orientador Doutora Cláudia Marie Komiyama
Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Coorientador Doutora Ana Paula Silva Tori
Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Interno Doutora Claudineli Cássia Bueno da Rosa
Instituição: UFMT

Examinador Interno Doutor Anderson Corassa
Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Externo Doutor Roberto de Oliveira Roça
Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Suplente Doutor Rodrigo Garófallo Garcia
Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

SINOP, 23/02/2018.

## DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, e a todos que de uma forma ou outra contribuíram para o alcance desta conquista.

Em especial ao meu marido Celio Roberto de Lima e a minha mãe Doraide Pereira Gelain, por estar ao meu lado compartilhando de todos os momentos, principalmente os mais difíceis, demostrando cumplicidade e paciência.

IN MEMORIAN Onofra Silveria Pereira, minha avó, tenho certeza do seu orgulho pela minha conquista.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por me guiar até aqui e pelo seu amparo nos momentos de dificuldade.

À Universidade Federal de Mato Grosso/*Câmpus* Universitário Sinop, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À minha orientadora Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama, por me orientar, pelos ensinamentos compartilhados, carinho, atenção, paciência, dedicação e pela confiança destinada a mim. As minhas co-orientadoras Profa. Dra. Ana Paula Silva Ton e Profa. Dra. Claudineli Cássia Bueno da Rosa, pelo ensinamento, carinho, apoio, confiança, paciência, conhecimento compartilhado e amizade.

Ao Prof. Dr. Anderson Corassa pela sua dedicação em compartilhar o seu conhecimento em sala de aula. Ao Prof. Dr. Ednaldo Antônio de Andrade por demonstrar uma paciência interminável durante a realização das análises estatísticas do trabalho, com uma enorme disposição todas as vezes que precisei.

Ao professor Dr. Roberto de Oliveira Roça por aceitar o convite em participar da minha defesa. A todos os professores que contribuíram para chegar até aqui, por terem compartilhado de seus conhecimentos e experiências durante o mestrado. As técnicas de laboratório Lívia e Amália que não mediram forças para me ajudar todas as vezes que precisei.

À toda equipe de trabalho Ana, Fátima, Carlos, Willian, Kevilin, Camila, Igor, em especial a Diandra e Flávio que se dedicaram grandemente durante a realização das análises laboratoriais sem medir nenhum esforço.

À minha amiga Nariane que conheci durante esta trajetória, que tenho um carinho enorme e que foi uma grande parceira durante diversas etapas, compartilhando seu conhecimento e carinho.

Ao meu marido Celio Roberto de Lima por me apoiar em todas as minhas decisões e estar sempre ao meu lado. A minha mãe Doraide Pereira Gelain e meu padrasto Mauro José Gelain por contribuírem na minha formação, dando apoio e estando presente durante esse momento da minha vida, estendendo a mão para me ajudar.

A todos os meus familiares que suportaram a distância e a saudade, mas sempre acreditando na minha capacidade de conquista. A todos os amigos, por todo o companheirismo, muitas vezes distantes, mas tiveram seu papel fundamental para a construção.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”

(Robert Collier)

## BIOGRAFIA

**Juliana de Fatima Pereira de Lima,** filha de Doraide Pereira Gelain, nasceu em 17 de Novembro de 1983 na cidade de Poços de Caldas, Minas Gerais.

Em 2011 iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso *Câmpus* Universitário de Sinop, onde recebeu o título de Bacharel em Zootecnia em 15 de Fevereiro de 2016.

Em março de 2016 ingressou no Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Câmpus* Universitário de Sinop na área de concentração em Nutrição e Alimentação Animal.

Em Fevereiro de 2018, submeteu-se a banca de defesa de dissertação para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

## RESUMO

Lima, Juliana de Fatima Pereira. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Câmpus* Universitário de Sinop, Fevereiro de 2018, 74f. Qualidade de carne e ocorrência de pododermatite em frangos de corte criados em cama com acidificante em diferentes períodos sazonais. Orientadora: Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama Co-orientadores: Profa. Dra. Ana Paula Silva Ton e Profa. Dra. Claudineli Cássia Bueno da Rosa.

Os parâmetros qualitativos da carne de frango e a ocorrência de pododermatite tem relação direta com o bem-estar dos frangos de corte. Deste modo, a má qualidade da cama altera o microambiente expondo as aves a uma situação de estresse, além de ser um agravante para a ocorrência de pododermatite. Portanto, o uso do acidificante é uma estratégia para promover um ambiente agradável às aves durante os diferentes períodos climáticos. Neste sentido, o capítulo 1 (Revisão bibliográfica), teve o objetivo abordar fatores relacionados à qualidade da cama de frango e a sua interferência sobre os parâmetros de bem-estar de frango de corte, enfatizando a ocorrência de pododermatite e as características qualitativas da carne de frango. E no capítulo 2, objetivou-se avaliar a influência de diferentes períodos sazonais e o uso de tratamento químico com características acidificantes na qualidade física da cama, ocorrência de pododermatite e qualidade de carne de frangos de corte. Para tanto, foram avaliados quatro períodos sazonais consecutivos ao longo do ano utilizando quatro aviários por ciclo, com densidade de criação de 12 aves/$m^2$. A cama de dois dos aviários foi tratada com o composto a base de sulfato de cálcio ativado com ácido sulfúrico e filossilicato expandido, aplicado na superfície da cama em duas etapas (antes do alojamento das aves e aos 12 dias de idade das aves) em cada ciclo. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com o esquema fatorial 4X2 para as avaliações dos parâmetros qualitativos e análise sensorial da carne, esquema de parcela subdividida no tempo com fatorial na parcela (5X2) para as avaliações de umidade e temperatura superficial da cama e foi utilizado dois tratamentos (cama acidificada e cama sem tratamento) e diferentes períodos sazonais (1º ao 4º período) para as avaliações de pododermatite. Foram avaliadas a umidade e temperatura superficial da cama e as lesões de pododermatite. Para as avaliações dos parâmetros qualitativo e sensoriais da carne de peito de frangos foram selecionados aos 42 dias de criação 100 frangos machos por ciclo que foram submetidas ao processo de abate, coletou-se os músculos *Pectoralis major* e após 24 horas mensurou pH, cor objetiva, perda por exsudação, perda por cocção, força de cisalhamento e análise sensorial. O condicionador químico aplicado na cama mostrou-se eficiente em adsorver a umidade da cama durante o período com elevado índice pluviométrico, e reduziu a incidência das lesões podais durante os diferentes períodos sazonais aos 28 dias de idade das aves e se mostrou mais eficiente aos 42 dias em períodos de transição entre a seca para a chuvosa e de elevada pluviosidade, mas não influenciou os parametros qualitativos e sensorial da carne de frango. Épocas com elevadas temperatura ambiental e umidade relativa do ar, como no 1º período, podem resultar em alterações nas características qualititativas da carne. As aves apresentam menor incidência de pododermatite durante o período de transição chuva/seca. Porém, o período com maior índice pluviômetro proporcionou maior incidência de pododermatite nos frangos de corte. Conclui-se que o composto aplicado na cama adsorve a umidade da cama e reduz a incidência de pododermatite em frangos. As aves apresentam menor incidência de pododermatite durante o período de transição do chuvoso para o período seco. O período com maior índice pluviômetro proporciona maior incidência de lesões e promove modificações sobre os parâmetros qualitativos da carne de frango de corte.



Palavras chaves: análise sensorial, bem-estar, temperatura ambiental.

## Abstract

Lima, Juliana de Fatima Pereira. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Câmpus* Universitário de Sinop, Fevereiro de 2018, 74f. Quality of meat and the footpad dermatitis incidence in broilers created in litter with acidifier in different seasonal periods. Orientadora: Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama Co-orientadores: Profa. Dra. Ana Paula Silva Ton e Profa. Dra. Claudineli Cássia Bueno da Rosa.

Qualitative parameters of broilers meat the foot pad dermatitis incidence is directly related to the welfare of broilers. In this way, the poor quality of the litter changes the microenvironment exposing the broiler to a situation of stress, in addition to being an aggravating factor for the footpad dermatitis incidence. Therefore, the use of acidifying is a strategy to promote a pleasant environment to broiler during the different periods climatic. In this sense, the chapter 1 (literature review), aimed to address factors related to the quality of the broiler and your litter interference on broiler welfare, emphasizing the footpad dermatitis incidences and the quality characteristics chicken of meat. And in Chapter 2, the objective of assessing the influence of different seasonal periods and the use of chemical treatment with acidifying features on physical quality of litter, the footpad dermatitis incidence and meat quality of broilers. To this end, four consecutive seasonal periods were evaluated throughout the year using four aviaries per cycle, with a density of creation of 12 birds/m². The litter of two of the aviaries was treated with the compound based on calcium sulfate activated with sulfuric acid and expanded filosilicate, applied on the surface of the litter in two steps (before the accommodation of birds and 12 days of age of birds) in each cycle. A completely randomized design with the 4X2 factorial scheme was used to evaluate the qualitative parameters and the sensorial analysis of meat, subdivided parcel scheme in time with factorial on the parcel (5x2) to the reviews of moisture and surface temperature of the litter and was used two treatments (acid litter and litter without treatment) and seasonal periods (1st to 4th period) for evaluations of footpad dermatitis. Were evaluated moisture and surface temperature of the litter and the injuries footpad dermatitis. For the qualitative parameters and sensory assessments of broiler of breast meat were selected to 42 days of creating 100 male broiler per cycle that were subjected to the process of slaughtering, collected the muscles *Pectoralis major* and after 24 hours measured the pH, objective color (L*, a* and b* value), drip loss, cooking loss, shear force and sensory analysis. Chemical conditioner applied in litter was shown to be efficient in adsorb moisture from the litter during the period of high rainfall, and reduced the footpad dermatitis during seasonal periods to 28 days of age of birds and proved to be more efficient to 42 days in periods of transition from the dry to the rainy season and high rainfall, but did not influence the qualitative and sensory parameters of broiler meat. Times with high ambient temperature and relative humidity, as in the first period, may result in changes to the features qualitative of the meat. The birds present lower footpad dermatitis during the transitional period the rain/dry. However the period with highest rain gauge resulted in higher footpad dermatitis in broilers. It is concluded that the compound applied in bed absorbs moisture from the litter and reduces the footpad dermatitis in broilers. The birds present lower footpad dermatitis during the period of transition from the rainy to dry season. The period with highest rain gauge provides greater footpad dermatitis and promotes changes on the qualitative parameters of broiler meat.



Keywords: environmental temperature, sensory analysis, well-being.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Ambiência interna dos aviários em cada tratamento de cama e períodos sazonais..... 44

**Figura 2:** Graus de lesões de pododermatite..... 46

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Efeito da acidificação da cama de frango em diferentes períodos sazonais sobre os parâmetros qualitativos da carne de frango..... 51

**Tabela 2:** Parâmetros sensoriais da carne de frango criados em cama tratada com condicionador químico em diferentes períodos sazonais..... 56

**Tabela 3:** Temperatura superficial e umidade da cama de frango tratada com acidificação em diferentes épocas do ano..... 59

**Tabela 4:** Escores de lesões médios de pododermatite em frangos de corte criados sobre cama com e sem acidificação em diferentes idades das aves e períodos climáticos..... 63

**Tabela 5:** Frequência dos escores aos 42 dias de idade dos frangos de corte nos diferentes períodos do ano..... 67

**SUMÁRIO**

**INTRODUÇÃO GERAL..... 1**

**CAPÍTULO I:** REUTILIZAÇÃO DE CAMA DE FRANGO E A SUA INFLUÊNCIA SOBRE BEM-ESTAR DE FRANGO DE CORTE: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 4

1 - Introdução..... 5

2 - Panorama da avicultura de corte no Brasil..... 7

3 - Bem-estar animal..... 8

4 - A utilização de cama de frango na produção de frango de corte..... 10

4.1 - A cama de frango..... 10

4.2 - A influência do ambiente externo na qualidade da cama de frango..... 12

4.3 - Reutilização da cama ..... 13

5 - A qualidade da cama sobre o bem-estar das aves..... 14

5.1 - Pododermatite de contato (PPD) em frango de corte..... 15

5.2 - Parâmetros qualitativos de carne de frango..... 18

5.2.1 - Água intramuscular..... 18

5.2.2 - Coloração da carne de frango..... 21

5.2.3 - A influência do ambiente na qualidade de carne..... 23

6 - Tratamentos da cama de frango para reduzir a incidência de pododermatite e melhorar os parâmetros qualitativos da carne ..... 26

7 - Referencial bibliográfico..... 30

**CAPÍTULO II:** QUALIDADE DE CARNE E OCORRÊNCIA DE PODODERMATITE EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM CAMA COM ACIDIFICANTE EM DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS..... 37

1 - Introdução..... 40

2 - Material e métodos..... 41

3 - Resultados e discussão..... 51

4 - Conclusão..... 68

5 - Referencial bibliográfico..... 69

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**..... 73

# INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, a avicultura de corte apresenta elevado índice de produtividade em razão da evolução tecnológica do setor, fazendo com que a agroindústria avícola brasileira apresente competitividade no mercado internacional. Entretanto, um dos grandes desafios é produzir cortes cárneos com qualidade, sobretudo fornecendo padrões de bem-estar as aves, sem ocasionar impactos negativos ao meio ambiente.

Desse modo, a busca por informações sobre os fatores que promovem modificações ao ambiente de criação é de suma importância, visto que, estão estreitamente correlacionados aos parâmetros de bem-estar das aves (Silva e Vieira, 2010). Nesse contexto, o estresse ambiental é considerado um dos fatores significativos que afetam negativamente o bem-estar e a produtividade, devido ao desconforto que causa às aves (Lara e Rostagno, 2013), pois as características climáticas influenciam o ambiente interno dos aviários e alteram os parâmetros físicos e químicos da cama (Miles, Brooks e Sistani, 2011).

Nesse sentido, existe uma relação entre o uso de cama e o bem-estar das aves, visto que o seu uso demonstra ser fundamental, pois promove conforto aos frangos reduzindo o seu contato direto com o piso compactado, além de ser um isolante térmico, incorporar excretas e absorver umidade. Nesse sentido, reutilizar a cama durante vários ciclos de produção se torna uma alternativa, uma vez que, reduz a produção de resíduo e proporciona a sua utilização futura como fertilizante orgânico.

Contudo, quando se reutiliza a cama sem essa ser manejada corretamente, pode propiciar alteração às suas características físico-químicas, elevando o teor de umidade, crescimento microbiológico e volatilização de gases como a amônia (Kaukonen, Norring e Valros, 2016). Além disso, a combinação com a temperatura micro-ambiental promove a combustão de matéria orgânica elevando a concentração de amônia, dióxido de carbono e monóxido de carbono, reduzindo a disponibilidade de oxigênio no ambiente. Como resultado,

quando esses gases são inalados pelas aves provoca redução na concentração de oxigênio no sangue (Vale et al., 2016). Ainda, as altas concentrações de amônia diminui a capacidade antioxidante do músculo e do sangue (Wei et al., 2014), eleva a concentração de radicais livres no organismo, alterando as características fisiológicas das aves (Tan et al., 2010) refletindo na qualidade dos produtos cárneos.

A piora na qualidade da cama também pode promover a ocorrência de pododermatite que é um indicador de bem-estar em aves. A cama com elevado teor de umidade desencadeia o início das lesões podais, podendo ocorrer durante a fase inicial devido a maior sensibilidade nos pés dos pintinhos (Martins, Hötzela e Poletto, 2013). No entanto, durante o crescimento das aves, ocorre o aumento de seu peso e a compressão das patas sobre a cama, principalmente quando a cama encontra-se pegajosa e compactada, e como resultado as lesões podais tendem a progredir (Kaukonen, Norring e Valros, 2016). Em adição a essa situação, o acometimento por infeção bacteriana pode agravar a lesão e quanto maior é a gravidade das lesões nas patas, maior é o reflexo no ganho de peso, rendimento de carcaça e aumento nos índices de condenações das carcaças (Hashimoto et al., 2013).

Desta forma, tratar a cama melhora as suas características físico-químicas durante a sua reutilização. O uso de tratamento com condicionadores químicos principalmente a base de argila, permite a absorção do excesso de umidade (Taherparvar et al., 2016), reduz o emplastamento, pH da cama e a emissão de gases como a amônia, mostrando ser crucial para a redução da incidência de pododermatite (Kaukonen, Norring e Valros, 2016). Adicionalmente, esses produtos tem influência direta no desempenho, na qualidade de carcaça, saúde e bem-estar dos frangos de corte (Garcês et al., 2016), e como consequência melhora os parâmetros qualitativos da carne de frango.

Assim, objetivou-se abordar e avaliar os parâmetros relacionados ao bem-estar de frangos de corte, com ênfase nos efeitos da tratabilidade da cama reutilizada em diferentes

períodos sazonais e a sua relação com a ocorrência de pododermatite e as características qualitativas da carne de frango de corte.

A dissertação encontra-se dividida em capítulos I e II e estão redigidos nas normas editoriais adaptadas a Revista Ciência e Agrotecnologia (ISSN 1413-7054).

## CAPÍTULO I:

REUTILIZAÇÃO DE CAMA DE FRANGO E A SUA INFLUÊNCIA SOBRE BEM-ESTAR DE FRANGO DE CORTE: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 1. Introdução

A expansão da indústria avícola, juntamente com a escala de produção, exige suprimentos contínuos de um grande volume de material de qualidade para ser utilizado como cama. Entretanto, o grande desafio ambiental é a eliminação do resíduo a cada ciclo de produção. Assim, esses fatores contribuem para a reutilização da cama por vários ciclos produtivos que podem trazer impactos negativos para a produção (Chinivasagam et al., 2016).

Nesse sentido, reutilizar a cama pode proporcionar aumento no teor de umidade, e teores acima de 30% de umidade na cama combinado com elevada temperatura e matéria orgânica, podem conduzir ao aumento na concentração de amônia no interior dos aviários e também desencadear o aparecimento da pododermatite (Martins, Hötzela e Poletto, 2013). Estas lesões refletem na eficiência alimentar das aves e é proposta como um indicador de bem-estar de frangos de corte. Isso porque as injúrias nas patas indicam uma situação de desconforto e com o aumento da idade das aves, principalmente na fase final de criação, se tem uma ampliação das lesões, tornando-as mais graves (Cristo et al., 2017).

Quando a cama apresenta má qualidade ocorre a alteração do microambiente no interior do aviário expondo as aves a uma situação de estresse. Se a exposição a esse ambiente for prolongado, pode influenciar os parâmetros qualitativos da carne, principalmente devido ao acúmulo de altas concentrações de gases tóxicos. Segundo Diniz (2013), a exposição a esses gases tóxicos eleva o estresse oxidativo no tecido e provoca maior produção de radicais livres e acelera a peroxidação lipídica e isso ocorre, sobretudo quando se reutiliza a cama.

Deste modo, priorizar estudos que estabeleçam e melhorem os indicadores sanitários para a reutilização deste resíduo, pois a pododermatite e a produção de amônia estão

intimamente relacionados com a qualidade da cama, que é alterada em razão de falhas no manejo durante o período de criação (Cristo et al., 2017).

O uso de estratégia, como utilizar tratamento químico para melhorar os parâmetros qualitativos da cama durante a sua reutilização, é de suma importância, pois quando é adicionado à cama permite a redução na sua umidade e na produção de amônia, melhorando o microambiente e consequentemente, o bem-estar das aves.

Diante disso, objetivou-se com essa revisão abordar fatores relacionados à reutilização de cama de frango e a sua interferência sobre os parâmetros de bem-estar de frango de corte enfatizando a ocorrência de pododermatite e as características qualitativas da carne de frango.

## 2. Panorama da avicultura de corte no Brasil

O setor pecuário brasileiro apresenta ampla expansão e a produção avícola vem contribuindo para que isso ocorra, com altos índices de produtividade, investimento constante em inovações tecnológicas, eficiência de produção e viabilidade econômica (Abreu e Abreu, 2011). Diante deste cenário, o Brasil em 2016 alcançou a produção de 12,90 milhões de tonelada de carne de frango, mantendo o país como o segundo maior produtor, e na posição de primeiro exportador de carne de frango no *ranking* mundial de produção. Em termos financeiros, correspondeu a uma receita de 6.848,00 milhões de dólares para a economia brasileira (ABPA, 2017).

Nesse sentido, a avicultura brasileira apresenta relevante importância socioeconômica, gerando 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos que agregam produtores, frigoríficos e exportadores. Os negócios que envolvem o segmento avícola geram um movimento de R$ 36 bilhões e participação de 1,5% no PIB nacional (ABPA, 2016). Exibe um grande dinamismo no agronegócio brasileiro, no qual, o mercado interno e a demanda internacional são os principais fatores que proporcionam maior potencial de crescimento da produção, e projeta um crescimento anual de 3,0%, sendo o setor com maior taxa de crescimento comparado com as outras produções de proteína animal (BRASIL, 2015).

A avicultura de corte está presente em todas as regiões nacionais, com destaque das regiões sul e sudeste, e com propensão de expansão para a região centro-oeste, região esta com grande produção de grãos (ABPA, 2016). A produção de frango de corte requer mão de obra qualificada, abundância de grãos, recursos naturais, *status* sanitários e sustentabilidade (UBABEF, 2012). E esses fatores estão aliados com os investimentos nas áreas de genética, nutrição, manejo, biosseguridade e a implementação de programas de qualidade que incluem o bem-estar animal e a preservação do meio ambiente. Proporcionando aos consumidores brasileiros e aos 150 países importadores, um produto acessível e de excelente qualidade

sanitária e nutricional, com uma gama variada de produtos “in natura” e processado (ABPA, 2016).

## 3. Bem-estar animal

As preocupações com o bem-estar animal crescem paralelamente ao desenvolvimento socioeconômico, mudando o perfil dos consumidores, que estão cada vez mais preocupados com a qualidade do produto, a segurança do alimento e o respeito ao meio ambiente e aos animais (Rocha, Lara e Baião, 2008). Quando uma reflexão sobre o bem-estar animal é estimulada, os consumidores mostram-se dispostos a pagar um valor adicional pelo produto combinado com a característica de qualidade. Entre as ações iniciais, faz-se fundamental a divulgação de informações claras e confiáveis sobre o sistema de produção adotado, e seus impactos no bem-estar animal (Bonamigo, Bonamigo e Molento, 2012).

Dessa forma, de acordo com o Código Sanitário para Animais Terrestres da *Word Organization for Animal Health* (OIE), o termo bem-estar animal significa que um animal deve lidar com as condições em que vive, referindo-se ao tratamento que recebe durante o período de criação. Segundo esse código sanitário, um animal só está em bom estado de bem-estar, como indicado por evidências científicas, se estiver saudável, confortável, bem nutrido, seguro, capaz de expressar comportamento inato, e não sofrer situações desagradáveis como dor, medo e angústia (OIE, 2016).

O estresse ambiental é considerado um dos fatores significativos que afetam negativamente o bem-estar e a produtividade dos frangos de corte, devido ao desconforto que causa às aves. Sob condição de alta temperatura ambiental, as aves alteram seu comportamento e a homeostase fisiológica buscando a termorregulação, controlando assim sua temperatura corporal. Em geral, diferentes tipos de aves reagem de forma semelhante ao

estresse por calor, expressando alguma variação individual na intensidade e duração de suas respostas (Lara e Rostagno, 2013).

A alta temperatura ambiental pode diminuir a capacidade ribossômica das aves levando à diminuição da taxa de síntese de proteínas, resultando em uma menor deposição proteica. Além de aumentar a atividade enzimática da desidrogenase lática (LDH), enzima chave para a conversão da glicose em piruvato, que influência na conversão do músculo em carne, resultando a má qualidade da mesma (Zhang et al., 2012).

Outro ponto importante é a qualidade do ar no ambiente interno dos aviários, pois afeta diretamente a sensibilidade física e térmica das aves, que são altamente dependentes da qualidade do material utilizado como cama. Associar o alto teor de umidade da cama, alta temperatura (Moura et al., 2010), acúmulo de excreta, alta umidade relativa do ar e a elevada densidade de criação (Benevides et al., 2016), proporcionam um ambiente ideal para a produção de bactérias proteolíticas e patogênicas, desencadeando problemas ao plantel de aves (Moura et al., 2010). Como consequência, pode aumentar a incidência de pododermatite que influencia diretamente o bem-estar, pois além de prejudicar a produtividade, é uma patologia que altera o comportamento dos frangos criados sobre a cama, causando desconforto grave nas aves, além de ser evolutivo e progressivo (Benevides et al., 2016).

Em suma, na avicultura de corte se amplia essa discussão devido ao entrave relacionado à dificuldade de associar o mínimo custo de produção aos elevados padrões de bem-estar e com a qualidade dos produtos cárneos (Rocha, Lara e Baião, 2008). Portanto, devem-se desenvolver medidas de bem-estar, dentre essas a de manejo sanitário e de ambiência da produção, para obter um ambiente de criação agradável e produtos de qualidade (Moura et al., 2010).

## 4. A utilização de cama de frango na produção de frango de corte

### 4.1 A cama de frango

O uso de cama é fundamental para a produção de frango de corte, principalmente em clima quente e úmido (Garcês et al., 2016). A função deste material disposto no galpão é evitar o contato direto da ave com o piso, auxiliar na absorção de água, e incorporar penas e excretas (Dai Prá e Roll, 2014), como também ser um isolante térmico, principalmente na fase inicial de criação. A sua utilização tem influência direta no desempenho, na qualidade de carcaça, saúde e bem-estar dos frangos de corte (Garcês et al., 2016), permitindo que as aves expressem seu comportamento natural, como o de ciscar (Shepherd e Fairchild, 2010).

Vários tipos de materiais podem ser utilizados como cama, sendo estes: maravalha, areia, casca de arroz, papel, sabugo de milho, casca de coco entre outros coprodutos. Porém, o que determina qual o tipo de material será utilizado é a sua disponibilidade em cada região e o custo para a sua aquisição (Garcês et al., 2016). Além disso, deve possuir tamanho das partículas ideal (menores que três cm), não produzir poeira, densidade aparente, condutividade térmica (Garcês et al., 2013) e boa capacidade de retenção de água (capacidade higroscópica) devido ao crescente acúmulo de excretas e aumento no teor de umidade. Caso esteja sob condições que resultem em altas taxas de evaporação, também pode elevar a emissão de gases e aumento de odores (Dunlop, Blackall e Stuetz, 2015).

O teor de umidade da cama é um parâmetro chave que afeta as características físicas, químicas e microbiológicas da cama de frango (Bernhart e Fasina, 2009), na qual os níveis devem situar entre 20 e 35%. Cama com índice de umidade abaixo de 20% resulta em aumento da concentração de poeira no interior das instalações, irritando o sistema respiratório das aves, predispondo ao surgimento de infecções. Por outro lado, o excesso de umidade (acima de 35%) acarreta grandes problemas para as aves, aumento da incidência de lesões no peito, queimaduras na pele, condenações e perda na qualidade das carcaças (Dai Prá e Roll,

2014). Também promove o desenvolvimento de pododermatite, que progride severamente quando as aves são criadas sobre cama muito úmida (Taira et al., 2013).

A umidade da cama pode ser influenciada por diversos fatores como a maneira inadequada de armazenamento do material que será utilizado como cama, dietas desbalanceadas (alguns ingredientes em excesso promovem maior consumo de água), condições ambientais, ou o uso incorreto de ventilação, nebulização e placas de resfriamento evaporativo no interior dos aviários (Ritz, Fairchild e Lacy, 2009).

Outro parâmetro importante é o pH, possuindo grande influência na qualidade da cama, com interferência direta sobre a volatilização de amônia, quando os valores estão diferentes da neutralidade (7,0) (Virtuoso et al., 2015). Além de ter interferência sobre a incidência de pododermatite e calo de peito, problemas graves que interferem no bem-estar das aves (Katukurunda et al., 2016).

O pH é um indicador de elétrons dissociáveis, e pode ser manipulado (Tiquia e Tam, 2000). Tornar o pH da cama ácido ou alcalino é benéfico às aves, pois cria-se um ambiente desfavorável para o desenvolvimento bacteriano (Dai Prá e Roll, 2014), as quais apresentam ótimo desenvolvimento em pH neutro, incluindo as bactérias responsáveis pela volatilização de amônia (Ritz, Fairchild e Lacy, 2009).

Entretanto é uma condição difícil de ser conseguida, devido ao constante aporte de ácido úrico proveniente das excretas que é depositado na cama e que modifica o pH para a neutralidade, promovendo a volatilização de amônia (Dai Prá e Roll, 2014). O ácido úrico presente na cama depende da enzima urease excretada por microrganismos para ser degradada e ser transformado à forma volátil (amônia). Esta última etapa do processo depende diretamente do valor de pH, temperatura e presença de umidade e oxigênio da cama (França et al., 2014).

Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da cama são de suma importância para a produção. E a qualidade destes materiais é de grande preocupação, pois afeta o desempenho, a saúde, a qualidade da carcaça e o bem-estar dos frangos de corte (Garcês et al., 2013).

### 4.2 A influência do ambiente externo na qualidade da cama de frango

O sistema de criação intensivo possui influência direta na condição de conforto e bem-estar animal, e influencia o comportamento e desempenho das aves (Nazareno et al., 2009), apresenta correlação com as características climáticas externa, interna e com os parâmetros qualitativos da cama de frango (Miles, Brooks e Sistani, 2011), que é reutilizada por diversos períodos, podendo chegar até 14 lotes consecutivos. E o que possibilita essa reutilização da cama são as condições climáticas de alguns países de clima quente, com caracterização subtropical e tropical como o Brasil com a utilização de aviários aberto (Oliveira e Monteiro, 2013).

Nesse sentido, conforme a temperatura ambiente externa se eleva a temperatura ambiente interna do aviário e da cama de frango também demonstra o mesmo processo, evidenciando uma interação entre os ambientes (Furtado et al., 2010). Assim, durante as diferentes estações a cama pode apresentar distintos teores de temperatura e umidade (Miles, Brooks e Sistani, 2011). E quando a cama apresenta elevada temperatura, umidade e pH próximo a neutralidade, essa condição promove a emissão de gases como a amônia alterando a qualidade do ar, e caso o sistema de ventilação se apresente ineficiente mantém os níveis de amônia no interior das instalações modificando o microclima ambiental. Contudo, um sistema de ventilação eficiente principalmente durante os meses quentes do ano (primavera, verão e início do outono), as condições ambientais internas dos aviários não se alteram (Soliman, Moawed e Hassan, 2017).

Desse modo, durante o período de inverno a cama apresenta menor teor de umidade, enquanto no verão apresenta-se mais úmida no centro do aviário e mais seca nas extremidades próximas as paredes laterais (Miles, Brooks e Sistani, 2011) principalmente em elevada densidade de aves. Sendo assim, o equilíbrio entre as condições ideais de ventilação e manejo do ambiente interno é imprescindível para que se consiga sustentabilidade na produção de frangos de corte em regiões com condições de clima quente e/ou tropical como é o caso do Brasil (Nääs et al., 2007).

### 4.3 Reutilização da cama

A reutilização da cama de frango tornou-se uma prática comum na produção de frango de corte, devido ao aumento dos custos e a dificuldade de aquisição de materiais para ser utilizados como cama (Crippen et al., 2016). Nesse sentido, a reutilização dessa cama por vários ciclos de produção de frangos de corte contribui para reduzir o volume de resíduos minimizando possíveis impactos no meio ambiente (Vieira et al., 2015).

Na prática a cama é reutilizada em média por seis ciclos de criação, com uma troca de cama ao ano (Silva, 2011). E essa reutilização contínua aumenta a concentração de constituintes químicos e físicos que modificam a qualidade ambiental dentro dos aviários (Crippen et al., 2016), tornando-a um ambiente favorável para a proliferação de agentes patogênicos (Ritz, Fairchild e Lacy, 2009), com alto risco de infecção por parasitas (Abreu et al., 2011), devido ao teor de umidade, temperaturas e pH ideais (Ritz, Fairchild e Lacy, 2009).

A reutilização da cama promove o aumento das bactérias desnitrificantes que intensificam a degradação do urato presente nas excretas e na cama, intensificando a produção de amônia (Roll, Dai Prá e Roll, 2011), sendo esse um dos problemas ambientais mais graves que afetam a produção de frangos de corte (Ritz, Fairchild e Lacy, 2009). Contudo, a reutilização da cama é uma prática segura e contrariamente ao que se espera, reduz a carga

bacteriana de *Salmonella* ao longo do tempo de reuso, demostrando menor probabilidade de resultados positivos a partir da sexta reutilização da cama (Roll, Dai Prá e Roll, 2011).

Deste modo, quando a cama não apresenta problemas sanitários pode ser reutilizada por vários ciclos de produção, mas o acúmulo de matéria orgânica e excreta proporcionam emissões de gases como o óxido nitroso ($N_2O$), metano ($CH_4$) e amônia ($NH_3$) (Santana, 2016), mas as concentrações de gases se assemelham quando se reutiliza a cama durante um (6ª reutilizações) ou três anos (de 9ª à 13ª reutilizações) (Miles et al., 2014). Deste modo, reduzir a reutilização da cama (menor que 6ª reutilização) resulta em menor impacto na emissão de gases do efeito estufa e $NH_3$, entretanto ocasiona aumento dos custos de produção e no volume de resíduos produzido (Santana, 2016).

Nesse sentido, à medida que ocorre o acúmulo de excretas combinado com o crescimento das aves proporcionam uma redução na porosidade da cama, além de elevar a concentração de umidade da mesma, e a junção com altas temperaturas resulta em alta taxa de evaporação da água e emissão de gases (Dunlop, Blackall e Stuetz, 2015). Em adição, essa condição pode promover também o aumento do número de aves com lesões podais, caso a cama não seja manejada de maneira correta (Garaffa e Gai, 2016).

Portanto, para a reutilização da cama com segurança sanitária, deve-se submeter o material a tratamentos adequados, a fim de garantir a redução dos riscos físicos, químicos, microbiológicos e sustentabilidade ambiental (Vieira et al., 2015).

## 5. A qualidade da cama sobre o bem-estar das aves

A cama tem influência sobre a qualidade do ambiente no interior dos aviários, e com a deposição de excreta e o aumento de matéria orgânica promovem a elevação no teor de umidade, pH e temperatura da cama, propiciando a degradação do ácido úrico, que é convertido pela enzima urease presente nas excretas, a amônia causando problemas

ambientais (Soliman, Moawed e Hassan, 2017). E quando a cama apresenta compactação e maior incremento de amônia, pode conduzir ao aparecimento de lesões e perdas na qualidade da carcaça, alterando a deposição de gordura e proteína da carcaça e os parâmetros qualitativos da carne dos frangos de corte (Diniz et al., 2014).

### 5.1 Pododermatite de contato (PPD) em frango de corte

A pododermatite é uma consequência do excesso de teor de umidade que conduz ao emplastamento da cama. Além disso, as lesões de patas são reconhecidas como um indicador de bem-estar na produção e na ocorrência de perdas econômicas adversas (Dunlop et al., 2016).

As patas de frango possuem valor econômico, em especial para a exportação, devido à importância culinária em muitas culturas, principalmente em países asiáticos. A pododermatite de contato promove perdas significativas, não somente por causa da condenação das patas (Taira et al., 2013), mas também desencadeia associações negativas ao desempenho dos frangos e a qualidade das carcaças (Jong, Gunnink e Van Harn, 2014). Dependendo do grau de acometimento pode afetar negativamente o bem-estar, índices de desempenho e econômico para a produção (Swiatkiewicz, Arczewska-Wlosek e Jozefiak, 2016**).**

A pododermatite pode ser definida como uma inflamação necrótica na superfície do coxim plantar das aves, sendo mais observada em perus e frango de corte com crescimento rápido (Swiatkiewicz, Arczewska-Wlosek e Jozefiak, 2016**).** O aparecimento das lesões tem inicio com uma inflamação da pele que está em permanente contato com a cama, o que associado a fatores corrosivos presentes nela, acelera o processo de ulcerações (Benevides et al., 2016).

A presença destas lesões erosivas, devido a hiperqueratinização e ulceração, afetam o coxim plantar e digitais da parte inferior dos pés das aves (Clark et al., 2002). E, na maioria dos casos, utiliza-se pontuações para determinar qual o grau das lesões das patas, tal como, o grau zero que indica pata sem lesão; o grau 1 indica lesão em menos de 25% da área do coxim plantar; o grau 2 é relacionado a lesões entre 25 e 50% da área do coxim plantar; e o grau 3 a lesões em mais de 50% da área do coxim plantar (Martrenchar et al., 2002).

Inicialmente, a lesão começa com uma fibrose moderada no tecido subcutâneo ao redor do tecido adiposo que compõe o tecido plantar (lesão grau 1) (Benevides et al., 2016). Com o aumento da lesão, inicia-se a hiperqueratose, a separação das camadas de queratina, que se refere a uma rápida transformação de queratinócitos que estão sofrendo apoptose para produzir queratina, resultando em uma camada engrossada de queratina subdesenvolvida no epitélio (Shepherd e Fairchild, 2010), com pequenas ulcerações, e a perda do revestimento focal, acompanhado por inflamação do tecido conjuntivo (derme) com dilatação dos vasos, edema e infiltração de leucócitos polimorfo nucleares (lesões grau 2) (Benevides et al., 2016).

E, no seu último estágio ocorre uma extensa necrose tecidual, devido ao aumento da vascularização, modificação de temperatura superficial (Jacob et al., 2016), acompanhada por mudança da derme, devido a fibrose extensa e desorganização do tecido adiposo e granulações purulenta (lesões grau 3) (Benevides et al., 2016), com desconforto e dor na área afetada (Jacob et al., 2016).

Uma vez que a dermatite se desenvolve, as lesões tornam-se frequentemente mais severas, devido à infecção bacteriana secundária que se origina das excretas das aves ou do ambiente (Hashimoto et al., 2013). A ocorrência das lesões podais pode variar entre 20 a 80% das aves em diversas faixas etárias (Santos, Nunes e Baião, 2002). No campo, podem ser observadas lesões graves mesmo em aves com crescimento clinicamente excelente, mas inversamente, nem sempre são observadas em aves com baixo crescimento. Por isso, acredita-

se que muitos fatores estejam envolvidos no desenvolvimento da pododermatite nas aves (Hashimoto et al., 2013).

As lesões plantares estão relacionadas com a qualidade e o manejo de cama. E a incidência pode ser maior dependendo do tipo de material (Mendes e Komiyama, 2011) e a granulometria do substrato utilizado, mesmo em camas de primeira utilização (Jacob et al., 2016), sendo a reutilização da cama um agravante a mais para a ocorrência de dermatite de contato nas patas (Benevides et al., 2016). A nutrição exerce papel importante para predispor as lesões plantares. Dietas que promovem maior consumo de água desencadeiam excretas mais líquidas ou pegajosas aumentando o teor de umidade da cama (Mendes e Komiyama, 2011).

A estação do ano também influencia a incidência de lesões plantares, períodos com altas taxa de umidade do ar e temperatura ambiente como é o caso do Brasil, predispõe a pododermatite (Benevides et al., 2016). Além disso, as épocas chuvosas, devido à piora na qualidade da cama, acarretam a um aumento das lesões (Mendes e Komiyama, 2011).

A idade das aves também é um fator agravante, devido ao ganho de peso progressivo, associado a qualidade da cama (Benevides et al., 2016). Quanto mais pesado o animal, maior é a pressão das patas na cama (Garcia et al., 2012), combinado com a alta densidade de criação também aumenta a gravidade das lesões, devido ao aumento do teor de umidade da cama (Zhang et al., 2011).

A combinação do acúmulo crescente de excretas e umidade na cama eleva a volatilização de amônia gerada por ação bacteriana e proporcionam a alcalinidade do material, irritando quimicamente os coxins plantares das aves (Bilgili et al.,2009). Além disso, as lesões progridem por meio do elevado teor de umidade, sendo preferível manter os níveis de umidade abaixo de 35% (Jong, Gunnink e Van Harn, 2014), pois quando ocorre a

incorporação das excretas na cama, promove aumento no teor de umidade, principalmente na camada superior e a progressão das lesões tende a se elevar (Taira et al., 2013).

## 5.2 Parâmetros qualitativos de carne de frango

A crescente demanda mundial por carne de frango ao longo dos últimos anos promoveu um aumento no crescimento, eficiência alimentar, rendimento muscular e a redução da gordura abdominal dos frangos de corte. Além disso, esta mudança enfatizou a necessidade de padrões de produção mais elevados, para melhorar as características sensoriais e propriedades funcionais da carne (Petracci e Cavani, 2012). Entretanto, os parâmetros que afetam a qualidade da carne são complexos e podem ocorrer em toda a cadeia de produção (Silva, Arruda e Gonçalves, 2017), visto que estão relacionados a fatores inerentes ao indivíduo (idade, sexo), ao ambiente de criação (nutrição, temperatura ambiente, manejo geral), manejo pré-abate (métodos de apanha, tempo de jejum, transporte) e abate (Mendes e Komiyama, 2011).

Assim, devem ser compreendidos todos os pontos críticos de produção para serem combinados a tecnologias para reduzir as perdas das características qualitativas da carne (Silva, Arruda e Gonçalves, 2017). Portanto, preocupar em produzir carne de qualidade é essencial, e deve ser impulsionado pela necessidade de satisfazer a demanda do consumidor por produtos com atributos qualitativos, visto que, estão ligados diretamente aos fatores visuais (cor, aparência), táteis (viscosidade, elasticidade, textura, maciez) e palatáveis (suculência, sabor) relacionados as propriedades físico e química da carne (Kerth, 2013).

### 5.2.1 Água intramuscular

O músculo é um tecido altamente organizado, composto por células individuais conhecidas como fibras musculares que são envolvidas por tecido conjuntivo (Pearce et al.,

2011). As fibras musculares são constituídas de miofibrilas, que são compostas por numerosas proteínas incluindo actina, miosina, colágenos, proteoglicanos e glicoproteínas (Nishimura, 2015) e água que se considera uma parte da estrutura que não só permite a difusão e interação do substrato e de enzimas, mas também determina a plasticidade e rigidez das proteínas (Hughes et al., 2014).

A água no músculo pode ser dividida em três tipos gerais: ligada, imobilizada e livre (Kerth, 2013). E representa aproximadamente três quartos da composição do músculo vivo, cerca de 10 % está ligado às proteínas musculares e outro 5-10 % é localizado no espaço extracelular, pequenos canais entre as fibras musculares adjacentes. No entanto, a maior parte da água presente nos músculos esta localizada nos espaços entre os filamentos actina e miosina (Warriss, 2000), e representa 85% dos constituintes no interior das miofibrilas (Pearce et al., 2011).

E um fator que se relaciona com a capacidade de reter água no interior das células *post mortem* é a formação de ácido lático, que é consequente a queda do pH (Roque-Specht et al., 2009), ou seja, a queda do pH leva a desnaturação das miofibrilas resultando em maior retração da rede dos filamentos (Warriss, 2000) durante e após o *rigor mortis*, em razão da redução do comprimento dos sarcômeros devido à força criada por o maior número de pontes cruzadas com a sobreposição dos filamentos miosina e actina. Assim, quando o sarcômeros se encolhe, a água do seu interior é expulsa e se acumulam nas lacunas entre o endomísio, miofibrilas e migrar para a área do perimísio (Ertbjerg e Puolanne, 2017). Estes fluidos aquosos são drenados lentamente para a superfície da carne formando o gotejamento (Hughes et al., 2014).

As maiores perdas de água da carne são caracterizadas por uma situação de intenso estresse, verificada pelos altos níveis de corticosterona, promovendo maior desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas e miofibrílicas durante a conversão de músculo em carne (Pereira

et al., 2015). Uma elevada queda do pH resulta em alta perda por gotejamento e baixa taxas de acidificação levam a reduzida perdas de gotejamento (Warriss, 2000).

A capacidade de retenção de água (CRA) da carne não é apenas importante para aceitação visual e sensorial e por razões econômicas, mas também devido ao seu papel na moldagem da estrutura muscular e aos efeitos consequentes sobre a qualidade da carne, o que corresponde ao aumento da perda por gotejamento da água presente no músculo (Hughes et al., 2014).

A água tem relação direta com a cor, sabor, perda de peso, maciez e suculência. A eliminação da água significa filés mais pálidos, baixo pH, maior índice de luminosidade, menor teor de vermelho e maior teor de amarelo. E a baixa capacidade dos filés de reter a água eleva as suas perdas por gotejamento e durante a cocção (Bowker e Zhuang, 2015). O problema mais comumente encontrado na carne de peito de frangos de corte é a maciez, que geralmente decorre de alterações na estrutura miofibrilar, determinadas pelo aparecimento rápido do *rigor mortis* em função do estresse e está associada à capacidade de retenção de água apresentada pelo músculo (Mendes e Komiyama, 2011).

Podem ocorrer perdas de água estrutural da carne durante o cozimento e essa apresenta uma correlação inversa com a suculência, aspectos sensoriais e textura. Assim, durante o processo de cozimento, a água tem um papel importante na geração de resistência e pode ser influenciada por proteínas miofibrilares e citoesqueléticas (Hughes et al., 2014). Carnes com alta capacidade de retenção de água é um indicativo de proteínas intactas e mais solúveis. Além de gerar menores perdas por gotejamento, e levar maior turgescência das fibras musculares, o que implica maior firmeza e uniformidade a sua textura (Ramos e Gomide, 2017).

### 5.2.2 Coloração da carne de frango

A cor é um dos principais atributos de qualidade dos alimentos e estabelece limites relacionados à qualidade da carne, fornecendo informações sobre o grau de conservação, além de ser atribuída ao primeiro contato com o consumidor, estabelecendo a aceitação ou rejeição dos cortes cárneos (Ramos e Gomide, 2012). A cor da carne está intimamente relacionada com outros parâmetros qualitativos como pH, capacidade de retenção de água e textura, que, em conjunto afetam a maciez, suculência, aspecto organoléptico, rendimento, custo dos produtos e determina as características de manipulação e o comportamento do consumidor (Garcia et al., 2010). Por definição, a cor é o resultado da reflexão e absorção seletiva de um dado comprimento de onda, devido a pigmentos presente nos alimentos (Ramos e Gomide, 2017).

As principais proteínas encontradas para a pigmentação da carne são a hemoglobina (pigmento do sangue), mioglobina (pigmento dos músculos) (Samuel et al., 2011) e citocromo C, sendo que estes são responsáveis de forma direta para a coloração dos pigmentos (Ramos e Gomide, 2017). A mioglobina, proteína presente no sarcoplasma, apresenta em sua estrutura um grupo prostético heme, com afinidade pelo oxigênio que promove a sua conversão da mioglobina à deoximioglobina, oximioglobina e metamioglobina, pigmentos primários da carne (Kerth, 2013). E a hemoglobina também é composta por grupos prostéticos heme, contudo quando o animal é abatido grande parte é removida devido à sangria, sendo que a quantidade de sangue residual representa somente de 5 a 30% do pigmento do músculo (Ramos e Gomide, 2017).

A quantidade de mioglobina, o pH final da carne e a morfologia muscular são os responsáveis por promoverem as variações na cor da carne fresca (Mendes e Komiyama, 2011), ou seja, quanto maior for a quantidade de mioglobina (grupo heme) no tecido muscular, a carne apresentará tonalidade vermelha mais escura. Isso pode variar para cada

espécie animal e para cada tipo de estrutura muscular, devido à característica estrutural do grupo heme e da molécula de mioglobina (Ramos e Gomide, 2017).

De maneira geral, a cor da carne de frango diferencia-se das observadas em animais de carne vermelha e se mostra desejável para o consumidor (Ramos e Gomide, 2012), e pode variar entre as tonalidades do alaranjado ao rosa-pálido. Isso ocorre em razão da absorção e reflexão da luz em comprimentos de ondas combinado com quantidade de mioglobina presente no músculo das aves (0,1 a 3,0 miligramas de mioglobina/grama de músculo (Mb/g)), no qual, a sua quantidade diferencia a tonalidade da carne e o estado químico que se encontra (reduzido ou oxidado) com distribuição relativa de três formas básicas: a deoximioglobina (vermelho-púrpura), oximioglobina (vermelho- brilhante) e metamioglobina (marrom) (Ramos e Gomide, 2017).

Assim, a combinação da oxidação de pigmentos e lipídios com o pH muscular tem influencia sobre a coloração da carne. Com a declinação do pH muscular ocorre a desnaturação de proteínas que leva a uma perda da intensidade da cor, em razão de reações enzimáticas e o consumo do oxigênio disponível remanescente. Por outro lado, um alto pH muscular diminui a quantidade de oxigênio disponível para converter a desoximioglobina em seu estado oxigenado (oximioglobina) (Kerth, 2013).

A avaliação da coloração da carne é um método bastante importante e a sua mensuração pode ser avaliada subjetivamente por meio de pontuações (Mendes e Komiyama, 2011). Estes métodos são utilizados como um padrão em diversos países para a determinação da qualidade da coloração de um produto (Nollet e Toldrá, 2015). Em análise laboratorial, a coloração da carne de frango pode ser determinada com auxílio de espectrofotômetro, ou então com a utilização de colorímetro, na qual são determinados os parâmetros L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) (Mendes e Komiyama, 2011).

Um dos parâmetros principais para a determinação da cor é o seu teor de luminosidade, que demonstra a refletância do estímulo luminoso (Garcia et al., 2010). A luminosidade pode variar de 0 à 100, em que zero equivale a cor preta e 100 ao branco (Nollet e Toldrá, 2015). Nesse sentido, os valores elevados de L* (>50) indicam cores mais claras pela maior refletância, e valores inferiores (<45) indicam que os filés são mais escuros. O valor de L* se correlaciona negativamente com o parâmetros de pH, ou seja, filés claros apresentam pH baixo (pH < 5,6), enquanto filés mais escuros têm pH elevado (pH > 5,9) (Garcia et al., 2010).

Além do valor de L *, utiliza-se também a razão a * / b* que se associa a outras cores como o valor de a* à tonalidade de vermelho ao verde e o valor de b* se relaciona ao amarelo e azul (Nollet e Toldrá, 2015). Estes valores estão relacionados ao estado químico do grupo heme (reduzido ou oxidado) em que a oxigenação do pigmento de deoximioglobina induz o aumento dos valores de a* e b* na superfície da carne sem implicar no teor de L*. Já a oxidação do pigmento oximioglobina leva à redução em ambas às razões a* / b* com alteração na luminosidade. Assim, a cor pode ser considerada um dos atributos de qualidade mais importante da carne (Ramos e Gomide, 2017).

A qualidade da carne é um conceito complexo, e a cor da carne é fundamental para a seleção do consumidor e pode ser afetado por múltiplos fatores que interagem com todo o ciclo de produção, e pode alterar as propriedades físico-químicas da carne de frango (Milicevic et al., 2015).

### 5.2.3 A influência do ambiente na qualidade de carne

À medida que a demanda dos consumidores por carne de alta qualidade aumenta, produzir e fornecer carne saudável e palatável é uma tarefa extremamente urgente e importante (Zhang et al., 2017). E quando as aves são submetidas em situação de estresse,

proporciona efeitos negativos sobre a produção de frango de corte, o que resulta em perdas na produtividade e causa efeitos negativos sobre os parâmetros qualitativos da carne (Downing, Kerr e Hopkins, 2017).

Um fator relevante é o tipo de fibra presente na musculatura das aves, devido a suas propriedades contráteis, metabólicas e de coloração. Como no músculo de peito de frango ocorre a predominância de fibras brancas e intermediarias, se tem maior propensão a desenvolver a condição de carne do tipo pálida, por serem ricas em glicogênio e de alta capacidade glicolítica anaeróbica (Ramos e Gomide, 2017). Quando os fatores ambientais afetam a homeostase das aves, alterando as suas funções vitais, promovendo alta condição de estresse (Amaral et al., 2010), as aves apresentam condição musculares de anóxia (ausência de oxigênio) ainda vivo, em função de hormônios catabólicos (adrenalina e noradrenalina) formando alta concentração de ácido lático (Ramos e Gomide, 2017).

Geralmente, o teor de ácido lático é refletido ao valor de pH muscular *post-mortem* e a sua variação se relaciona a reserva de glicogênio presente no músculo (Kanani et al., 2017), ou seja, a quantidade de ácido lático formado enquanto o animal ainda está vivo, e a elevada taxa de glicólise *post-mortem*, causa rápida queda no pH muscular podendo atingir valores inferiores a 5,5 (Ramos e Gomide, 2017). Deste modo, a carne é classificada como PSE, obtendo altos valores de gotejamento, e ainda, pode absorver um maior volume de água durante o processo de abate que será liberada no gotejamento (Gotardo et al., 2015), apresentando alterações nas razões das cores e afetando a força de cisalhamento (Kanani et al., 2017).

Ao contrário, a carne escura, dura e seca (DFD) também pode ser observada em aves e está relacionada ao estresse crônico que precede ao abate (Ramos e Gomide, 2017). Essa condição pode ocorrer nas etapas de coleta, embarque, transporte de longas distâncias, superlotação, cansaço, maus tratos (Adzitey e Nurul, 2011), e sob condições de alta umidade

relativa do ar e baixas temperaturas ambientes, principalmente se as aves forem submetidas ao estresse por frio (Freitas et al., 2017). A carne do tipo DFD não promove uma queda de pH apropriada, e mantém próximo ao valor fisiológico (pH > 6,0), havendo pouca desnaturação proteica, principalmente das miofibrilares, que apresentam elevada solubilidade, mantendo a água dentro das células (Ramos e Gomide, 2017).

Quando os frangos de corte são expostos a estresse crônico, a energia necessária para a conversão do músculo em carne é utilizada no processo de adaptação a nova condição. Aliado a isso, a ausência do glicogênio armazenado no músculo afeta o processo normal de acidificação da carne (Adzitey e Nurul, 2011), propiciando uma textura firme, aparência escura e uma menor taxa de perda por gotejamento (Gotardo et al., 2015).

Inúmeros fatores podem afetar a qualidade da carne de frangos durante o manejo na fase de criação (Mendes e Komiyama, 2011). Desta forma, manter as condições confortáveis no interior dos aviários é um dos principais desafios enfrentados pelos produtores, principalmente em regiões de climas quentes, onde o microambiente não é sempre compatível com as necessidades fisiológicas das aves (Zeferino et al., 2015).

Nesse sentido, a qualidade da carne pode ser comprometida pela temperatura ambiente e a qualidade da cama. Camas reutilizadas mal manejadas tendem a apresentar maior incremento de amônia (Diniz et al., 2014). E a altas concentrações de amônia no ambiente promove elevação do nível de estresse das aves, intensificando a glicólise e consequentemente a queda do pH e aumento das perdas por gotejamento, promovendo modificação na resistência das fibras musculares. Essas alterações podem influenciar a cor da carne, principalmente nos filés de peito, que apresentaram maiores teores de luminosidade (L*) e amarelo (b*) e menores teores de vermelho (a*), mas se a umidade do ambiente estiver abaixo de 35%, os valores de a* tendem a se elevar acima dos parâmetros normais, intensificando os efeitos negativos relacionados às altas concentrações de amônia (Wei et al., 2014).

Esses fatores estão relacionados diretamente ao nível de estresse sofrido pelas aves, além de reduzir o índice de produtividade, diminui a capacidade antioxidante do músculo e do sangue (Wei et al., 2014), afetam a oxidação lipídica que é um dos principais motivos de deterioração da qualidade da carne e promove mudanças adversas de sabor, cor e textura (Kanani et al., 2017). Assim, os ácidos graxos poli-insaturados, presentes nas membranas das células, podem ser oxidados por peroxidação enzimática ou auto-oxidação, mediante reações que envolvam radicais livres. O excesso de radicais livres pode conduzir a uma reação em cadeia descontrolada aumentando a oxidação lipídica (Silva et al., 2002).

Assim, o ambiente de produção exerce papel fundamental na avicultura moderna, que busca alcançar alta produtividade, em espaço físico e tempo relativamente reduzido (Amaral et al., 2010). Portanto, a variação ambiental e climática deve ser avaliada, já que afeta o bem-estar das aves, aumentam os índices de estresse e influenciam diretamente nos parâmetros qualitativos da carne de frango, modificando as características físico-química e sensorial da carne (Freitas et al., 2017).

## 6. Tratamentos da cama de frango para reduzir a incidência de pododermatite e melhorar os parâmetros qualitativos da carne

A reutilização da cama por vários lotes subsequentes é imprescindível para a avicultura de corte. Contudo, a utilização de algum tipo de tratamento com o intuito de reduzir a carga bacteriana é fundamental, para que isto não seja a causa de contaminação dos lotes sequenciais. Existem diversas metodologias disponíveis para conseguir este propósito, sendo as principais a fermentação, utilização de condicionadores químicos (Dai Prá e Roll 2014) e microrganismos benéficos (Otutumi et al., 2013).

A fermentação consiste em utilizar lona sobre o substrato utilizado como cama, com o propósito de elevar a temperatura por um determinado período, reduzindo assim o número de

microrganismos presentes na cama, devido à interação entre os parâmetros físico-químicos (Mesa et al., 2016). Esse processo torna o meio viável para reduzir a contaminação microbiológica e possibilitar a reutilização da cama e futuro uso como adubo (Munaretto, Yonkos e Aga, 2016).

O uso de tratamento com microrganismos benéficos depende da atuação destes sobre as excretas e matéria orgânica presentes na cama. Estes microrganismos competem por substrato com as bactérias presentes e consequentemente diminuem as bactérias produtoras de amônia, melhorando as condições ambientais dentro do aviário (Roll et al., 2008). A utilização deste tratamento promove menor condenação por calos de pés e dermatoses, o que perante as agroindústrias implica em melhor aproveitamento e rendimento de carcaças (Otutumi et al., 2013).

Quanto ao uso de tratamentos à base de compostos químico, são eficazes para melhorar a qualidade da cama. Estes compostos promovem alterações biológica na cama, absorvem a umidade (Ritz, Fairchild e Lacy, 2009), inibem a volatilização de amônia ($NH_3$), mantendo-a na forma não volátil de íons amônio ($NH_4^+$) devido a diminuição das bactérias produtoras de enzima urease em toda as camas tratadas (Cook et al., 2011), reduzindo também as concentrações de bactérias de característica patogênicas, e diminuindo o desafio sanitário para lotes sequenciais (Ritz, Fairchild e Lacy, 2009).

Os modificadores de pH podem ser compostos por silicato de alumínio, óxido de alumínio, sílica, dióxido de silício, gesso, bissulfato de sódio ou sulfato de alumínio (Roll, Dai Prá e Roll, 2011), ou mesmo a base de cal ou bentonita (mistura de argilas). Estes condicionadores químicos principalmente a base de argila, permitem uma redução da umidade da cama em diferentes tipos de materiais, não interferindo nos resultados de produção do lote (Taherparvar et al., 2016).

Compostos a base de argila retém de 5 a 10 vezes mais a umidade da cama comparado com a utilização de cal, devido aos poros da argila serem de menor tamanho e numericamente maiores (Ritz, Fairchild e Lacy, 2009). O filossilicato expandido (argila) absorve as moléculas de água e não as deixam disponíveis na cama, retendo a umidade do meio, evitando assim o emplastamento e melhorando a sua qualidade (Andrade et al., 2016).

A utilização de condicionadores químicos como o sulfato de cálcio associado ao filossilicato é eficaz na absorção de umidade e no controle de bactérias, principalmente de enterobactérias presente na cama, nas primeiras semanas de criação (Lucca et al., 2012). Estes compostos modificadores de pH melhoram o ambiente de criação, com resultados positivos em relação a produtividade (Sahoo et al., 2016). Portanto, tratar a cama de frango é importante para garantir um melhor desempenho e altos indicadores de qualidade dos produtos cárneos, sem afetar o bem-estar do frango de corte (Moura et al., 2010).

Nesse sentido, proporcionar uma relação entre o bem-estar das aves e os parâmetros qualitativos de carne é uma estratégia para a produção avícola (Bonamigo, Bonamigo e Molento, 2012), como utilizar o tratamento na cama, pois além de ser eficaz no controle de patógenos e suas característica físico-química da cama também melhora o ambiente de criação (Sahoo et al., 2016), pois quando a cama apresenta parâmetros qualitativos desejáveis reduz a incidência de pododermatite, além de não promover associações negativa ao desempenho e sobre as características qualitativas a carne de frangos de corte (Jong et al., 2014).

O bem-estar dos frangos de corte pode ser alterado por diversos fatores durante o ciclo produtivo, e a cama tem relação direta, pois deve proporcionar o mínimo possível de bem-estar às aves. Contudo, pode atuar de forma negativa principalmente durante a sua reutilização caso demostre características indesejáveis, podendo desencadear o aumento de lesões de pata, alterar a homeostase das aves e influenciar os parâmetros qualitativos da carne.

Desse modo, o uso de tratamento na cama se demonstra eficaz, em razão da sua ação em absorver a umidade, reduzir o emplastamento da cama e a emissão de gases melhorando as características físicas e químicas da cama e consequentemente o microambiente durante o ciclo produtivo. Assim, proporciona maior conforto as aves, reduz o índice de lesões de pata e proporciona características qualitativas desejáveis à carne.

## 7. Referencial bibliográfico


ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G: Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia,** 40:p.1-14, 2011.

ABREU, V. M. N. et al. Evaluation of litter material and ventilation systems in poultry production: III. Litter reuse, darkling beetle populations and intestinal parasites. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(6):1372-1380, 2011.

ABPA-Associação Brasileira de proteína Animal. **Relatório Anual Das Atividades De 2017**. Disponível em <http://www.abpa-org.br>, 2017, acesso em 30 Agosto de 2017.

ABPA-Associação Brasileira de proteína Animal. **Protocolo de Bem-Estar para Frangos de Corte.** Disponível em <http://www.abpa-br.org>, 2016, acesso em 15 de fevereiro de 2017.

ADZITEY, F.; NURUL, H: Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences - a mini review**. International Food Research Journal,**18:11-20, 2011.

AMARAL, A. G. et al. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** 63(3):649-658, 2011.

ANDRADE, A. C. F. et al. Resposta físico-química da cama de frango submetida a condicionador químico. **Revista avisite,**107(IV):24-26, 2016.

BENEVIDES, W. S. et al. Study of animal welfare through analysis and comparison of the presence of foot pad dermatitis in broilers raised in controlled environments in Brazil and Spain. **Revista brasileira de higiene e sanidade animal,**10(3):330 – 350, 2016.

BERNHART, M.; FASINA, O. O: Moisture effect on the storage, handling and flow properties of poultry litter. **Journal of Waste Management,** 29:1392–1398, 2009.

BILGILI, S. F. et al. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research,** 18:583–589, 2009.

BONAMIGO, A.; BONAMIGO, C. B. S. S.; MOLENTO, C. F. M: Atribuições da carne de frango relevantes ao consumidor: foco no bem-estar animal. **Revista Brasileira de Zootecnia,** 41(4):1044-1050(7) 2012.

BOWKER, B.; ZHUANG, H: Relationship between water-holding capacity and protein denaturation in broiler breast meat. **Poultry Science**, 94:1657–1664, 2015.

BRASIL-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do agronegócio, Brasil 2014/15 a 2024/25, projeções de longo prazo. **Biblioteca nacional de agricultura – BINAGRI,** 2015.

COOK, K. L. et al. Evaluation of nitrogen retention and microbial populations in poultry litter treated with chemical, biological or adsorbent amendments. **Journal of Environmental Management,** 92:1760-1766, 2011.

CHINIVASAGAM, H. N. et al. On-farm Campylobacter and Escherichia coli in commercial broiler chickens: Re-used bedding does not influence *Campylobacter* emergence and levels across sequential farming cycles. **Poultry Science,** 95:1105–1115, 2016.

CLARK, S. et al. Pododermatitis in Turkeys**. American Association of Avian Pathologists,** 46(4):1038-1044, June, 2002.

CRIPPEN, T. L. et al. Poultry litter and the environment: Physiochemical properties of litter and soil during successive flock rotations and after remote site deposition. **Science of the Total Environment,** 553: 650–661, 2016.

CRISTO, et al. Effect of housing density on pododermatitis incidence and bone characteristics in broilers reared in "Dark House " system. **Revista brasileira de saúde e produção animal**, 18(1):161-173, 2017.

DAI PRÁ, A. M.; ROLL, B. F. V: Cama De Frangos De Corte-Materiais Reutilização E Destino. Seminário Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde - **AMEVEA**, Bogotá D.C. Junior 17-19, 2014.

DINIZ, T. T. et al. Effect of environmental temperature and reuse of bed on broiler meat quality. **Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**, 9:218-226, 2014.

DINIZ, T. T: Avaliação da temperatura ambiente de criação e da reutilização da cama no desempenho e na qualidade da carne de frango. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 55 p. Jaboticabal, Sp, 2013.

DOWNING, J. A.; KERR, M. J.; HOPKINS, D. L: The effects of pre-transport supplementation with electrolytes and betaine on performance, carcass yield and meat quality of broilers in summer and winter. **Livestock Science,** 205:16–23, 2017.

DUNLOP, M. W. et al. The multidimensional causal factors of 'wet litter' in chicken-meat production. **Science of the Total Environment,** 562:766-776, 2016.

DUNLOP, M. W.; BLACKALL, P. J.; STUETZ, R. M: Water addition, evaporation and water holding capacity of poultry litter. **Science of the Total Environment,** 538:979–985, 2015.

ERTBJERG, P.; PUOLANNE, E: Muscle structure, sarcomere length and influences on meat quality: A review**. Meat Science**,132:139–152, 2017.

FURTADO, D. A. et al. Índices de Conforto Térmico e Concentração de Gases em Galpões Avícolas no Semiárido Paraibano. **Engenharia Agricola,** 30(6):993-1002, 2010.

FRANÇA, L. G. F. et al. Caracterização de fatores que influenciam a emissão de amônia pelos dejetos de galinhas poedeiras e proposição de um score para o Potencial máximo de emissão. XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – **CONBEA**, 27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil.

FREITAS, A. S. et al. Pale, Soft and Exudative (PSE) and Dark, Firm and Dry (DFD) Meat Determination in Broiler Chicken Raised Under Tropical Climate Management Conditions. **International Journal of Poultry Science,** 16:81-87, 2017.

GARAFFA, A. F.; GAI, V. F: Influência da idade da cama na ocorrência de pododermatite em frangos de corte. **Revista cultivando o saber**, Edição Especial:132 -139, 2016.

GARCÊS, A. P. J. T. et al. Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 2. Productive performance and carcass characteristics. **Journal Trop Anim Health Prod**, 49:369–374, 2016.

GARCÊS, A. et al. Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 1. Litter characteristics and quality. **Journal of Applied Poultry Research**, 22:168–176, 2013.

GARCIA, R. G. et al. Litter materials and the incidence of carcass lesions in broilers chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 14(1):219-224, 2012.

GARCIA, R. G. et al. Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** 12(4):233-237, 2010.

GOTARDO, L. et al. Cyclic Heat Stress in Broilers and Their Effects on Quality of Chicken Breast Meat. **Acta Scientia e Veterinariae,** 43:1-5, 2015.

HASHIMOTO, S. et al. Relationship between severity of footpad dermatitis and carcass performance in broiler chickens. **Journal of Veterinary Medical Science,** 75:1547-1549, 2013.

HUGHES, J. et al. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. **Meat Science,** 98:520-532, 2014.

JACOB, F. G. et al. The use of infrared thermography in the identification of pododermatitis in broilers. **Engenharia Agrícola,** 36(2):253-259, 2016.

JONG, I. C.; GUNNINK, H.; VAN HARN, J: Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. **Poultry Science**, 23:51–58, 2014.

KANANI, P. B. et al. Effect of dietary turmeric and cinnamon powders on meat quality and lipid peroxidation of broiler chicken under heat stress condition. **Veterinary Research Forum,** 8:163–169, 2017.

KAUKONEN, E.; NORRING, M.; VALROS, A: Effect of litter quality on foot pad dermatitis, hock burns and breast blisters in broiler breeders during the production period. **Journal Avian Pathology,** 45(6):667-673, 2016.

KATUKURUNDA, K. G. S. C. et al. A quality enhancement green strategy for broiler meat by application of turmeric (*curcuma longa*) powder as litter amendment to affect microbes, ammonia emission, pH and moisture. **Potravinarstvo Scientific Journal for Food Industry,** 10(1):452-457, 2015.

KERTH, C. R: **The science of meat quality.** Texas: Oxford Wiley Publishing: 1°edition, 2013, 302p.

LARA, L. J.; ROSTAGNO, M. H: Impact of Heat Stress on Poultry Production**. Animals,** 3:356-369, 2013.

LUCCA, W. et al. Efeito De Diferentes Tratamentos Químicos Em Cama Para Aves De Corte. **Revista Agrogeoambiental,** 4(1):25-31, 2012.

MARTRENCHAR, A. et al. Risk factors for footpad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. **Preventive Veterinary Medicine,** 52:213–226, 2002.

MARTINS, R. S.; HÖTZELA, M. J.; POLETTO, R: Influence of in-house composting of reused litter on litter quality, ammonia volatilisation and incidence of broiler foot pad dermatitis. **British Poultry Science,** 54(6):669-676, 2013.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M: Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia,** 40:352-357(supl. Especial), 2011.

MESA, D. et al. Influence of Covering Reused Broiler Litter with Plastic Canvas on Litter Characteristics and Bacteriology and the Subsequent Immunity and Microbiology of Broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science,** 18(4):563-572, 2016.

MILICEVIC, D. et al. Physicochemical and functional properties of chicken meat. **Procedia Food Science,** 5:191-194, 2015.

MILES, D. M. et al. Ammonia and Nitrous Oxide Emissions from a Commercial Broiler House. **Journal of Environmental Quality,** 43: 1119-1124, 2014.

MILES, D. M.; BROOKS, J. P.; SISTANI K: Spatial contrasts of seasonal and intraflock broiler litter trace gas emissions, physical and chemical properties. **Journal of Environmental Quality,** 40(1):176-87, 2011.

MOURA, D. J. et al. Estratégias e instalações para melhorar o bem-estar dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia,** 39 supl.spe, 2010.

MUNARETTO, J. S.; YONKOS, L.; AGA, D. S: Transformation of ionophore antimicrobials in poultry litter during pilot-scale composting. **Journal of the Environmental Pollution,** 212:392-400**,** 2016.

NÄÄS, I. A. et al. Qualidade da cama de frango em aviários convencional e em tipo túnel. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistema**s, 1(2):103:115, 2007.

NAZARENO, A. C: Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13(6):802–808, 2009.

NISHIMURA, T: Role of extracellular matrix in development of skeletal muscle and postmortem aging of meat. **Meat Science**, 109:48–55, 2015.

NOLLET, L. M. L.; TOLDRA, F: **Handbook of Food Analysis.** Third Edition, publisher CRC Press, v.1, 2015.1568p.

OIE - word organization for animal health. **Introduction to the recommendations for animal welfare.** Terrestrial Animal Health Code, section 7, France, 2016.

OLIVEIRA, P. A. V.; MONTEIRO, A. N. T. R: Emissão de amônia na produção de frangos de corte. In: Conferência Facta, Campinas, 2013. Anais...Campinas: Facta, 2013. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91032/1/final7197.pdf>acesso:30 janeiro 2018.

OTUTUMI, L. K. et al. Efeito de micro-organismos benéficos no tratamento da cama de frango. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 16(2):121-127, 2013.

PEARCE, K.L. et al. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review. **Meat Science,** 89:111-124, 2011.

PEREIRA, T. L. et al. The effect of transport density and gender on stress indicators and carcass and meat quality in pigs. **Spanish Journal of Agricultural Research,** 13:11, 2015.

PETRACCI, M.; CAVANI, C: Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues. **Nutrients,** 4:1-12, 2012.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M: **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias.** 2. Ed. rev. e ampl., Editora UFV, 2017. 473p.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M: **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias.** 1. Ed. 2° reimpressão., Editora UFV, 2012. 599p.

RITZ, C.W.; FAIRCHILD, B. D.; LACY, M. P: Litter quality and broiler performance. **Cooperative Extension Service-The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences**, Bulletin 1267, 2009.

ROCHA, J. S. R.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C: Aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciência Veterinária nos Trópicos,** 11:49-55, 2008.

ROLL, V. F. B.; DAI PRÁ, M. A.; ROLL, A. P: Research on Salmonella in broiler litter reused for up to 14 consecutive flocks. **Poultry Science,** 90:2257-62, 2011.

ROLL, V. F. B. et al. Condição microbiológica de cama tratada com Impact P® em matrizes de frangos de corte. **Ciência Rural,** 38(9):2650-2653, 2008.

ROQUE-SPECHT, V, F: Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. **Revista brasileira de agrociência,** 15(1-4):77-81, 2009.

SAHOO, S. P: Effect of chemically amended litter on litter quality and broiler performance in winter. **Journal Of Applied Animal Research,** 45(1): 533–537, 2016.

SAMUEL, D. D. et al. Influence of growth rate on occurrences of palemuscle in broilers. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** 92:78–83, 2012.

SANTANA, I. K. S: Emissões de gases de efeito estufa e amônias oriundas da criação de frangos de corte em múltiplos reúsos da cama. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2016, 128 p.

SANTOS, R. L.; NUNES, V. A.; BAIÃO, N. C: Contact pododermatitis in broilers. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** 54(6), 2002.

SILVA, D. C. F.; ARRUDA, A. M. V.; GONÇALVES A. A: Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. **Journal of Food Science and Technology,** 54(7):1818–1826, 2017.

SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C: Ambiência Animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: O caso da avicultura de corte brasileira- revisão bibliográfica. **Archivos de Zootecnia,** 59:113-131, 2010.

SILVA, R. R. et al. Efeito de flavonóides no metabolismo do ácido araquidônico. **Medicina,** 35:127-133, 2002.

SILVA, V. S: Estratégia Para Reutilização De Cama De Aviário. **Conferência Facta de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 255-263, 2011.

SHEPHERD, E. M.; FAIRCHILD, B. D: Footpad dermatitis in poultry. **Journal of Poultry Science,** 89:2043–2051, 2010.

SOLIMAN, E. S.; MOAWED, S. A.; HASSAN, R. A: Influence of microclimatic ammonia levels on productive performance of different broilers' breeds estimated with univariate and multivariate approaches. **Veterinary World,** 10(8):880-887, 2017.

SWIATKIEWICZ, S.; ARCZEWSKA-WLOSEK, A.; JOZEFIAK, D: The nutrition of poultry as a factor affecting litter quality and footpad dermatitis – an updated review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,** 1111:12630, 2016.

TAHERPARVAR, G. et al. Effect of litter treatment on growth performance, intestinal development, and selected cecum microbiota in broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 45(5):257-264, 2016.

TAIRA, K. et al. Effect of Litter Moisture on the Development of Footpad Dermatitis in Broiler Chickens. **Journal of Veterinary Medical Science,** 76:583-6, 2013.

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

TAN, G. Y. et al. Effects of different acute high ambient temperatures on function of hepatic mitochondrial respiration, antioxidative enzymes, and oxidative injury in broiler chickens. **Poultry Science,** vol. 89(1):115–122, 2010.

UBABEF - união brasileira de avicultura. **Avicultura Brasil.** Disponível em http:// <www.abpa-br.com.br>, 2012, acesso em 16 de fevereiro de 2017.

VALE, M. M. et al. Effect of a simulated heat wave in thermal and aerial environment broiler-rearing environment. **Engenharia Agrícola,** 36(2): 271-280, 2016.

VIEIRA, M. F. et al. Sanitary quality of broiler litter reused. **Journal of the Brazilian Association of Agricultural,** 35(5):800-807, 2015.

VIRTUOSO, M. C. S. et al. Reutilização Da Cama De Frango. **Revista Eletrônica Nutritime**,12(02):3964– 3979, 2015.

WARRISS, P. D: **Meat science: an introductory text.** New York: CABI Publishing, 2000. 314p.

WEI, F. X. et al. Antioxidant capacity and meat quality of broilers exposed to different ambient humidity and ammonia concentrations. **Genetics and Molecular Research,** 13:3117-3127, 2014.

ZEFERINO, C. et al. Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. **Animal,** 10:163-171, 2016.

ZHANG, C. et al. Effect of dietary resveratrol supplementation on meat quality, muscle antioxidative capacity and mitochondrial biogenesis of broilers. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** 97(13), 2017.

ZHANG, H. F. et al. Effect of Alum-Amended Litter and Stocking Density on Ammonia Release and Footpad and Hock Dermatitis of Broilers. **Agricultural Sciences in China,** 10(5):777-785, 2011.

ZHANG, Z. Y. et al. Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat. **Poultry Science,** 91(11):2931–2937, de 2012.

## CAPÍTULO II:

QUALIDADE DE CARNE E OCORRÊNCIA DE PODODERMATITE EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM CAMA COM ACIDIFICANTE EM DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS

# QUALIDADE DE CARNE E OCORRÊNCIA DE PODODERMATITE EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM CAMA COM ACIDIFICANTE EM DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS

**RESUMO:**

Objetivou-se avaliar a influência de diferentes períodos sazonais e o uso de tratamento químico com características acidificantes na qualidade física da cama, ocorrência de pododermatite e qualidade de carne de frangos de corte. Foram avaliados quatro períodos sazonais utilizando quatro aviários por ciclo produtivo com densidade de criação de 12 aves/$m^2$. A cama de casca de arroz foi tratada com sulfato de cálcio ativado com ácido sulfúrico e filossilicato expandido, aplicado na superfície da cama em cada ciclo. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 (períodos sazonais e tratamentos de cama) para a avaliação dos parâmetros qualitativos e análise sensorial da carne, esquema de parcela subdividida no tempo com fatorial na parcela 5x2 (avaliações de cama e tratamentos de cama) para as avaliações de umidade e temperatura superficial da cama e utilizou dois tratamentos (cama acidificada e cama sem tratamento) e diferentes períodos sazonais (1º ao 4º período) para as avaliações de pododermatite. Os dados com distribuição normal foram avaliados pela Anova e com os testes Scott-Knott e Tukey (5%). Os resultados de pododermatite foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis e ao teste Qui-quadrado de Parsson (5%). O condicionador químico é eficaz em adsorver a umidade da cama durante períodos com elevado índice pluviométricos, reduz a ocorrência de pododermatite aos 28 dias de vida das aves em diferentes períodos, porém aos 42 dias somente em períodos com precipitação, e não influencia os parâmetros qualitativos e sensoriais da carne. As caracteristicas qualitativa da carne se altera quando os frangos são criados em períodos com elevadas temperatura ambiente e umidade relativa do ar. O 2º período promoveu modificação na aparência e na qualidade do aroma da carne de frango de corte. Conclui-se que o uso do acidificante reduz a incidência de pododermatite durante períodos de elevada pluviosidade e que períodos com elevadas temperatura ambiental e umidade relativa do ar desencadeia estresse as aves que resulta em maior incidência de lesões podais e altera as características qualitativas de carne.

Palavras chaves: coloração da carne, estresse ambiental, parâmetros sensoriais.

# QUALITY OF MEAT AND THE FOOTPAD DERMATITIS INCIDENCE IN BROILERS CREATED IN LITTER WITH ACIDIFIER IN DIFFERENT SEASONAL PERIODS.


## Abstract

Objective to evaluate the influence of different seasonal periods and the use of chemical treatment with acidifying features on physical quality of litter, the footpad dermatitis incidence and meat quality of broilers. Four seasonal periods were evaluated using four aviaries by productive cycle with density of creation of 12 birds/m². The litter of rice husk has been treated with calcium sulfate activated with sulfuric acid and expanded filosilicate, applied on the surface of the litter in each cycle. Was used completely randomized design in factorial 4x2 (four seasonal periods and two treatments of litter) for the evaluation of qualitative parameters and sensory analysis of the meat, subdivided parcel scheme in time with factorial on parcel 5x2 (five evaluations of litter and two litter treatments) for evaluations of moisture and surface temperature of the litter and used two treatments (acid litter and litter without treatment) and seasonal periods (1st to 4th period) for evaluations of footpad dermatitis. The data with normal distribution were assessed by Anova and with the Scott-Knott test and Tukey (5%). The results of footpad dermatitis were submitted to the Kruskal-Wallis test and qui-square test of Parsson (5%). Chemical conditioner is effective in adsorb moisture from the litter during periods of high rainfall index, reduces the of the footpad dermatitis to 28 days of life of broiler in different periods, but at 42 days only in periods with precipitation, and not influences the qualitative and sensory parameters of meat. The qualitative characteristics of the meat changes when the broiler are raised in periods with high temperature and relative humidity. The 2nd period promoted change in appearance and quality of the aroma of broiler meat. It is concluded that the use of acidifying reduces the incidence of footpad dermatitis during periods of high rainfall and that periods with high ambient temperature and relative humidity triggers stress the broiler which results in a higher incidence of footpad injuries and alters the qualitative characteristics of meat.



Keywords: environmental stress, objective color, sensory parameters.

## 1. Introdução

O bem-estar dos frangos de corte tornou-se uma questão de grande preocupação na produção avícola, e representa uma exigência básica para elevar a eficiência e a produtividade do sistema, além de reduzir os efeitos negativos relacionados à qualidade do produto final. Nesse sentido, a busca por conhecimento dos fatores que afetam a produtividade e altera o bem-estar é de suma importância, visto que, o comportamento dos frangos de corte é fortemente influenciado pelo ambiente de criação com efeito direto sobre a saúde das aves. Portanto, é necessário compreender o ambiente circundante às aves, os relacionarem ao seu comportamento, incluindo estudos que impliquem ao ambiente e otimização dos custos de produção para melhorar o sistema produtivo e o bem-estar dos frangos de corte (Moura et al., 2010).

Nesse contexto, os fatores climáticos podem alterar negativamente o bem-estar, pois comprometem as funções vitais das aves, altera a sua homeostase e a produtividade do sistema (Lara e Rostagno, 2013), em razão das características climáticas apresentarem uma correlação com o microclima interno do aviário e promoverem alterações nos parâmetros qualitativos da cama de frango (Miles, Brooks e Sistani, 2011).

A combinação dos elementos climáticos e a cama de frango influencia a qualidade do ambiente interno dos aviários, pois afeta diretamente a sensibilidade física e térmica das aves. E a associação entre alta temperatura ambiental, teor de umidade da cama (Moura et al., 2010), elevada umidade relativa do ar, excessiva densidade de criação e acúmulo de excreta na cama (Benevides et al., 2016) proporcionam desconforto às aves, em razão da maior degradação do ácido úrico que é convertido pela enzima uréase presente nas excretas em amônia (Soliman, Moawed e Hassan, 2017), pela pior qualidade da cama e do ar.

Altas concentrações de amônia ao ser inalado pelas aves podem reduzir significativamente a capacidade antioxidante, promovendo estresse oxidativo nos tecidos

musculares e assim modificar os parâmetros qualitativos da carne (Wei et al., 2014). Além de ser um agravante na ocorrência de pododermatite que tem relação direta com as características físico-químicas da cama de frango.

A pododermatite é uma consequência do excesso de umidade da cama pelo emplastamento da mesma. Além disso, as lesões de patas são reconhecidas como um indicador de bem-estar na produção e na ocorrência de perdas econômicas adversas (Dunlop et al., 2016). As lesões ocorrem em função do constante contato das patas com a cama, e altera o comportamento, causando desconforto grave as aves.

Portanto, medidas de manejo podem ser consideradas estratégias para minimizar os efeitos do estresse ambiental sobre as aves. E uma alternativa é o uso de tratamento de cama com composto químico, com característica acidificante e a base de argila, que melhora as respostas físico-químicas da cama, em razão das partículas de argila reter a umidade do meio não deixando a água disponível. Além de diminuir o pH da cama por aumentar a concentração de íons de hidrogênio (H+), e reduzir a produção de gás amônia (Andrade et al., 2016), mesmo que com as variações climáticas durante os diferentes períodos do ano, e minimiza a incidência de lesões podais e o estresse sofrido pelas aves, e consequentemente melhora as características qualitativa da carne em situações de produção comercial.

Diante disso, objetivou-se avaliar a influência de diferentes períodos sazonais e o uso de tratamento químico com características acidificantes na qualidade física da cama, ocorrência de pododermatite e qualidade de carne de frangos de corte.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Local e período experimental

O experimento foi realizado no município de Sinop-MT, e foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso Animal (CEUA), sob protocolo de nº. 26/2017 com duração no campo de 28

de março a 03 de novembro de 2015, período correspondente ao de criação de quatro ciclos de produção consecutivos de frangos de corte. Cada ciclo de produção foi conduzido em um período sazonal diferente. O primeiro ciclo teve duração de 28 de março a 09 de maio de 2015 (período de chuva), o segundo ciclo de 03 de junho a 15 de julho (período de transição chuva/seca), o terceiro ciclo de 30 de julho a 09 de setembro (período de seca) e o quarto ciclo de 30 setembro a 03 de novembro de 2015 (período de transição seca/chuva).

Em cada ciclo de produção foram utilizados os mesmos quatro aviários comerciais de pressão positiva, de alvenaria, com cobertura de alumínio, na dimensão de 1.716 m², pertencentes à mesma propriedade. Os aviários eram equipados com ventiladores, nebulizadores, comedouros automáticos tipo rosca sem fim com pratos e bebedouros tipo *nipple*. O material utilizado como cama foi de casca de arroz de sexta até a nona reutilização, sendo alojados 21.100 frangos da linhagem comercial Cobb® em cada aviário, na densidade de 12 aves/m².

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4X2 (períodos sazonais consecutivos de aplicação do composto químico na cama x cama acidificada e cama sem acidificação) para as avaliações dos parâmetros qualitativos e análise sensorial da carne de peito de frango avaliado aos 42 dias de idade, após os frangos serem submetidos ao processo de abate. Para as avaliações de umidade e temperatura superficial da cama utilizou o esquema de parcela subdividida no tempo, com fatorial na parcela 5x2 (coletas ao longo do período de criação dos frangos em cada aplicação do composto químico na cama x cama acidificada e cama sem acidificação) com 24 repetições por tratamento.

E para as avaliações de pododermatite foi utilizada uma distribuição diferenciada com a utilização de dois tratamentos de cama (cama acidificada e sem acidificação) com quatro

avaliações ao longo do período de criação (zero, 14, 28 e 42 dias de idade dos frangos), e entre os diferentes períodos sazonais (1º ao 4º período).

### 2.2 Acidificação da cama

O tratamento foi realizado na cama em dois dos quatros aviários com o produto Ecodry aves® com característica acidificante composto por 45% de sulfato de cálcio ativado com ácido sulfúrico, 28% de filossilicato expandido e 27% de material inerte, aplicado na superfície da cama, a lanço, manualmente em duas etapas.

Na primeira etapa, o produto foi aplicado dois dias antes do alojamento dos pintinhos na concentração de 700 g/m², somente na área do pinteiro, que correspondeu a metade do aviário (858 m²), devido ao método de manejo utilizado de pinteiro aberto. A segunda etapa de aplicação do produto ocorreu ao 12º dia de criação dos frangos, na qual foi aplicado 300 g/m² na outra metade do aviário. Com 14 dias de idade dos frangos, foi feito a retirada da divisória do pinteiro, sendo disponibilizado todo o aviário aos frangos. O tratamento da cama foi realizado a cada lote subsequente com o mesmo procedimento, para avaliar as características residuais do produto.

### 2.3 Ambiência interna dos aviários

Para obter os dados de ambiência interna durante o período experimental (Figura 1) foram instalados no interior dos aviários termohigrometros *datalogger* para obtenção dos dados de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e posteriormente foram calculados os índices de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo negro (ITGU). Esses termohigrometros *datalogger* (marca AKSO, modelo AK172) foram instalados no centro de cada aviário na altura dos frangos.

Para obtenção dos dados de temperatura de globo negro foi utilizado um termômetro *datalogger* com entrada para sonda externa (marca AKSO, modelo AK176) inserida no centro do globo negro, disposto no centro de cada aviário e na meia altura do frango, durante todo o período experimental. O índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado por meio da seguinte equação: ITU=Tbs + 0,36 Tpo – 330,08 em que Tbs – temperatura de bulbo seco, Tpo – temperatura de ponto de orvalho (Thom, 1958). O índice de temperatura de globo negro e umidade foram calculados por meio da seguinte equação: ITGU = Tgn + 0,36 Tpo – 330,08 em que: Tgn – temperatura do globo negro (K), Tpo – temperatura do ponto de orvalho (K) (Buffington et al., 1981).

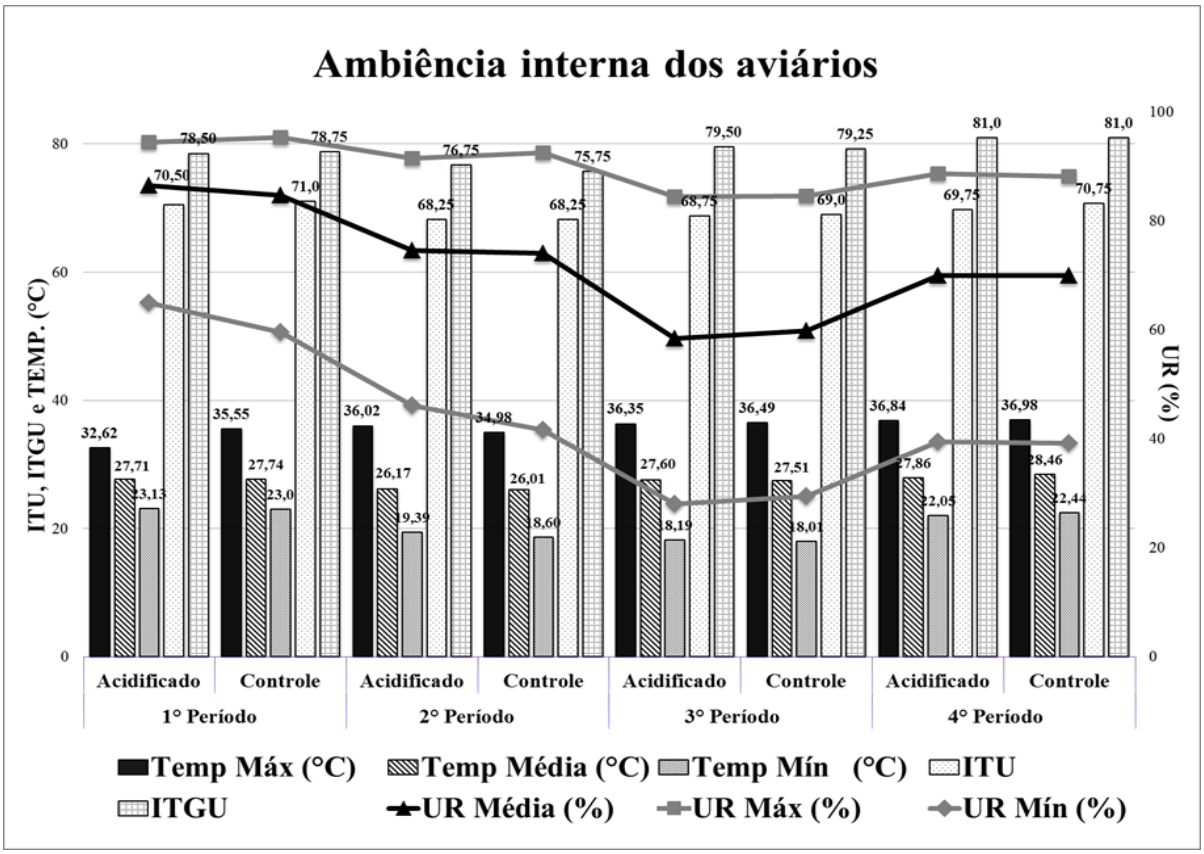

Figura 1: Ambiência interna dos aviários em cada tratamento de cama e períodos sazonais.

Para a caracterização climática do ambiente externo utilizou-se dados oriundos da Estação Meteorológica de Universidade Federal de Mato Grosso, *Câmpus* Universitário de Sinop, que durante o período experimental apresentaram médias de temperatura do ar 25,31,

24,80, 26,59 e 27,86 °C; umidade relativa do ar de 85,93, 71,12, 53,79 e 68,15% e com precipitação de 3,87, 0,36, 0 e, 1,81mm³, no 1º, 2º, 3º e 4º períodos do ano avaliados, respectivamente.

### 2.4 Avaliação da umidade e temperatura superficial da cama

Para a obtenção da umidade da cama primeiramente determinou-se 12 pontos fixos internos aos aviários para realizar as coletas de cama de frango durante os quatro períodos do ano. Essas coletas foram realizadas durante a criação dos frangos no pré-alojamento (antes de alojar os frangos e após a aplicação do acidificante na cama), 1, 14, 28 e 42 dias de idade das aves, diferenciando os pontos somente na coleta do dia 1 que foi realizado na área de pinteiro (metade do aviário) onde os frangos estavam alojados.

Em cada um dos 12 pontos coletou-se 250 g de cama amostrando toda a profundidade do perfil da mesma, que foram acondicionado em sacos plásticos identificados e posteriormente colocados em caixas térmicas e encaminhado para o laboratório de Nutrição Animal e Forragicultura da UFMT, Câmpus Universitário de Sinop. Assim, foi realizada a secagem parcial das amostras de cama em estufa de circulação de ar à 55 °C durante 72 horas. Sequencialmente, processou-se as amostras em moinho tipo faca reduzindo o tamanho das partículas que posteriormente foram secos em estufa à 105 °C durante 16 horas, e obteve-se a quantidade de umidade da cama em 24 amostras de cada tratamento segundo metodologia proposta por Detmann et al. (2012).

A mensuração da temperatura superficial da cama foi realizada nos mesmos pontos utilizados para a determinação da umidade, com o uso de um termômetro infravermelho com mira à laser (marca AKSO e modelo AK32), direcionado na superfície à 20 cm de distância e após a sua estabilização realizou a leitura da temperatura superficial nos mesmos 24 pontos para cada tratamento.

## 2.5 Avaliação de pododermatite

As avaliações das lesões podais ocorreram aos 14, 28 e 42 dias de idade da ave, com a verificação de cada pé, direito e esquerdo, em 800 aves por tratamento (cama acidificada e sem acidificação) em cada avaliação, nos quatro lotes consecutivos de aplicação do composto químico na cama. As lesões das patas foram classificadas da seguinte forma: (0) nenhuma lesão; (1) lesão menor que 25% na área do coxim plantar; (2) lesão entre 25 e 50% na área do coxim plantar; (3) lesão maior que 50% na área do coxim plantar (Figura 2) (Martrenchar et al., 2001).

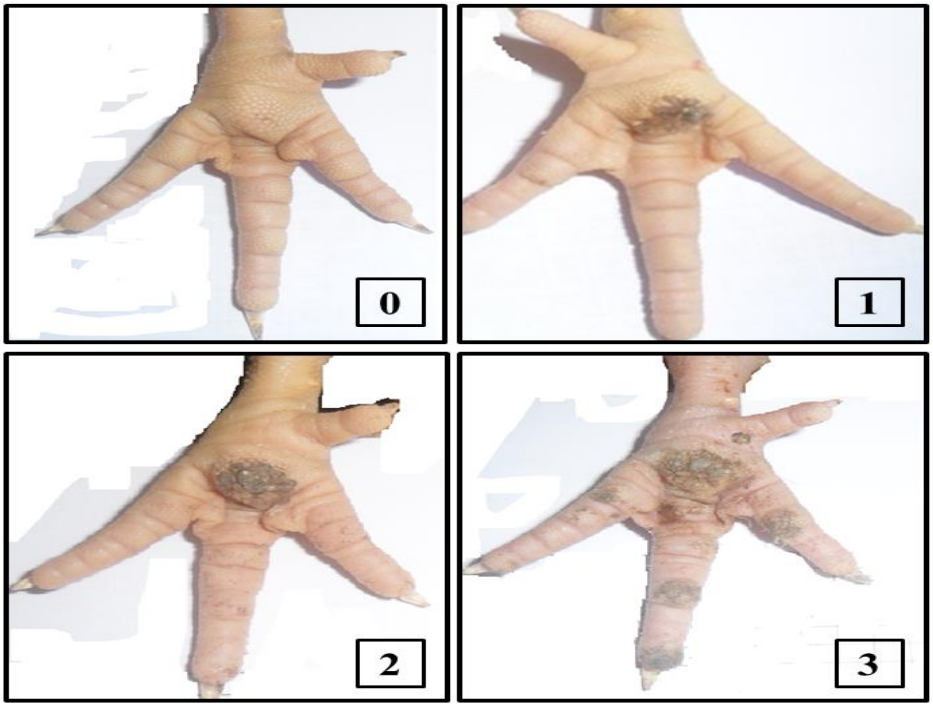


Figura 2: Graus de lesões de pododermatite.
O: nenhuma lesão; 1: lesão menor que 25% na área do coxim plantar; 2: lesão entre 25 e 50% na área do coxim plantar; 3: lesão maior que 50% na área do coxim plantar das (Fonte: Arquivo Pessoal).

## 2.6 Parâmetros qualitativos da carne de frango

Para as avaliações dos parâmetros qualitativos da carne de frango foram selecionados aos 42 dias de idade, no final do ciclo produtivo, 100 frangos machos, com o peso médio 2,480, 2,520, 2,447, e 2,565 kg, com variação de ± 10% da média, no 1°, 2°, 3° e 4° período

de aplicação do composto químico, respectivamente. Os frangos selecionados foram devidamente identificados com anilha numerada e submetidos ao jejum alimentar de seis horas na granja, acondicionadas em caixas plásticas com capacidade para oito aves e transportadas em caminhão pertencentes a empresa produtora de frangos. O tempo de transporte da granja até o frigorífico foi de uma hora e trinta minutos e as aves foram pesadas novamente e abatidas após a espera de duas horas e trinta minutos em plataforma de espera coberta e climatizada com o auxílio de ventiladores e nebulizadores.

Durante o manejo de abate, os frangos foram pendurados em gancho na linha de abate e insensibilizados por eletronarcose por imersão em cuba de água eletrificada (2,4 Amperes, 650 Hertz e 110 v). A escaldagem das carcaças foi feita em tanque de água com temperatura à 58 °C e duração de 2 minutos. A evisceração e retirada dos pés e cabeça após a depenagem foi realizada de forma automática. O resfriamento das carcaças foi realizado via água e teve duração de 17 minutos no pré *Chiller* à temperatura de 14 °C e *Chiller* com duração de 59 minutos à temperatura de 3,5 °C.

Após o resfriamento ocorreu o corte das carcaças e a desossa dos peitos na sala de corte do frigorífico. Os músculos *Pectoralis major* foram coletados, identificados, acondicionados em caixas térmicas com gelo e encaminhados para o Laboratório de Tecnologia de Alimento da Universidade Federal do Mato Grosso, *Câmpus* Universitário de Sinop. As amostras foram armazenadas em câmara BOD à temperatura de 5 °C. Após 24 horas *post mortem,* foram realizadas as análises de pH, cor e perda por exsudação no músculo *Pectoralis major, no* filé direito. O filé esquerdo foi congelado em *freezer* a -18 °C para posterior análise de perda por cocção e força de cisalhamento.

Os valores de pH foram mensurados utilizando peagâmetro digital (Homis, modelo 238) acoplado a uma sonda (Digimed, modelo CF1), com penetração diretamente no músculo *Pectoralis major*. Para avaliação da cor objetiva dos filés de peito utilizou o método CIELab,

com leitura de reflectância da luz em três dimensões, luminosidade (L*), índice de vermelho (a*) e índice de amarelo (b*) utilizando um colorímetro (colorímetro Minolta portátil, modelo CR400). Os filés foram expostos por 30 minutos ao ar livre à temperatura de 15ºC para a leitura da cor. A mensuração foi realizada em três pontos diferentes, na superfície ventral e no meio da seção cranial do músculo *Pectoralis major* (Van Laack et al., 2000).

Para a avaliação de perda por exsudação (*Drip loss*), os filés foram cortados em forma arredondada, sendo utilizada a parte da seção cranial do músculo *Pectoralis major*, com peso próximo a 100 g utilizando balança de precisão semi-analítica. As amostras foram colocadas em rede e depois suspensos em sacos plásticos inflados, para atuação da gravidade, por 48 horas à temperatura de 4 °C. Após esse período, as amostras foram pesadas novamente e a perda por exsudação foi calculada por diferença entre o peso inicial e peso final conforme a seguinte equação: PE = (Pf - Pi) x 100 / Pi, sendo que PE = perda de exsudato; Pf = peso final da amostra; Pi = peso inicial da amostra (Rasmussen & Anderson, 1996).

Para as avaliações de perda por cocção (PPC), os filés foram descongelados à temperatura de 5 °C em BOD por 24 horas, retirada a gordura e cartilagem e então pesados individualmente. E posteriormente foram colocados em embalagens plásticas, seladas a vácuo e cozidos em banho-maria à 85 ºC por 30 minutos. Após o cozimento, os filés foram retirados da embalagem e colocados sobre papel toalha, até atingir a temperatura ambiente e pesados novamente. A diferença entre o peso inicial (peito *in natura*) e final (peito cozido) convertidos a percentagem correspondeu à perda de peso por cocção (Honikel, 1987).

Os filés cozidos foram cortados em cinco retângulos de 1x1x2cm e submetidos à análise de força de cisalhamento no analisador de textura (TA XT-Plus *Texture Analyser 2i*, marca *Stable Micro System* (UK)), equipado com acessório *Warner-Bratzler*, com capacidade de 25 kg e velocidade do seccionador de 20 cm/min, com as fibras musculares posicionadas perpendicularmente a lâmina *Warner-Bratzler* (Wheeler, Koohmaraie e Shackelford, 1995).

### 2.6.2. Análise sensorial

A análise sensorial foi aprovada pelo o Comitê de Ética em pesquisa, sob protocolo de nº. 014756/2012 e obteve termo de consentimento para divulgação dos resultados pelos avaliadores. Para a realização das análises foram retirados aleatoriamente três peitos de frango por tratamento, totalizando 24 peitos, à partir dos quais foram coletados um *pool* das amostras para a avaliação microbiológica, sendo que a análise sensorial foi realizada somente após os resultados negativos para Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes.

Os filés armazenados em freezer -18 °C foram descongelados à temperatura de 5 °C por 24 horas em incubadora BOD. As amostras foram envoltas em cinco voltas completas de papel alumínio e espetadas com termômetro digital (Modelo 9791.16 e marca Incoterm), com penetração no centro do músculo *Pectoralis major*, e submetidos ao aquecimento em chapa elétrica com dupla resistência, regulado a 200 ºC, virado a cada três minutos, até atingir temperatura interna final de 85 ºC. Após isso, foram cortados em cubos e acondicionados em placas de petri e armazenados em estufa na temperatura 45–50 ºC e servidos aos provadores.

Os testes foram realizados por meio de três painéis sensoriais em dias consecutivos, nos horários das 14 às 16 horas, com os mesmos provadores em todos os painéis. Antes das análises, os provadores receberam instruções para a realização do teste. Cada provador recebeu amostras identificadas com números de três dígitos. Os parâmetros avaliados foram aparência, aroma, sabor, maciez, suculência, mastigabilidade e aceitação geral, por meio de escala não estruturada de nove pontos (Roça, Serrano e Bonassi, 1988).

Os parâmetros de qualidade sensorial relacionados à aparência, qualidade do aroma, qualidade do sabor e aceitação geral foram conduzidos seguindo a escala: 1 - muito ruim, 2 - ruim, 3 - moderadamente ruim, 4 - levemente ruim, 5 - nem ruim e nem bom, 6 - levemente bom, 7 - moderadamente bom, 8 - bom, 9 - muito bom. E para a maciez de 1 - extremamente macio (catupiri), 2 - muito macia, 3 - moderadamente macia, 4 - macia, 5 - nem macia nem

dura, 6 - levemente dura, 7 - moderadamente dura, 8 - muito dura, 9 - extremamente dura (bala soft).

Para a suculência seguiu-se a seguinte escala: 1 - extremamente seco, 2 - muito seco, 3 - moderadamente seco, 4 - levemente seco, 5 - nem seco nem suculento, 6 - levemente suculento, 7 - moderadamente suculento, 8 - muito suculento, 9 - extremamente suculento. E mastigabilidade variando de elástica, borrachenta, difícil de deglutir ao desintegrar facilmente na boca, fácil de deglutir.

### 2.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e os parâmetros de qualidade de carne e análise sensorial que apresentaram distribuição normal, foram avaliados por análise de variância e posteriormente ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando interação entre os diferentes períodos sazonais e o uso do condicionador químico para avaliar a ação residual do tratamento da cama. E os parâmetros de umidade e temperatura da cama também foram avaliados por meio da análise de variância, porém foram submetidos ao teste Tukey e análise de regressão a 5% de probabilidade segundo o Software SISVAR 5.6.

Os que não apresentaram distribuição normal, como o de ocorrência de pododermatite, foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis com comparações múltiplas com o método Simes-Hochberg a 5% de significância para as avaliações dos escores entre os tratamentos da cama (cama acidificada e cama sem acidificação), entre as idades e entre os períodos do ano. Também foi utilizado o teste de comparação de proporção independente junto ao teste Qui-quadrado de Parsson a 5% de significância para avaliar a proporção do grau de lesões entre os tratamentos da cama (cama com acidificação e sem acidificação) aos 42 dias de idade dos frangos, em razão de serem classificados como não paramétricos de acordo com o Software Action 3.3.2.

## 3. Resultados e discussão

Os diferentes períodos sazonais (1º ao 4º período) e o uso de acidificante como tratamento para a cama não apresentaram efeito de interação sobre os parâmetros qualitativos da carne de frango (Tabela 1).

Tabela 1: Efeito da acidificação da cama de frango em diferentes períodos sazonais sobre os parâmetros qualitativos da carne de frango

| Variáveis | | **Períodos sazonais (PS)** | | | | | Nível de Significância | | | **CV (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Acid.[1] | 1ª | 2ª | 3ª | 4ª | Média Acid. | PS[4] | Acid. | DxA | |
| pH | Com[2] | 6,22 | 5,88 | 5,90 | 5,92 | 5,99[b] | <0,0001 | 0,0125 | 0,0858 | **3,58** |
| | Sem[3] | 6,25 | 5,85 | 5,90 | 5,81 | 5,94[a] | | | | |
| | Média | 6,24[C] | 5,87[A] | 5,95[B] | 5,86[A] | | | | | |
| L*[5] | Com | 45,32 | 47,75 | 46,21 | 48,49 | 46,99 | <0,0001 | 0,4646 | 0,7181 | **4,61** |
| | Sem | 45,10 | 48,19 | 46,43 | 48,71 | 47,15 | | | | |
| | Média | 45,21[A] | 47,95[C] | 46,32[B] | 48,60[D] | | | | | |
| Cor a*[6] | Com | 3,37 | 3,00 | 3,44 | 3,80 | 3,40[a] | <0,0001 | 0,0284 | 0,7155 | **24,61** |
| | Sem | 3,44 | 2,99 | 3,79 | 4,00 | 3,59[b] | | | | |
| | Média | 3,41[B] | 2,99[A] | 3,62[B] | 3,90[C] | | | | | |
| b*[7] | Com | 2,32 | 3,80 | 4,61 | 3,65 | 3,65[a] | <0,0001 | 0,0001 | 0,3247 | **36,27** |
| | Sem | 2,86 | 4,81 | 4,92 | 3,99 | 4,19[b] | | | | |
| | Média | 2,58[A] | 4,26[C] | 4,76[D] | 3,82[B] | | | | | |
| *PE*[8] (%) | Com | 2,86 | 3,55 | 3,57 | 3,18 | 3,31 | <0,0001 | 0,4283 | 0,3022 | **25,91** |
| | Sem | 2,67 | 3,55 | 3,76 | 3,39 | 3,37 | | | | |
| | Média | 2,77[A] | 3,55[C] | 3,67[C] | 3,29[B] | | | | | |
| PPC[9] (%) | Com | 24,44 | 26,00 | 25.64 | 26,92 | 25,79 | <0,0001 | 0,9072 | 0,7232 | **11,20** |
| | Sem | 23,95 | 26,27 | 25,99 | 26,82 | 25,83 | | | | |
| | Média | 24,21[A] | 26,12[B] | 25,82[B] | 26,87[C] | | | | | |
| FC[10] (kgf/cm$^2$) | Com | 1,19 | 1,65 | 1,65 | 1,42 | 1,49 | <0,0001 | 0,3246 | 0,1785 | **26,33** |
| | Sem | 1,23 | 1,80 | 1,58 | 1,49 | 1,53 | | | | |
| | Média | 1,21[A] | 1,71[C] | 1,61[C] | 1,45[B] | | | | | |

[1]acidificação, [2]cama tratada com acidificante; [3]cama sem tratamento; [4]diferentes períodos sazonais; [5] luminosidade; [6]teor de vermelho; [7]Teor de amarelo; [8]Perda por exsudação; [9]Perda por cocção; [10]Força de cisalhamento; Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna e com letras maiúsculas diferentes na linha estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O uso da acidificação aplicado na cama não alterou o teor de L*, perda de exsudato, perda por cocção e força de cisalhamento nos peitos de frango. No entanto, a acidificação da cama alterou o pH na carne de frango, em que resultou em um pH mais elevado nos peitos de frango criados sobre a cama acidificada, comparado aos filés de peito dos frangos de corte criados sobre a cama que não recebeu tratamento.

Os peitos de frango apresentaram diferentes parâmetros de pH nos diferentes períodos sazonais. Os frangos que foram criados sobre a cama no 2º e 4º períodos sazonais apresentaram parâmetros de pH na carne semelhantes entre si, e dentro dos parâmetros desejáveis após 24 horas *post mortem*), porém com valores inferiores em comparação aos frangos de corte criados na cama durante o 1º e 3º períodos sazonais que diferiram entre si.

Essa diferença no pH final da carne no 1º período sazonal pode ser explicado pela falta de glicogênio muscular utilizado para a conversão do músculo em carne em razão do estresse prolongado sofrido pelas aves, caracterizado como estresse crônico. Esperava-se que o uso do acidificante promovesse melhoras nas características físico-química da cama, em razão da presença do ácido e das partículas de argila em reduzir o pH e absorver a umidade da cama e consequentemente promover melhor bem-estar a aves.

Um dos fatores que eleva o índice de estresse dos frangos é a característica climática no interior dos aviários, como observado durante o 1º período experimental (Figura 1), o que pode ter contribuído para a ocorrência das alterações nas características qualitativas da carne. Como descrito por Tan et al. (2010), as condições ambientais interferem no bem-estar dos frangos, principalmente se combinado a exposição aguda a altas temperaturas e reflete em suas características fisiológicas, diminuindo a atividade da cadeia respiratória mitocondrial, aumentando a produção de radicais livres, peroxidação lipídica e danos oxidativos às proteínas.

Os filés apresentaram diferentes valores de luminosidade nos diferentes períodos sazonais, sendo que todas as médias de valor de L* diferiram entre si. Embora o teor de L* dos filés tenham apresentado diferenças entre os frangos criados no 2º, 3º e 4º período do ano os filés dos frangos criados durante o 1º período apresentaram luminosidade abaixo do desejável, evidenciando uma possível interferência do ambiente de criação.

A acidificação da cama alterou os teores de a* e b* nos peitos de frango, no qual foi observado que os peitos de frango criados sobre a cama com acidificação apresentaram valores inferiores, em comparação aos peitos dos frangos criados sobre a cama que não receberam tratamento. Da mesma forma, os peitos de frango diferiram os teores a* durante os diferentes períodos sazonais. Os peitos dos frangos criados durante o 2º período apresentaram os menores valores e durante o 4º período os maiores valores de a* quando comparados aos demais. Já o teor de a* no 1º e 3º período foram semelhantes. Já o valor de amarelo b*, os frangos provenientes de 1º período apresentaram filés com menor intensidade de b* quando comparado aos filés dos frangos criados sobre 2º, 3º e 4º período.

A variação nos teores de a* e b* nos filés demonstram que tratar a cama e os diferentes períodos sazonais podem provocaram modificações sobre o teor de vermelho e amarelo nos peito de frango. De acordo com Diniz et al. (2014), reutilizar a cama não promove variação na intensidade de a* e b* na carne de frango, caso não houver acúmulo de gases no interior do aviário. Contudo, temperaturas ambientais elevadas aumentam a volatilização de amônia que ao serem inalado pelas aves aumenta a concentração de radicais livres no seu organismo que influencia no teor de a* da carne.

Sendo assim, a constante presença de composto nitroso como a amônia no organismo dos frangos é capaz de produzir radicais livres como a aminoxilas que promove a vulnerabilidade para o estresse oxidativo do tecido (Ceribeli, 2016), ou seja, as altas concentrações de radicais livres no tecido aumenta a oxidação da mioglobina *post mortem* em carne de frango, ocasionando cores indesejáveis como a descoloração da carne (Ramos e Gomide, 2012).

Os filés de peito dos frangos oriundo do 1º período apresentaram menores perdas por exsudação comparada aos subsequentes que também diferiram entre si. Durante o 4º período os filés apresentaram menores perdas por exsudação comparada aos filés do 2º e 3º período

que não diferiram entre si. De acordo com Vieira (2007), a perda por exsudação se se correlaciona com os valores de pH, ou seja, quanto mais elevado o pH menor será a perda por exsudação, e segundo Ramos e Gomide (2017) o pH próximo ao fisiológico (pH > 6,0) promove pouca desnaturação proteica, mantendo a água no interior celular, conferindo uma textura firme e uma aparência escura à carne.

Os filés de peito dos frangos provenientes do 1º período apresentaram menores perdas por cozimento em comparação aos demais. E no 2º e 3º período as perdas de exsudato por cozimento mantiveram semelhantes. As maiores perda de exsudato por cozimento foram observadas durante o 4º período sazonal.

As diferentes respostas de perda por exsudação e perda de cozimento sugerem que os diferentes períodos climáticos podem ter aumentado o nível de estresse sofrido pelos frangos reduzindo as reservas de glicogênio, e alterou a capacidade de retenção de água no espaço intracelular e extracelular nos filés de peito. Segundo Wang, Pan e Peng (2009), a capacidade de retenção de água das proteínas é suscetível a danos oxidativos principalmente se forem expostos ao estresse ambiental. Isso ocorre, pois a libertação de água intracelular é induzida pelo declínio do pH, que promove mudanças estruturais no interior das miofibrilas transferindo a água para o espaço extracelular e promovendo o gotejamento. Como observado no presente estudo, quando o pH se manteve elevado reduziu a perdas por exsudação e cocção mantendo a água intramuscular, como demostrado nos filés oriundos dos frangos criados no 1º período climático.

Os filés de peito oriundos dos frangos criados durante o 1º período apresentaram menor força de cisalhamento comparado aos subsequentes. No entanto, os filés dos frangos criados durante o 4º período utilizou menor força de cisalhamento em relação ao 2º e 3º períodos que não diferiram entre si. A variação nas respostas sobre a força de cisalhamento demonstram possíveis modificações na maciez da carne de frango. Contudo, segundo

Chumngoen & Tan (2015), a maciez do peito de frango está correlacionada com o teor de colágeno muscular e espessura do perimísio, que pode ser diferenciado com a idade e linhagem dos frangos.

Embora durante os 2º, 3º e 4º períodos climáticos as características qualitativa da carne de frango se diferenciaram os parâmetros apresentaram próximo ao normal. Diferente dos filés dos frangos criados durante o 1º período, no qual, foi observado pH elevado (6,24), baixo teor de L*(45,21), baixa perda por exsudação (2,77) e por cocção (24,21). Assim, podemos observar que os filés de peito do 1º período apresentaram coloração escura, alta retenção de água e reduzida queda de pH. E a medida que o pH final da carne se mantém elevado (> 6,0) ocorre uma interação entre as proteínas e a água se ligando fortemente (Ertbjerg e Puolanne, 2017) mantendo a água no interior celular e alterando os parâmetros qualitativos da carne de peito de frango.

Isso pode ter ocorrido em razão da temperatura ambiental e umidade relativa do ar durante o período experimental que apresentaram índices de temperatura máxima acima de 30 °C e umidade relativa do ar acima de 80% no primeiro período climático (Figura 1). De acordo com Brossi et al. (2009) estes altos índices de umidade relativa do ar combinado a elevada temperatura são desafiador para o sistema de termorregulação das aves, pois afetam gravemente a troca de calor com o ambiente, e assim compromete o conforto térmico.

Completando esse raciocínio, Lara e Rostagno (2013), relataram que quando as aves estão sob condição de alta temperatura ambiental, alteram seu comportamento e a homeostase fisiológica afetando negativamente o bem-estar, devido ao desconforto que causa às aves. Também influencia na qualidade do ambiente como descrito por Baracho et al. (2013), pela a elevada temperatura e alto índice de umidade que alteram a qualidade da cama. Além disso, aumenta a proliferação de microrganismos desencadeando maior produção de gases como a

amônia (Dai Prá e Roll, 2014), alterando a qualidade do ambiente no interior do aviário e proporcionando maior índice de estresse aos frangos durante o ciclo de produção.

Os diferentes períodos sazonais (1º ao 4º períodos) e o uso de acidificante como tratamento para a cama não apresentaram efeito de interação sobre os parâmetros sensoriais da carne de frango. Da mesma forma, usar o tratamento na cama com o acidificante não promoveu modificações nos os parâmetros sensoriais da carne de frango avaliados (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros sensoriais da carne de frango criados em cama tratada com condicionador químico em diferentes períodos sazonais

| Variáveis | **Períodos sazonais (PS)** | | | | | | Nível de Significância | | | **CV (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Acid.[1] | 1° | 2° | 3° | 4° | Média Acid. | PS[4] | Acid. | DxA | |
| Aparência da carne | Com[2] | 6,96 | 6,02 | 6,74 | 6,11 | 6,25 | 0,0236 | 0,3712 | 0,992 | **19,73** |
| | Sem[3] | 6,68 | 5,87 | 6,46 | 6,00 | 6,46 | | | | |
| | Média | 6,82$^{A}$ | 5,94$^{B}$ | 6,60$^{A}$ | 6,60$^{A}$ | | | | | |
| Qualidade do Aroma | Com | 7,07 | 6,15 | 6,66 | 6,12 | 6,49 | 0,0189 | 0,968 | 0,9881 | **19,22** |
| | Sem | 6,99 | 6,07 | 6,64 | 6,25 | 6,49 | | | | |
| | Média | 7,03$^{A}$ | 6,11$^{B}$ | 6,65$^{A}$ | 6,19$^{A}$ | | | | | |
| Qualidade do sabor | Com | 6,68 | 5,89 | 6,44 | 6,02 | 6,26 | 0,3094 | 0,9138 | 0,6319 | **26,96** |
| | Sem | 6,55 | 6,56 | 6,27 | 5,59 | 6,22 | | | | |
| | Média | 6,62 | 6,22 | 6,36 | 5,81 | | | | | |
| Maciez | Com | 3,09 | 3,03 | 3,09 | 2,85 | 3,01 | 0,9665 | 0,8168 | 0,7514 | **40,52** |
| | Sem | 3,15 | 3,02 | 2,83 | 3,26 | 3,06 | | | | |
| | Média | 3,12 | 3,02 | 2,96 | 3,05 | | | | | |
| Suc.[5] | Com | 5,92 | 4,60 | 5,40 | 5,05 | 5,24 | 0,0149 | 0,468 | 0,9123 | **29,91** |
| | Sem | 5,68 | 4,60 | 5,35 | 4,54 | 5,04 | | | | |
| | Média | 5,80$^{B}$ | 4,60$^{A}$ | 5,37$^{B}$ | 4,80$^{A}$ | | | | | |
| Mast.[6] | Com | 6,38 | 5,68 | 6,17 | 5,74 | 5,99 | 0,0582 | 0,3209 | 0,9713 | **22,47** |
| | Sem | 6,27 | 5,46 | 5,98 | 5,32 | 5,75 | | | | |
| | Média | 6,32 | 5,57 | 6,07 | 5,53 | | | | | |
| Ac. Geral[7] | Com | 6,60 | 6,03 | 6,37 | 6,43 | 6,36 | 0,2112 | 0,4459 | 0,6569 | **21,43** |
| | Sem | 6,64 | 5,85 | 6,47 | 5,75 | 6,17 | | | | |
| | Média | 6,62 | 5,94 | 6,42 | 6,09 | | | | | |

[1]acidificação, [2]cama tratada com acidificante; [3]cama sem acidificante; [4]diferentes períodos sazonais; [5] suculência; [6]mastigabilidade; [7]aceitação geral; Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna e com letras maiúsculas diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A aparência da carne de peito de frango recebeu diferentes pontuações quando criados em diferentes períodos sazonais (1º ao 4º período). Foi observado que as aves criadas durante

o 2° período climático obtiveram menores índices de aprovação pelos provadores, com pontuação na escala próximo ao levemente bom. No entanto, os demais períodos de criação dos frangos (1º, 3º e 4º) mantiveram semelhantes, com índices de pontuação próximos ao moderadamente bom na aparência da carne.

Em relação à qualidade do aroma, a carne de peito dos frangos criados durante o 2º período obteve menores índices de aprovação, ou seja, próximos ao levemente bom na qualidade do aroma quando comparado às demais épocas climáticas (1º, 3º e 4º), que apresentaram pontuações semelhantes entre si, sendo classificados como moderadamente bom.

Já a suculência da carne de peito dos frangos criados durante o 2º e 4º períodos obteve menores índices de aprovação comparados às demais períodos sazonais (1º e 3º), que apresentaram pontuações semelhantes entre si, entretanto os diferentes períodos receberam pontuações próximas ao nem seco nem suculento (5 pontos), as demais variáveis não foram influenciadas.

Em estudos realizado por Garcia et al. (2008), relataram que não verificaram diferenças sensoriais no sabor, maciez, preferência e aparência geral em filés de peito caracterizados como normal e pálida. Nessa pesquisa, a pontuação obtida para a aparência da carne normal e pálida foi de 7,8 e 6,0, respectivamente. Índices próximos observados nos filés dos frangos criados nos 1º, 3º e 4º período.

Segundo Komiyama et al. (2010), a intensidade de aroma característico da carne de frango é classificado como moderadamente forte com pontuação de 6,4 pontos por provadores. Índice próximo ao observado na qualidade do aroma dos filés dos frangos criados nos 1º, 3º e 4º período. Entretanto, no 2º período a aparência e o aroma da carne apresentaram pontuações inferiores, mas conforme as características qualitativas da carne (Tabela 1) os parâmetros demonstraram índices dentro da normalidade.

De acordo com Komiyama et al. (2010), o peito de frango apresenta suculência próximo ao levemente suculento com pontuação de 6,5 pontos por provadores. Porém, no presente trabalho a suculência da carne apresentaram pontuações inferiores do 1º ao 4º períodos, mas os filés do 2º e 4º períodos apresentaram maiores pontuações. Contudo, conforme os parâmetros qualitativos da carne, os filés apresentaram diferença qualitativa somente no 1º período sazonal (Tabela 1).

Durante o primeiro período sazonal, a temperatura superficial da cama apresentou menores índices no pré-alojamento e aos 42 dias na cama com acidificação. No entanto, os tratamentos de cama não causaram alterações na temperatura da cama nos demais dias de coletas (1, 14 e 28 dias) conforme mostrado na Tabela 3. No 2º período, a temperatura superficial se manteve semelhante entre os tratamentos em todos os dias avaliados.

No 3º período, a temperatura superficial diferiu entre os tratamentos de cama nos dias 1 e 14 com menor índice na cama com acidificação, sendo que os demais dias foram similares. E no 4º período diferiu somente aos 42 dias, com menor temperatura observada na cama com acidificação.

Nos diferentes dias de coletas do 1º período, a temperatura superficial da cama apresentou comportamento quadrático tanto para a cama com acidificação, com máxima de 31,19 °C aos 30 dias, quanto para a cama sem tratamento com temperatura mínima de 30,25 °C no dia 13. No entanto, durante o 2º período foi verificado comportamento quadrático em ambos os tratamentos com mínima de 30,40 e 30,31 °C aos 26 e 28 dias para a cama com acidificação e a cama sem tratamento, respectivamente.

A temperatura superficial da cama também apresentou comportamento quadrático no 3º período na cama com acidificação e na cama sem tratamento com ponto de mínima de 30,05 e 30,58 °C nos dias 30 e 31, respectivamente. O mesmo comportamento foi observado

no 4º período com ponto de mínima de 29,50 e 29,67 °C nos 24 e 30 dias para a temperatura da cama com acidificação e na cama sem tratamento, respectivamente.

Tabela 3: Temperatura superficial e umidade da cama de frango tratada com acidificação em diferentes épocas do ano

| Variável | Acidificação | Coleta (dias) | | | | | Valor de P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PA | 1 | 14 | 28 | 42 | |
| | | | | 1º PERÍODO | | | |
| Temperatura Superficial (°C) | Com | 26,20[a] | 33,83 | 30,14 | 31,17 | 30,91[a] | 0,0063 |
| | Sem | 27,65[b] | 34,02 | 29,53 | 31,39 | 32,25[b] | |
| Umidade (%) | Com | 23,35[b] | 24,67[b] | 27,71[b] | 30,85[b] | 27,20[a] | 0,0011 |
| | Sem | 21,47[a] | 22,73[a] | 25,03[a] | 29,32[a] | 29,24[b] | |
| | | | | 2º PERÍODO | | | |
| Temperatura Superficial (°C) | Com | 32,84 | 33,23 | 30,76 | 30,22 | 31,26 | 0,9501 |
| | Sem | 32,67 | 33,71 | 31,06 | 30,60 | 31,11 | |
| Umidade (%) | Com | 19,76 | 22,26 | 20,93 | 26,92 | 22,11 | 0,2857 |
| | Sem | 19,31 | 21,45 | 20,85 | 25,06 | 22,18 | |
| | | | | 3º PERÍODO | | | |
| Temperatura Superficial (°C) | Com | 33,65 | 32,92[a] | 29,20[a] | 31,55 | 31,75 | 0,0001 |
| | Sem | 34,05 | 34,37[b] | 29,96[b] | 31,87 | 31,97 | |
| Umidade (%) | Com | 18,37 | 16,81 | 19,17 | 24,37 | 27,80 | 0,1171 |
| | Sem | 17,60 | 16,82 | 20,77 | 23,85 | 27,78 | |
| | | | | 4º PERÍODO | | | |
| Temperatura Superficial (°C) | Com | 37,53 | 34,15 | 26,57 | 33,69 | 32,01[a] | 0,0034 |
| | Sem | 37,82 | 34,18 | 27,25 | 33,44 | 33,12[b] | |
| Umidade (%) | Com | 20,18[b] | 18,69 | 23,18 | 23,24 | 24,40 | 0,0149 |
| | Sem | 16,81[a] | 17,55 | 22,88 | 22,74 | 24,25 | |

| Equação de regressão | Valor de P | | $R^2$ | Estimativa T°C-UR% | CV (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Linear | Quadrático | | | |
| ŷ Temp acid 1º período= 29,75+0,096.Dia-0,0016.Dia² | 0,0011 | 0,0140 | 5,59 | 31,19°C | 3,58 |
| ŷ Temp 1º período= 30,65-0,062.Dia+0,0024.Dia² | 0,0326 | 0,0006 | 10,9 | 30,25°C | |
| ŷ Umidade acid. 1º período=23,59+0,4971.Dia-0,0096Dia² | <0,0001 | <0,0001 | 93,56 | 30,02 % | 9,38 |
| ŷ Umidade cont. 1º período =21,77+0,3533.Dia-0,004.Dia² | <0,0001 | 0,0018 | 96,19 | 37,44 % | |
| ŷ Temp acid. 2º período= 33,09-0,20378.Dia+0,00385.Dia² | <0,0001 | <0,0001 | 95,41 | 30,40 °C | 4,0 |
| ŷ Temp cont. 2º período= 33,28-0,21355.Dia+0,003833.Dia² | <0,0001 | <0,0001 | 58,77 | 30,31°C | |
| ŷ Umidade acid. 2º período=20,37+0,313895.dia-0,006025Dia² | <0,0001 | 0,0003 | 42,53 | 24,46 % | 14,81 |
| ŷ Umidade cont. 2º período=19,93+0,24882.dia-0,00436.Dia² | <0,0001 | <0,0001 | 39,56 | 23,48 % | |
| ŷTemp acid. 3º período = 33,19-0,272938.Dia+0,005936.Dia² | <0,0001 | <0,0001 | 65,27 | 30,05 °C | 4,12 |
| ŷ Temp contr. 3º período= 34,12-0,288557.Dia+0,00588.Dia² | <0,0001 | <0,0001 | 72,71 | 30,58 °C | |
| ŷ Umidade acid. 3º período= 17,44+0,245996.Dia | <0,0001 | 0,7951 | 97,98 | - | 13,77 |
| ŷ Umidade cont. 3º período=16,68+0,255816.Dia | <0,0001 | 0,0819 | 97,68 | - | |
| ŷTemp acid. 4º período=35,48-0,514264.Dia+0,01103.Dia² | <0,0001 | <0,0001 | 42,2 | 29,50 °C | 4,12 |
| ŷ Temp cont. 4º período = 35,73-0,539953.Dia+0,012026.Dia² | <0,0001 | <0,0001 | 49,63 | 29,67 °C | |
| ŷ Umidade acid.4º período=19,93+0,118452.Dia | <0,0001 | 0,1524 | 79,44 | - | 22,25 |
| ŷ Umidade cont.4º período=17,18+0,404443.Dia-0,005842. Dia² | 0,0001 | 0,0144 | 93,32 | 24,18 % | |

PA: Pré-alojamento; Temp.: Temperatura; Com: cama com acidificação; Sem: cama sem acidificação. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A alteração na temperatura superficial da cama durante o período de criação dos frangos de corte se altera em razão da temperatura ambiental que influencia a temperatura corporal dos frangos e da cama. Contudo, na fase inicial a temperatura superficial da cama mais elevada é importante, pois os pintinhos não têm seu sistema termorregulatório totalmente desenvolvido e quando a cama apresenta temperatura mais elevada os mantém em conforto térmico. E segundo Cordeiro et al. (2011), quando os frangos são expostas a baixas temperaturas compromete a formação do sistema termorregulatório, e prejudica o desenvolvimento e a produtividade durante o período inicial dos pintinhos por serem mais suscetíveis às situações de estresse.

Com o crescimento dos frangos, diminui o espaço entre os mesmos e isso dificulta a dissipação de calor intensificando o aquecimento da cama, principalmente em climas com temperatura ambiente e umidade relativa do ar elevada como o da região estudada (Figura 1). Como relatado por Furtado et al. (2010), o calor gerado pelos frangos contribui para o aquecimento da cama, e que conforme aumenta a temperatura do ambiente externo e no interior do aviário, a temperatura da cama sofre o mesmo processo, demonstrando uma correlação entre esses ambientes. Completando esse raciocínio, segundo Lima et al. (2014), a temperatura superficial da cama pode diferenciar entre 31,3 a 34,7 °C e está associado à temperatura ambiental e ao calor produzido pelos frangos.

Dai Prá e Roll (2014), relataram que quando os frangos estão com idades abaixo de 20 dias, a temperatura da cama apresenta-se inferior ao ambiente podendo ter até 7 °C a menos. Por outro lado, frangos com idades superiores a 20 dias a cama podem apresentar temperatura até 10 °C a mais que o ambiente influenciando negativamente o bem-estar dos frangos de corte. De acordo com Nascimento et al. (2011), o conforto térmico é muito importante durante a criação de frangos de corte, pois a manutenção da temperatura corporal é essencial para promover o bom desempenho.

O uso da acidificação promoveu maior umidade na cama até os 28 dias durante o 1º período sazonal em comparação a cama sem tratamento, porém, aos 42 dias a cama com acidificação apresentou menor porcentagem de umidade em relação a cama sem tratamento. Já no 2º e 3º período, a umidade da cama foi semelhante entre os tratamentos em todas as coletas realizadas. No 4º período a umidade da cama diferenciou somente na coleta pré-alojamento, com menores níveis de umidade na cama sem tratamento, e nos dias sequenciais foram semelhantes entre si.

O uso do condicionador alterou o teor de umidade em todas as coletas exceto aos 42 dias no 1º período e no pré-alojamento no 4º período sazonal. Isso pode ter ocorrido em razão da água estar adsorvida nas partículas de argila, pois segundo Dunlop, Blackall e Stuetz (2015), a concentração de umidade se relaciona com a estrutura da cama e sua porosidade, maiores taxas de evaporação ocorrem quando a água está livre, mas se existe uma resistência, as taxas de evaporação são menores.

Nesse sentido, Ritz, Fairchild e Lacy (2009), relataram que o uso de compostos químicos a base de argila pode reter de 5 a 10 vezes mais a umidade da cama comparada à cal e isso é devido aos poros serem de menores tamanhos e numericamente maiores e assim promovem alterações biológicas na cama melhorando sua qualidade e conferindo maior resistência a evaporação da água. Desta forma, Miles, Rowe e Cathcart (2011), relataram que ao usar argila (vermiculita) como cama, a absorção de umidade foi maior, pois não deixa a água disponível.

Quando se avaliou os dias de coletas, foi observado comportamento quadrático para a umidade da cama no 1º e 2º período com umidade máxima de 30,02 e 37,44% aos 26 e 44 dias (1º período) e ponto de máxima de 24,46 e 23,48% aos 26 e 29 dias (2º período) para a cama com acidificação e a sem tratamento, respectivamente. No 3º período a umidade aumentou linearmente nos dias de coleta na cama tratada com acidificação e na sem

tratamento. No 4º período, a umidade da cama aumentou linearmente na cama tratada e na cama sem tratamento apresentou efeito quadrático com ponto de máxima de 24,18% aos 35 dias.

Em estudos realizados por Dunlop, Blackall e Stuetz (2015), observaram que a umidade da cama interage com o crescimento dos frangos em razão do acúmulo de excretas e água sobre a mesma, contudo se estabiliza próximo ao final do período. De acordo com Lucca et al. (2012), a utilização de condicionador químico a base de argila é eficaz na absorção de umidade na primeira e segunda semana, porém conforme ocorre o crescimento das aves e maior volume excretas na cama aviária, a argila perde a sua eficiência.

Assim, se observou que a umidade da cama durante as diferentes épocas do ano apresentou índices abaixo de 35%, até mesmo nos períodos de umidade relativa do ar elevada, isso pode estar associado à elevada temperatura do ambiente interno durante todo o período experimental (Figura 1) e a elevada temperatura superficial da cama.

Esse fato se deve, de acordo com Dunlop et al. (2016), a existência de uma relação entre a umidade da cama e a umidade relativa do ar (externa e no ambiente interno do aviário). Se a umidade relativa dentro do aviário for menor que a umidade da cama, a água irá migrar para o ambiente e o inverso também pode ocorrer. Segundo Dunlop, Blackall e Stuetz, (2015), a água pode evaporar antes de entrar em contato com a cama ou até mesmo na superfície da mesma, mas caso a cama apresente elevada umidade pode resultar em maiores emissão de gases.

O uso de acidificante aplicado na cama influenciou na ocorrência de pododermatite nos pés de frangos de corte (Tabela 4). Aos 14 dias de idade, os frangos criados sobre a cama sem acidificação apresentaram menor incidência de lesões podais comparado aos criados sobre a cama acidificada. Entretanto, observa-se que aos 28 dias os frangos criados sobre a cama acidificada apresentaram menores ocorrências de lesões podais comparado aos frangos

criados na cama sem acidificação. E aos 42 dias a incidência das lesões foi similar entre os tratamentos.

Tabela 4: Escores médios de lesões de pododermatite em frangos de corte criados sobre cama com e sem acidificação em diferentes idades das aves e períodos climáticos

| Média dos escores | | | |
|---|---|---|---|
| Idade | **Tratamento da cama** | | |
| | Com Acid[1]. | Sem Acid[2] | P valor |
| 14 dias | 0,59 | 0,52 | 0,0032 |
| 28 dias | 0,58 | 0,66 | <0,0001 |
| 42 dias | 0,52 | 0,48 | 0,0998 |
| Período do ano | **Tratamento de cama** | | |
| | Com Acid[1]. | Sem Acid[2] | |
| 1° | 0,66[c] | 0,66[c] | |
| 2° | 0,51[b] | 0,58[b] | |
| 3° | 0,65[c] | 0,52[b] | |
| 4° | 0,42[a] | 0,44[a] | |
| P valor | <0,0001 | <0,0001 | |

[1]Cama tratada com acidificante; [2]Cama sem acidificante; Médias seguidas de letras diferem estatisticamente pelo teste kruskal-wallis a 5% de probabilidade.

Os maiores índices de escores de lesão nos pés dos frangos aos 14 dias podem ser explicados pela fragilidade da epiderme dos pés nessa idade. Essa fragilidade foi relatada por Martins, Hötzela e Poletto (2013), que observaram que durante a fase inicial a epiderme dos pés dos frangos de corte demonstraram maior sensibilidade e isso pode promover o inicio das lesões no coxim plantar. Na fase inicial os pintinhos são mais ativos assim movimentam-se mais, e deste modo o contato com a cama é mais intenso e como a epiderme é mais sensível pode desencadear as lesões.

No presente estudo, a cama do tratamento com acidificação apresentou temperatura superficial acima de 30 °C e maior teor de umidade que a cama sem tratamento (Tabela 3). Isso aliado ao contato dos pés dos frangos com o acidificante utilizado adicionado antes do alojamento e aos 12 dias de idade do lote. Esses fatores podem ter conduzido a maior

incidência de lesões nos coxins plantares nos frangos criados em cama acidificada nessa idade.

Os menores índices de escore aos 28 dias podem ser explicados pela efetividade da acidificação da cama em reduzir as lesões de patas mesmo com a cama apresentando umidade inferior a 31% na cama sem acidificação e acidificada (Tabela 3). Esse resultado pode ser devido ao fato do produto testado não apresentar somente características acidificantes, mas também por ser a base de filossilicato expandido (argila) que absorve a umidade da cama não deixando o excesso de água disponível.

E segundo Martins, Hötzela e Poletto, (2013), a combinação da fragilidade das patas com a maior umidade da cama proporciona a progressão no grau de severidade das lesões conforme ocorre o crescimento dos frangos. E de acordo com Bilgili et al., (2009), durante o uso da cama ocorre o acúmulo de excreta e umidade na cama elevando a volatilização de amônia gerada por ação bacteriana, proporcionando alcalinidade no material, que irrita quimicamente os coxins plantares. Entretanto, durante o período experimental ao tratar a cama com o acidificante aumentou a concentração de H+ nesta, neutralizando o material para não promover a irritabilidade nas patas, e as partículas de argila presente no composto adsorveram a umidade da cama não deixando a água disponível reduzindo assim as lesões nos pés dos frangos aos 28 dias.

Contudo, aos 42 dias os frangos apresentaram índices de lesões semelhantes entre os tratamentos, isso pode ter ocorrido pelo manejo utilizado e o revolvimento da cama, que proporcionam a incorporação das excretas, e redução no seu emplastamento, além do baixo teor de umidade da cama aos 42 dias de idade dos frangos (Tabela 3). E segundo Cristo et al. (2017), o manejo adequado da cama desde o início do período de criação dos frangos de corte, permite reduzir a umidade e a compactação da cama e, favorecem a redução das lesões inflamatórias dos coxins plantares de frangos de corte. E de acordo com Taira et al. (2013), as

lesões desenvolvidas até os 28 dias podem regredir até o período final de criação quando os frangos estão sobre a cama com baixo índice de umidade.

Os diferentes períodos sazonais (1º a 4º período) influenciaram a incidência de lesões podais nos frangos de corte. Os frangos criados sobre a cama com acidificação durante o 4º período do ano apresentaram menor incidência de lesões podais quando comparados aos frangos do 2º período que apresentaram menor incidência de lesão quando comparada aos frangos 1º e 3º período que foram similares entre si. Com relação aos frangos criados sobre a cama sem acidificação, foi observado diminuição gradual das lesões do primeiro ao quarto período sazonal, sendo que durante o 4º período do ano apresentaram menor incidência de lesões comparadas aos frangos do 2º e 3º períodos, que foram similares entre si. E durante o 1º período os frangos apresentaram maior incidência de lesões podais.

A variação na incidência de lesões podais demostraram que as diferentes épocas do ano provocaram modificações nos parâmetros qualitativos da cama mesmo utilizando a acidificação como tratamento, evidenciando a interferência no ambiente de criação. Esse fato é relatado por Miles, Brooks e Sistani (2011), no qual o microambiente do aviário apresenta correlação com as características climática externa e interna e com os parâmetros qualitativos da cama de frango. Segundo Jong et al. (2014), quando a cama apresenta parâmetros qualitativos desejáveis reduz a incidência de pododermatite. No presente estudo, isso foi demonstrado no 4º período ano, já que os frangos apresentaram menor ocorrência de lesões podais em ambos os tratamentos, período este que correspondeu a transição entre a estação seca para a chuvosa, no qual ocorreu maior precipitação quando comparado ao período anterior, apresentando média de 1,81mm³ de pluviosidade, mas não influenciou na umidade da cama que apresentou índice inferior a 25% (Tabela 3). De acordo com Cengiz, Hess e Bilgili (2011), as lesões podais regridem quando a cama apresenta baixa umidade.

Durante o 1º período os frangos em ambos os tratamentos apresentaram maior ocorrência de lesões, período este caracterizado com maior índice de umidade relativa do ar externa e interna (85,93 e 85,12%, respectivamente). De acordo com Dunlop et al. (2016), o aumento da umidade relativa do ar pode aumentar a umidade da cama, pois essa tem influencia direta na umidade da cama, como demostrado na Tabela 3. O que também foi relatado por Mendes e Komiyama (2011) que épocas chuvosas pioram a qualidade da cama, acarretando a um aumento das lesões podais.

Contudo, durante o 3° período os frangos criados na cama acidificada apresentaram incidência de lesões semelhantes aos frangos do 1º período, em razão do contato das patas com o acidificante, pois o 3º período compreendeu ao período com ausência de chuvas (0,0mm³) e com baixa umidade relativa externa e interna ao aviário, (53,79 e 59,12%, respectivamente) e umidade de cama inferior a 28% (Tabela 3).

O uso da acidificação aplicado na cama durante o 1º e 4º período do ano alterou a frequência dos escores entre os tratamentos aos 42 dias de idade dos frangos de corte (Tabela 5). Durante o 1º período, observou-se que os frangos criados sobre a cama com acidificação apresentaram maiores índices de patas com escore 0 e menores índices de escore 1, 2 e 3, comparado aos frangos criados sobre a cama sem acidificação, demostrando maiores números de pés sem lesão no final do período de produção na cama acidificada. No 4º período observou-se que os frangos criados sobre a cama com acidificação apresentou maior índices de patas com escore 0 e menores índices de escore 1 comparado os frangos criados sobre a cama sem acidificação. E os escores 2 e 3 se mantiveram similares em ambos os tratamentos.

Observou-se que durante o 1º período sazonal avaliado coincidiu com a estação de alta precipitação pluviométrica (3,87mm$^3$), o uso da acidificação de cama proporcionou melhorias à qualidade da cama reduzindo o número de patas com lesões aos 42 dias de idade dos frangos. Da mesma forma, McWard e Taylor (2000), constataram que ao tratar a cama com

argila acidificada reduz a severidade das lesões e esses pesquisadores associaram essa melhoria à retenção de umidade da cama que apresentou efeitos benéficos.

Durante o 2º e 3º períodos, dos frangos criados sobre a cama sem acidificação apresentaram maior índice de patas sem lesão (escore 0) e menores índices de patas com lesões (escore 1 e 2) em comparação aos frangos criados sobre a cama acidificada, porém o escore 3 se manteve similar em ambos os tratamentos.

Tabela 5: Frequência dos escores aos 42 dias de idade dos frangos de corte nos diferentes períodos do ano

| Períodos do ano | Escore | **Tratamento da cama** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Com Acid[1]. (%) | Sem Acid[2] (%) | P valor |
| 1° | 0 | 51,75 | 39,38 | <0,0001 |
| | 1 | 45,50 | 55,50 | <0,0001 |
| | 2 | 2,75 | 4,88 | 0,0265 |
| | 3 | 0,00 | 0,25 | 0,1570 |
| 2° | 0 | 62,75 | 71,75 | 0,0001 |
| | 1 | 32,50 | 27,00 | 0,0161 |
| | 2 | 4,50 | 1,25 | 0,0001 |
| | 3 | 0,25 | 0,00 | 0,1570 |
| 3° | 0 | 40,00 | 55,25 | <0,0001 |
| | 1 | 48,25 | 39,00 | 0,0002 |
| | 2 | 11,00 | 5,25 | <0,0001 |
| | 3 | 0,75 | 0,50 | 0,5258 |
| 4° | 0 | 62,88 | 56,50 | 0,0093 |
| | 1 | 35,00 | 41,25 | 0,0101 |
| | 2 | 2,00 | 2,25 | 0,7288 |
| | 3 | 0,00 | 0,13 | 0,3172 |

[1]Cama tratada com acidificante; [2]Cama sem acidificante; As frequências dos escores se diferem a 5% de significância através da comparação de proporção independente junto ao teste Qui-quadrado de Parsson.

A redução na severidade das lesões durante o 2º e 3º período está relacionada aos parâmetros climáticos do período que apresentou 0,0mm$^3$ de precipitação e baixa umidade relativa do ar (Figura 1) e umidade da cama (Tabela 3), assim reduziu a incidência de lesões.

Segundo Benevides et al. (2016), a ambiência externa influencia a ambiência interna e somado ao aumento de peso dos frangos com a idade, manejo e a reutilização da cama, pode conduzir a elevação da umidade da cama e aumentar a ocorrência de lesões podais. Adicionalmente Garcia et al. (2011), relataram que quanto mais pesados os frangos, maior a pressão exercida sobre seus membros, fato este que, em frangos de corte, está intimamente relacionado com o aparecimento de lesões de coxim plantar.

Contudo, foi observado, na presente pesquisa, que durante o 4º período aos 42 dias os frangos apresentaram menor incidência de lesão quando criadas na cama com acidificação durante o período inicial das chuvas (média de 1,81mm), isso demostra a efetividade da acidificação em adsorver a água disponível na cama durante o período de precipitação, reduzindo a quantidade de pés com lesão, mesmo com a cama apresentando umidade inferior a 25%.

## 4. Conclusão

Utilizar o composto químico a base de sulfato de cálcio ativado e filossilicato expandido aplicado na cama adsorve a umidade da cama, e reduz a incidência de pododermatite em frangos de corte e não influencia nos parâmetros qualitativos da carne. As aves apresentam menor incidência de pododermatite durante o período de transição do chuvoso para o período seco. O período com maior índice pluviômetro proporciona maior incidência de pododermatite e promove modificações sobre os parâmetros qualitativos da carne de frango de corte.

## 5. Referencial Bibliográfico


ANDRADE, A. C. F. et al. Resposta físico-química da cama de frango submetida a condicionador químico. **Revista avisite,**107(IV):24-26, 2016.

BARACHO, M. S. et al. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. **Revista Agrarian**, 6(22):473-478, 2013.

BENEVIDES, W. S. et al. Study of animal welfare through analysis and comparison of the presence of foot pad dermatitis in broilers raised in controlled environments in Brazil and Spain. **Revista brasileira de higiene e sanidade animal**,10(3):330 – 350, 2016.

BILGILI, S. F. et al. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research,** 18:583–589, 2009.

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

BROSSI, C. et al. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, 39(4):1296-1305, 2009.

CENGIZ, O.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F: Feed enzyme supplementation does not ameliorate foot pad dermatitis in broiler chickens fed on a corn-soyabean diet. **British Poultry Science,** 53:401–407.

CERIBELI, C: Metabólitos polares e a estabilidade REDOX em carne de frangos suplementados com erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Dissertação (Mestrado em Química Analítica e Inorgânica) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 116p, São Carlos, 2016.

CORDEIRO, M. B. et al. Digital image analysis for young chicken's behavior evaluation. **Engenharia Agricola,** 31(3):418-426, 2011.

CHUMNGOEN, W.; TAN, F: Relationships between descriptive sensory attributes and physicochemical analysis of broiler and taiwan native chicken breast meat. **Asian-Australas J Animal Sciences,** 28(7): 1028–1037, 2015.

CRISTO, et al. Effect of housing density on pododermatitis incidence and bone characteristics in broilers reared in "Dark House " system. **Revista brasileira de saúde e produção animal**, 18(1):161-173, 2017.

DAI PRÁ, A. M.; ROLL, B.F.V: Cama De Frangos De Corte-Materiais Reutilização E Destino. Seminário Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde - **AMEVEA**, Bogotá D.C. Junior 17-19, 2014.

DETMANN, E. et al. **Métodos para Análise de alimentos** – INCT – Ciência Animal. **1.** Ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DINIZ, T. T. et al. Effect of environmental temperature and reuse of bed on broiler meat quality. **Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**, 9:218-226, 2014.

DUNLOP, M. W. et al. The multidimensional causal factors of ‘wet litter’ in chicken-meat production. **Science of the Total Environment**, 562:766–776, 2016.

DUNLOP, M. W.; BLACKALL, P. J.; STUETZ, R. M: Water addition, evaporation and water holding capacity of poultry litter **Science of the Total Environment,** 538:979-985, 2015.

Equipe Estatcamp Software **Action. Estatcamp-** Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos - SP, Brasil. (2014).

ERTBJERG, P.; PUOLANNE, E: Muscle structure, sarcomere length and influences on meat quality: A review**. Meat Science**,132:139–152, 2017.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), 6:36-41, 2008.

FURTADO, D. A. et al. Índices de Conforto Térmico e Concentração de Gases em Galpões Avícolas no Semiárido Paraibano. **Engenharia Agricola,** 30(6):993-1002, 2010.

GARCIA R. G. et al. Type of litter and the incidence of lesion in broilers’ carcass. **Brazilian Journal of Biosystem Engineering,** 5(2):94-102, 2011.

GARCIA, R. G. et al. Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** 12(4):233-237, 2010.

GARCIA, R. G. et al. Análise sensorial de filés de peito pálidos e normais de frangos de corte produzidos no município de Dourados-MS. **Revista Avisite**,15:30, 2008.

HONIKEL, K. O. et al. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: Evaluation and control of meat quality in pigs. **Tarrant PV, Eikelenboom G, Monin G**, ed. Martinius Nijhoff, Dordrecht, 1987 Pp. 273-283.

JONG, I. C.; GUNNINK, H.; VAN HARN, J: Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. **J. Poultry Science**, 23:51–58, 2014.

KOMIYAMA, C. M. et al. Qualidade físico-química e sensorial da carne de peito de matrizes pesadas de descarte. **Ciência Rural,** 40:1623-1629, 2010.

LARA, L. J.; ROSTAGNO, M. H: Impact of Heat Stress on Poultry Production**. Animals,** 3:356-369, 2013.

LIMA, K. A. O. et al. The impact of artificial lighting on the behavior of broiler chickens. **Revista Agrarian**, 7(24):301-309, 2014.

LUCCA, W. et al. Efeito de diferentes tratamentos químicos em cama para aves de corte. **Revista Agrogeo ambiental,** 4(1):25-31, 2012.

MARTINS, R. S.; HÖTZELA, M. J.; POLETTO, R: Influence of in-house composting of reused litter on litter quality, ammonia volatilisation and incidence of broiler foot pad dermatitis. **British Poultry Science,** 54(6):669-676, 2013.

MARTRENCHAR, A. et al. Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. **Preventive Veterinary Medicine**, 52:213–226, 2001.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M: Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia,** 40:352-357(supl. Especial), 2011.

MILES, D. M.; BROOKS, J. P.; SISTANI K: Spatial contrasts of seasonal and intraflock broiler litter trace gas emissions, physical and chemical properties, **Journal of Environmental Quality,** 40(1):176-87, 2011.

MOURA, D. J. et al.Estratégias e instalações para melhorar o bem-estar dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia,** 39 supl.spe, 2010.

McWARD, G. W.; TAYLOR, D. R: Acidified clay litter amendment. **J. Appl. Poultry Res**. 9:518–529, 2000.

NASCIMENTO, G. R. et al. Assessment of broiler surface temperature variation when exposed to different air temperatures. **Revista de brasileira de ciência avícola,** 13(4):259-263, 2011.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M: **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias.** 2. Ed. rev. e ampl., Editora UFV, 2017. 473p.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M: **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias.** 1. Ed. 2° reimpressão, Editora UFV, 2012. 599p.

RASMUSSEN, A.; ANDERSSON, M: New method for determination of drip loss in pork muscles. **In: Hildrum and Risvik** (Eds.) Proc. 42nd International Congress of Meat Science and Technology, Lillehammer, Norway, 286–287, 1996.

RITZ, C.W.; FAIRCHILD, B. D.; LACY, M. P: Litter quality and broiler performance. **Cooperative Extension Service-The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences**, Bulletin 1267, 2009.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A. M.; BONASSI, I. A: Utilização de toucinho na elaboração de fiambres com carne de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** 8(1):6776, 1988.

SOLIMAN, E. S.; MOAWED, S. A.; HASSAN, R. A: Influence of microclimatic ammonia levels on productive performance of different broilers' breeds estimated with univariate and multivariate approaches. **Veterinary World,** 10(8):880-887, 2017.

TAIRA, K. et al. Effect of Litter Moisture on the Development of Footpad Dermatitis in Broiler Chickens. **Journal of Veterinary Medical Science,** 76:583-6, 2013.

TAN, G. Y. et al. Effects of different acute high ambient temperatures on function of hepatic mitochondrial respiration, antioxidative enzymes, and oxidative injury in broiler chickens. **Poultry Science**, vol. 89(1):115–122, 2010.

THOM, E. C: Cooling degree-days air conditioning, weating and ventilating. **Translactions of the ASAE,** 55(7):65-72, 1958.

VAN LAACK, R. L. J. M: Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, 79 (7):1057-1061, 2000.

VIEIRA, E. T. T: Influência no Processo de Congelamento na Qualidade do Peito de Frango. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai das Missões, Erechim – RS, 2007.

WANG, R. R.; PAN, X. J.; PENG, Z. Q: Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of pectoralis majors in broilers. **Poultry Science**, 88(5):1078–1084, 2009.

WEI, F. X. et al. Antioxidant capacity and meat quality of broilers exposed to different ambient humidity and ammonia concentrations. **Genetics and Molecular Research,** 13:3117-3127, 2014.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D: Standardized Warner-Bratzler shear force procedure for meat tenderness measurement. **Clay Center**: Roman L Hruska U. S. MARC. USDA, 1995. 7p.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de frango demonstra ser o setor pecuário mais avançado, no qual, visa a produtividade e a busca por fatores que melhora o bem-estar das aves se mostra de suma importância. Os parâmetros ambientais influenciam diretamente a produção dos frangos de corte e alteram o microambiente, elevando a incidência de pododermatite e promove estresse as aves influenciando as características qualitativas da carne de frango de corte, principalmente em períodos de elevada precipitação e temperatura ambiental.

Assim, o uso de tratamento de cama como o composto químico a base de sulfato de cálcio ativado e filossilicato expandido aplicado na cama é uma alternativa para melhorar os parâmetros físicos da mesma durante períodos com pluviosidade, visto que, adsorve a umidade da cama e reduz o emplastamento minimizando a incidência de pododermatite. Contudo, o acidificante adicionado na cama durante o período de seca promove a irritabilidade no coxim plantar das aves elevando a incidência das lesões podais. Neste sentido, a utilização do tratamento de cama se mostra efetiva quando utilizado em regiões e em épocas climáticas com elevados índices de precipitação.

Mas o acidificante não promoveu melhorias ambientais que se estendeu aos parâmetros qualitativos da carne de frango durante períodos com elevada temperatura e umidade relativa do ar, deste modo estabelecer uma dosagem maior pode ser uma alternativa, visto que, aumenta a retenção de umidade da cama e pode minimizar a produção de gases que desencadeia estresse aos frangos de corte. Outro ponto importante é avaliar a atividade de água presente na cama quando se utiliza tratamento com argila, em razão da compreensão e estabelecimento a sua capacidade em adsorver a água durante o período de criação.

Deste modo, deve-se ressaltar que o tratamento de cama com o acidificante promove melhorias ambientais, em razão de reduzir as lesões podais aos 28 e 42 dias de idade das aves,

período este que os frangos estão em amplo desenvolvimento, e assim como consequência melhora o bem-estar dos mesmos, e ainda pode promover melhoras significativas nos índices produtivos e elevar a rentabilidade do setor reduzindo a condenação das patas dos frangos de corte.