

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Avicultura de corte: avaliação do sistema de produção
convencional nas perdas produtivas e na qualidade do produto
final**

Karina Suemi Sakamoto

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Engenharia de Sistemas Agrícolas

**Piracicaba
2017**

Karina Suemi Sakamoto
Médica-veterinária

**Avicultura de corte: avaliação do sistema de produção convencional nas
perdas produtivas e na qualidade do produto final**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **IRAN JOSÉ OLIVEIRA DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Engenharia de Sistemas Agrícolas

Piracicaba
2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Sakamoto, Karina Suemi

Avicultura de corte: avaliação do sistema de produção convencional nas perdas produtivas e na qualidade do produto final / Karina Suemi Sakamoto. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2017.

111 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Pré-abate 2. Lesões de carcaça 3. Mortalidade 4. Qualidade de carne I.
Título

AGRADECIMENTOS

A Deus por toda proteção, força e luz durante toda a minha vida e durante o mestrado.

À minha família meu pai Kimio e minhas irmãs Aline e Simone pela paciência, apoio incondicional e por me permitirem seguir meus sonhos, mesmo sem compreendê-los. Tenho certeza absoluta que vocês sempre fizeram e farão o melhor possível para me ajudar. Agradeço a Deus por ter vocês!

À Natália pela amizade que levarei para vida toda, pelo apoio e parceria em todos os momentos do mestrado. Sei que sem sua ajuda essa jornada não teria um final feliz. Muito obrigada por tudo!

Ao Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva, por ter me proporcionado à oportunidade de me tornar mestre, pela orientação, por exigir sempre o melhor em tudo, pelos ensinamentos acadêmicos e de vida.

À Ilze, pela amizade, parceria, generosidade, alegria e ajuda em todas as situações. Minha vizinha de coração que nunca vou esquecer!

Aos familiares da Natália Júlia, Sérgio e Serginho pela ajuda durante as coletas de dados, astúcia com o manuseio dos *data loggers*, generosidade na confecção dos presentes e disposição em nos ajudar durante o mestrado. Muito obrigada por toda ajuda!

Aos Nupeanos ÁERICA, Ana Carolina, Danielle, Fernanda, Isis, Joana, Miguel, Paulo e Patrícia; e as meninas do GBAZP Érica e Beatriz pelos ensinamentos acadêmicos e de vida. Em especial ao Miguel, Paulo e Menino Jean por toda ajuda nas coletas de dados e pelo bom humor, mesmo nos momentos mais estressantes. E a menina Joana pela confecção do desenho do caminhão.

Ao Prof. Dr. Sérgio Oliveira Moraes por ter aceitado ser meu orientador momentâneo, pelas contribuições importantes na minha qualificação e por tratar todos do modo mais gentil possível.

À Prof^a. Dra. Carmen Josefina Contreras Castillo pelos ensinamentos, pela generosidade de permitir que usássemos seu laboratório para as análises de carne, pela gentileza que sempre nos recebeu e por sempre estar disposta a ajudar a todos. Admiro a sua força, paixão pelo seu trabalho e energia! Espelho-me muito na senhora!

Aos amigos das análises de carne, Thaís e Caio por terem compartilhado seus conhecimentos cárneos, pela disposição em ajudar sempre, pelos momentos de alegrias e desabafos da vida acadêmica.

Ao Prof. Dr. Cristian Marcelo Villegas Lobos, pelas análises estatísticas, pela paciência e boa vontade em nos ajudar.

Aos funcionários da ESALQ-USP do Departamento de Engenharia de Biosistemas: Davilmar, Sr. Luís, Sr. Ivan, Sr. Antônio e Beatriz; Departamento de Solos: Gilmar, Paulinha e Antônio; Departamento de Exatas: Jorge e Eduardo; CENA: Admilson; Biblioteca: Vilma; Serviço de Pós-Graduação: Maria Helena, Lia e Rodrigo. Pela disposição em ajudar, gentileza e boa vontade em todos os momentos, que muitas vezes não vimos em todos os lugares. Muito obrigada por tudo!

Aos funcionários da Frangoeste Juliano, Vado, Paulo Belini, Bernadete, Paulo, Nilson, Alemão, Eliésio, Dora, Cássia, Guto, Ronaldo, Everton, Sr. Tarcísio e Rodrigo. Por terem nos proporcionado a oportunidade de realizar esse projeto. Por serem profissionais excelentes que sempre nos receberam da melhor maneira possível, buscando sempre transmitir e captar conhecimentos, e pela gentileza em todos os momentos.

Aos Prof. Dr. Jarbas Honório Miranda, Prof. Dr. Gabriel Adrian Sarriés e Dra. Sônia Maria de Stefano Piedade pela disposição em ajudar, pelos conselhos e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Pedro Esteves Duarte Augusto por ter permitido a realização das análises de força de cisalhamento. E sua orientada, Nanci que sempre esteve disposta a ajudar e pela gentileza em todos os momentos.

EPÍGRAFE

“Pai nosso que estás nos céus, santificado seja o vosso nome.

Venha a nós o vosso reino.

Seja feita a vossa vontade, assim na terra como no céu.

O pão nosso de cada dia nos dai hoje.

Perdoai as nossas ofensas assim como nós perdoamos a quem nos tem ofendido.

E não nos deixeis cair em tentação, mas livrai-nos do mal.

Amém”

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. PRINCIPAIS LESÕES CAUSADAS PELO MANEJO INADEQUADO EM FRANGO DE CORTE	17
2.2. PERDAS PRODUTIVAS ORIUNDAS DO PERÍODO DE CRIAÇÃO.....	18
2.3. PERDAS PRODUTIVAS ORIUNDAS DO PERÍODO PRÉ-ABATE	21
2.4. QUALIDADE DA CARNE.....	30
REFERÊNCIAS.....	32
3. CARACTERIZAÇÃO DA FASE DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE EM GALPÕES CONVENCIONAIS, TRANSPORTE E ESPERA NO FRIGORÍFICO	43
RESUMO	43
ABSTRACT	43
3.1. INTRODUÇÃO	44
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	45
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.4. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	60
REFERÊNCIAS.....	61
4. INFLUÊNCIA DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO NA GERAÇÃO E GRAU DE SEVERIDADE DE LESÕES EM FRANGOS DE CORTE	67
RESUMO	67
ABSTRACT	67
4.1. INTRODUÇÃO	68
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	69
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4.4. CONCLUSÕES PARCIAIS.....	85
REFERÊNCIAS.....	85
5. QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE: CASE NOS AVIÁRIOS CONVENCIONAS COM DIFERENTES LINHAGENS	91
RESUMO	91
ABSTRACT	91
5.1. INTRODUÇÃO	92
5.2. MATERIAL E MÉTODOS	93
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	98
5.4. CONCLUSÕES PARCIAIS.....	103
REFERÊNCIAS.....	103
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	111

RESUMO

Avicultura de corte: avaliação do sistema de produção convencional nas perdas produtivas e na qualidade do produto final

Objetivou-se por meio deste trabalho caracterizar a influência do sistema de criação convencional de frangos de corte nas perdas produtivas desde a criação até a obtenção do produto final. Foram acompanhados 4 ciclos de produção até o produto final. A caracterização climática (temperatura, umidade relativa e entalpia específica do ar) ocorreu nas etapas de criação, transporte e espera das aves. A qualidade de cama do aviário (porcentagem de umidade) foi avaliada no início e final do ciclo de criação. No dia da apanha e carregamento das aves, uma amostragem de 80 aves foi selecionada aleatoriamente e identificada por anilhas para análise de lesão I (limpeza de plumagem). Durante o transporte ocorreu a caracterização da viagem (duração, distância percorrida e infraestrutura da rodovia), condições climáticas ambientais e mensuração dos níveis de vibração do caminhão. No frigorífico, a espera das aves foi caracterizada pela duração, tipologia do galpão e condições climáticas do ambiente. Na descarga, ocorreu a análise de lesões II (pododermatite, lesão de joelho, arranhão antigo e recente, fratura de asa e perna antiga e recente) e quantificação da mortalidade das aves. E selecionadas aleatoriamente 10 aves por linhagem (HUBB, ROSS/COBB e COBB), totalizando 30 aves. Após 24 horas do abate, os peitos de frango foram analisados com relação a cor (L*- luminância, a*- vermelho e b*- amarelo), pH, perda de peso por gotejamento e cocção, e força de cisalhamento. Realizou-se uma classificação em carne DFD-like (escura, dura e seca), normal e PSE-like (pálida, mole e exsudativa). Verificou-se uma heterogeneidade estrutural nos galpões, nas variáveis bioclimáticas e no conforto térmico das aves, proporcionando condições de estresse térmico pelo frio nas primeiras semanas de vida e pelo calor na fase adulta. A mortalidade de chegada ao frigorífico (DOA) mostrou-se relacionada com maior mortalidade durante a criação (DOF) e características do transporte (maior duração e distância de viagem). A alta umidade de cama mostrou uma relação com maior sujidade de plumagem e dermatites de contato. A lesão de joelho, pododermatite e arranhão da criação foram influenciados pela densidade de alojamento na criação. O arranhão gerado durante o período pré-abate foi relacionado com maior tempo de espera e estresse térmico. A fase de criação foi responsável pelos maiores níveis de ocorrência e severidade de lesões. A incidência de carne PSE-like foi 15% e possuiu relação com desconforto térmico das aves durante o transporte (altos valores de entalpia específica do ar e duração). Assim o sistema de criação convencional de frangos de corte influenciou nas perdas produtivas desde a criação até a obtenção do produto final.

Palavras-chave: Pré-abate; Lesões de carcaça; Mortalidade; Qualidade de carne

ABSTRACT

Poultry industry: evaluation of the conventional production system in productive losses and final product quality

The aim of this study was to characterize the influence of the conventional broiler rearing system on the productive losses from the rearing to the final product. Four production cycles were studying until the final product. Climatic characterization (air temperature, relative humidity, and specific enthalpy of air) occurred during the rearing, transport, and lairage. The litter quality of the aviary (percentage of moisture) was performed at the beginning and end of the rearing cycle. On the day of catching and loading of the birds, a sample of 80 birds was randomly selected and identified for analysis of lesion I (Plumage cleanliness). During transportation, the characterization of the travel (duration, distance traveled and highway infrastructure), environmental climatic conditions and measurement of vibration levels of the truck occurred. At the slaughterhouse, lairage was characterized by the length, typology of the barn and climatic conditions of the environment. In the discharge, the analysis of lesions II (pododermatitis, hock burn, old and recent scratch, old and recent wing and leg fracture) and quantification of the mortality of the birds occurred. And 10 bird of each breed (HUBB, ROSS/COBB e COBB) were randomly selected (totaling 30 birds). After 24 hours of slaughter, the chicken breasts were analyzed for color (L*- luminance, a*- red and b*-yellow), pH, drip loss, cooking loss and shear force. And classified in DFD-like (dark, firm, and dry), normal and PSE-like (pale, soft, and exudative) meat. There was a structural heterogeneity in the barns, in the bioclimatic variables and in the thermal comfort of the birds, providing conditions of thermal stress by the cold in the first weeks of life and by the heat in the adult phase. The dead on arrival (DOA) was related to higher dead on the farm (DOF) and transport characteristics (longer duration and distance of travel). The high litter moisture showed a relation with greater dirt plumage and dermatitis. The hock burn, pododermatitis, and scratch of the rearing were influenced by the stocking density in the rearing. The scratching generated during the pre-slaughter period was related to longer lairage time and thermal stress. The rearing phase was responsible for the higher levels of occurrence and severity of lesions. The incidence of PSE-like meat was 15% and had relation with the thermal discomfort of the birds during transport (high values of specific enthalpy of air and duration). Thus, the conventional broiler rearing system influenced the productivity losses from the rearing until the final product was obtained.

Keywords: Pre-slaughter; Carcass lesions; Mortality; Meat quality

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MODELO DO GALPÃO CONVENCIONAL DE PRESSÃO POSITIVA ESTUDADO VISÃO EXTERNA (A) E INTERNA (B)	45
FIGURA 2. FLUXOGRAMA GERAL DA PESQUISA	46
FIGURA 3. POSICIONAMENTO DAS CAIXAS DE TRANSPORTE (REPRESENTADAS EM CINZA) NO CAMINHÃO DURANTE O TRANSPORTE DA GRANJA PARA O FRIGORÍFICO NA VISÃO LATERAL (A) E TRASEIRA (B).....	47
FIGURA 4. MOLHAMENTO DA CARGA DO CAMINHÃO (A) E GALPÃO DE ESPERA DOS CAMINHÕES (B) NO FRIGORÍFICO	49
FIGURA 5. VALORES DAS MÉDIAS SEMANAIS DE TEMPERATURA DO AR (°C) (A), UMIDADE RELATIVA DO AR (%) (B), ENTALPIA ESPECÍFICA DO AR (KJ/KG DE AR SECO) (C) NOS QUATRO GALPÕES E AS FAIXAS DE CONFORTO AO LONGO DAS SEMANAS DE CRIAÇÃO DOS FRANGOS DE CORTE	52
FIGURA 6. VALORES DAS MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DE TEMPERATURA DO AR (°C) (A), UMIDADE RELATIVA DO AR (%) (B) E ENTALPIA ESPECÍFICA DO AR (KJ/KG DE AR SECO) (C) DURANTE O TRANSPORTE DA GRANJA ATÉ O FRIGORÍFICO E A FAIXA DE CONFORTO PARA IDADE DAS AVES.....	56
MÉDIAS SEGUIDAS DAS MESMAS LETRAS MINÚSCULAS NAS BARRAS NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA (P > 0,05) PELO TESTE DE KRUSKAL WALLIS.....	56
FIGURA 7. VALORES DAS MÉDIAS E DESVIOS-PADRÃO DE TEMPERATURA DO AR (°C) (A), UMIDADE RELATIVA DO AR (%) (B) E ENTALPIA ESPECÍFICA DO AR (KJ/ KG DE AR SECO) (C) DURANTE A ESPERA NO FRIGORÍFICO E A FAIXA DE CONFORTO TÉRMICO PARA IDADE DAS AVES	57
MÉDIAS SEGUIDAS DAS MESMAS LETRAS MINÚSCULAS NAS BARRAS NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA (P > 0,05) PELO TESTE DE KRUSKAL WALLIS.....	57
MÉDIAS SEGUIDAS DAS MESMAS LETRAS MINÚSCULAS NAS LINHAS NÃO APRESENTARAM DIFERENÇA (P > 0,05) PELO TESTE DE KRUSKAL WALLIS	58
FIGURA 8. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PORCENTAGEM DE MORTALIDADE (DOA%) POR CAMINHÃO E LOTE, E AS FAIXAS DE EXCELÊNCIA E ACEITÁVEL DE MORTALIDADE NO FRIGORÍFICO	60
FIGURA 9. FLUXOGRAMA GERAL DA PESQUISA	69
FIGURA 10. ESCORE DE LIMPEZA DE PLUMAGEM EM FRANGOS DE CORTE. FONTE: ADAPTADO WELFARE QUALITY (2009A)	70
FIGURA 11. ESCORE DE LESÃO DE JOELHO EM FRANGOS DE CORTE. FONTE: ADAPTADO WELFARE QUALITY (2009A).....	72
FIGURA 12. ESCORE DE PODODERMATITE EM FRANGOS DE CORTE. FONTE: ADAPTADO WELFARE QUALITY (2009A).....	72
FIGURA 13. ARRANHÃO SIMPLES (A) E PROFUNDO (B) ORIUNDOS DA CRIAÇÃO, E ARRANHÃO PROFUNDO (C) ORIUNDO DO PERÍODO PRÉ-ABATE	73
FIGURA 14. RELAÇÃO ENTRE A DENSIDADE DE ALOJAMENTO (AVES/M ²) E O VALOR DA MÉDIA DA PORCENTAGEM GERAL DE UMIDADE DE CAMA (%) NOS GALPÕES ESTUDADOS.	76
FIGURA 15. VALORES DAS PORCENTAGENS DE AVES (%) ACOMETIDAS PELA PRESENÇA DE SUJIDADE NA PLUMAGEM, LESÃO DE JOELHO E PODODERMATITE EM COMPARAÇÃO COM A MÉDIA DA PORCENTAGEM DE UMIDADE DE CAMA (%) DO GALPÃO.....	77

FIGURA 16. PORCENTAGEM DE AVES ACOMETIDAS POR ALGUM GRAU DE SUJIDADE (%) EM RELAÇÃO AO VALOR DA MÉDIA GERAL DE UMIDADE DE CAMA (%) (A) E DENSIDADE DE ALOJAMENTO DO GALPÃO (AVES/M²) (B).....	78
FIGURA 17. PORCENTAGEM DE AVES ACOMETIDAS POR ALGUM GRAU DE LESÃO DE JOELHO (%) EM RELAÇÃO AO VALOR DA MÉDIA GERAL DE UMIDADE DE CAMA (%) (A) E DENSIDADE DE ALOJAMENTO DO GALPÃO (AVES/M²) (B).....	79
FIGURA 18. PORCENTAGEM DE AVES ACOMETIDAS POR ALGUM GRAU DE PODODERMATITE (%) EM RELAÇÃO AO VALOR DA MÉDIA GERAL DE UMIDADE DE CAMA (%) (A) E DENSIDADE DE ALOJAMENTO DO GALPÃO (AVES/M²) (B).....	81
FIGURA 19. VALORES DAS PORCENTAGENS DE AVES (%) ACOMETIDAS POR ESCORE DE LIMPEZA DE PLUMAGEM (A), LESÃO DE JOELHO (B) E PODODERMATITE (%) EM CADA GALPÃO	82
FIGURA 20. VALORES DAS PORCENTAGENS DE AVES (%) ACOMETIDAS POR ESCORE DE ARRANHÃO NA CRIAÇÃO (A) E NO PERÍODO PRÉ-ABATE (B) EM CADA GALPÃO	83
FIGURA 21. VALORES DAS PORCENTAGENS DE AVES (%) ACOMETIDAS POR DANOS ORIUNDOS DA CRIAÇÃO E DO PERÍODO PRÉ-ABATE EM TODOS OS GALPÕES ESTUDADOS	84
FIGURA 22. FLUXOGRAMA GERAL DA PESQUISA	94
FIGURA 23. ANALISADOR DE TEXTURA MODULADO, MODELO TA.XT PLUS, STABLE MICRO SYSTEMS LTD.; EQUIPADO COM A LÂMINA WARNER BRATZLER UTILIZADO NESTE PROJETO.....	97

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. DIFERENTES SUBSTRATOS DE CAMA E AS LESÕES DE CARÇAÇA GERADAS ..	20
TABELA 2. MÉTODOS DE APANHA DAS AVES E AS LESÕES GERADAS EM CADA PROCEDIMENTO	23
TABELA 3. DENSIDADES DE AVES POR CAIXA DE TRANSPORTE RECOMENDADAS NA LITERATURA.....	24
TABELA 4. COMPILADO DA LITERATURA ABORDANDO PAÍS DE ESTUDO, TIPO DE ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO, TAMANHO DA AMOSTRA, MÉDIA DA MORTALIDADE DOA% (MÍNIMO E MÁXIMO) E OS FATORES DE RISCO IDENTIFICADOS.....	27
TABELA 5. CARACTERÍSTICAS DOS ALOJAMENTOS DOS FRANGOS DE CORTE NOS GALPÕES CONVENCIONAIS ESTUDADOS.....	50
TABELA 6. VALORES DAS MÉDIAS SEMANAIS E DOS DESVIOS PADRÃO (DP) DE TEMPERATURA DO AR (°C) NOS GALPÕES DE FRANGO DE CORTE DURANTE A CRIAÇÃO.	53
TABELA 7. VALORES DAS MÉDIAS SEMANAIS E DOS DESVIOS PADRÃO (DP) DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NOS GALPÕES DE FRANGO DE CORTE DURANTE A CRIAÇÃO	53
TABELA 8. VALORES DAS MÉDIAS SEMANAIS E DOS DESVIOS PADRÃO (DP) DE ENTALPIA ESPECÍFICA DO AR SEMANAL (KJ/KG DE AR SECO) NOS GALPÕES DE FRANGO DE CORTE DURANTE A CRIAÇÃO DE ACORDO COM A FAIXA DE CONFORTO.....	54
TABELA 9. CARACTERÍSTICAS DOS TRANSPORTES DAS GRANJAS ATÉ O FRIGORÍFICO ...	55
TABELA 10. VALORES DAS MÉDIAS DE TEMPERATURA DO AR (T °C), UMIDADE RELATIVA DO AR (UR %) E ENTALPIA ESPECÍFICA DO AR (H KJ/KG DE AR SECO) DURANTE A CRIAÇÃO, TRANSPORTE E ESPERA NOS GALPÕES ESTUDADOS	58
TABELA 11. PORCENTAGEM DA MORTALIDADE (DOA%) NO FRIGORÍFICO POR CAMINHÃO E POR LOTE	59
TABELA 12. VALORES DAS MÉDIAS DAS PORCENTAGENS, OS DESVIOS PADRÃO E MÉDIAS GERAIS DA UMIDADE DE CAMA NO DI E DF, NÚMERO DE REUTILIZAÇÕES DA CAMA E DENSIDADE DE ALOJAMENTO (AVES/M ²) NOS GALPÕES DE ESTUDADOS.....	75
TABELA 13. VALORES DAS PORCENTAGENS DE AVES (%) ACOMETIDAS PELA PRESENÇA DE SUJIDADE DE PLUMAGEM, LESÃO DE JOELHO E PODODERMATITE EM COMPARAÇÃO COM A MÉDIA DA PORCENTAGEM DE UMIDADE DE CAMA GERAL (%) DO GALPÃO	76
TABELA 14. VALORES DAS PORCENTAGENS DE AVES (%) POR ESCORE DE LIMPEZA DE PLUMAGEM E A PORCENTAGEM DE UMIDADE DE CAMA GERAL (%) EM CADA GALPÃO	78
TABELA 15. VALORES DAS PORCENTAGENS DE AVES (%) ACOMETIDAS POR ESCORE DE LESÃO DE JOELHO, A PORCENTAGEM DE UMIDADE DE CAMA GERAL (%) E MORTALIDADE NA GRANJA E NO FRIGORÍFICO EM CADA GALPÃO	79
TABELA 16. VALORES DAS PORCENTAGENS DE AVES (%) ACOMETIDAS POR ESCORE DE PODODERMATITE E A PORCENTAGEM DE UMIDADE DE CAMA GERAL (%) EM CADA GALPÃO	80
TABELA 17. VALORES DAS PORCENTAGENS DE AVES (%) ACOMETIDAS POR ARRANHÃO, FRATURA DE PERNA E ASA DURANTE A CRIAÇÃO (C) E PERÍODO PRÉ-ABATE (PA), E AS ENTALPIAS ESPECÍFICAS DO AR (KJ/KG DE AR SECO) DURANTE O TRANSPORTE E ESPERA DE CADA GALPÃO.....	83
TABELA 18. CLASSIFICAÇÃO DE MACIEZ DA CARNE DE FRANGO DE ACORDO COM A FORÇA DE CISALHAMENTO.....	97
TABELA 19. CLASSIFICAÇÃO DO MÚSCULO DO PEITO (PECTORALIS MAJOR) EM NORMAL E PSE-LIKE COM RELAÇÃO AO PH 24H E COR (L*24H).	97

TABELA 20. VALORES DAS MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO (DP) DAS VARIÁVEIS COR (L*, A* E B*), FORÇA DE CISALHAMENTO (FC), PERDA DE PESO POR COCÇÃO (PPC), PERDA DE PESO POR GOTEJAMENTO (PPG) E PH DO PEITO DAS AVES..... 99

TABELA 21. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CARNE PSE-LIKE ENCONTRADA NA PESQUISA: COR, PH, PERDA DE PESO POR GOTEJAMENTO (PPG), PERDA DE PESO POR COCÇÃO (PPC) E FORÇA DE CISALHAMENTO (FC) DAS AMOSTRAS DE PEITO DE FRANGO 102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Intensidade de vermelho da carne
aj	Aceleração instantânea
b*	Intensidade de amarelo da carne
C	Período de criação das aves
DF	Dia final do ciclo de produção das aves
DFD-like	Carne escura, dura e seca
DI	Dia inicial do ciclo de produção das aves
DOA	Mortalidade das aves na chegada ao frigorífico
DOF	Mortalidade das aves durante a criação
FC	Força de cisalhamento
H	Entalpia específica do ar
L*	Luminância da carne
P	Pressão atmosférica do local
PA	Período pré-abate das aves
p _B	Pressão barométrica
PPC	Perda de peso por cocção
PPG	Perda de peso por gotejamento
PSE-like	Carne pálida, mole e exsudativa
RMS	Raiz quadrática média
RSS	RMS resultante
T	Temperatura do ar
t	Temperatura de bulbo seco
UR	Umidade relativa do ar
z	Altitude

1. INTRODUÇÃO

A avicultura de corte brasileira possui uma grande importância econômica no Brasil e no mundo. Apesar dos grandes investimentos em novas tecnologias a produção brasileira ainda se concentra em galpões convencionais (MOURA, 2016), caracterizados pelas extremidades abertas, ventiladores em pressão positiva, comedouros automáticos e bebedouros *nipple*, e pouca relevância é dada às perdas ao longo da cadeia de produção.

De acordo com a Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) e da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) preveem que a produção de frango de corte se torne a proteína animal mais produzida e consumida no mundo a partir de 2020.

A força da avicultura de corte brasileira é comprovada pelas posições de destaque que ocupa no cenário mundial, sendo o maior exportador desde 2005 e o segundo maior produtor mundial de carne de frango desde 2015. Em contra partida, tem-se as perdas produtivas ao longo da cadeia de produção avícola, pois conforme levantamento feito pela União Brasileira de Avicultura (UBABEF, 2016), cerca de 1,1% do total de cabeças de ave abatidas foram de condenações parciais desnecessárias.

Estes números em dados nacionais de 2016 representam 5,86 bilhões de cabeças de frangos foram abatidas, 64,46 milhões de cabeças foram condenadas parcialmente, resultando em 145,09 milhões de quilos (considerando o peso médio abatido de 2016 que foi 2,25 kg/ave) foram desperdiçadas, quando poderiam ser utilizadas para consumo no mercado interno e contabilizariam R\$ 58,98 milhões, ou para exportação gerando US\$ 1,69 milhões.

Em função desses problemas torna-se de grande importância estudos e avaliações que possam detectar onde ocorrem as diferentes perdas, pois estão principalmente relacionadas com as partes nobres da carcaça (coxa, sobrecoxa, asas e peito), diminuição do rendimento e no valor da carne, além de encarecer e aumentar o tempo de processo de produção. Os estudos desenvolvidos até o momento abordam as questões quantitativas das perdas e superficialmente sobre a qualificação das lesões, mostrando a carência de estudos sobre os impactos no produto final e para toda a cadeia da avicultura de corte.

De acordo com as argumentações anteriores, os objetivos dessa pesquisa foram:

Objetivo geral

- Caracterizar a influência do sistema de criação convencional de frangos de corte nas perdas produtivas desde a criação até a obtenção do produto final.

Objetivos específicos

- Caracterizar as condições bioclimáticas das etapas de produção (criação em galpões convencionais de frango de corte, transporte e espera no frigorífico) e o impacto das características desses processos na mortalidade das aves na chegada ao frigorífico (DOA).

- Identificar quais etapas de produção (criação e período pré-abate) são responsáveis pelos maiores níveis de ocorrência e severidade de lesões de carcaça em frangos de corte.

- Relacionar a qualidade do produto final com as linhagens e as características de criação e período pré-abate.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Principais lesões causadas pelo manejo inadequado em frango de corte

As dermatites de contato (pododermatite, lesão de joelho e peito), calo de peito, arranhões, fraturas e hematomas são as principais lesões de carcaça em frangos de corte, e são causadas pelo manejo inadequado durante o período de criação e pré-abate na granja e frigorífico. Esses fatores podem servir como indicadores de bem-estar e sanidade das aves, além de sinalizar quais foram as condições de criação, ajudando a minimizar os vultuosos prejuízos econômicos gerados por estas perdas.

Dermatite de contato é uma inflamação da pele que resulta, principalmente, em lesões no coxim plantar, joelho e peito das aves, podendo se tornar ulcerada e com crosta sobre a lesão. Desta forma é considerada um dos principais problemas de bem-estar de frangos de corte de acordo com o Comitê Científico da Saúde e do Bem-Estar Animal (ALLAIN et al., 2009).

Pododermatite e lesão de joelho se iniciam como áreas descoloridas de pele e com ligeira hiperqueratose nos coxins plantares e joelhos, respectivamente; em quadros severos provocam lesões ulceradas profundas, necrose de epiderme e inflamação subcutânea, que são muito dolorosas para as aves, e podem servir como porta de entrada para infecções bacterianas, afetando a sanidade do lote e os índices zootécnicos na granja (MICHEL et al., 2012; BASSLER et al., 2013).

A pododermatite tem ganhado cada vez mais destaque devido a sua importância econômica, pois o aumento das exportações das patas levou a um escalonamento dos preços, e se tornaram a terceira parte da carcaça de frango de maior importância econômica, atrás apenas do peito e asas. É usada como um critério de auditoria nas avaliações de bem-estar de aves nas granjas da Europa e Estados Unidos (BERG, 2004; SHEPHERD et al., 2010; JACOBS et al., 2016c; DAWKINS et al., 2017).

Calo de peito ou bursite esternal é uma dermatite causada pela pressão duradoura sobre a quilha, que posteriormente é preenchida por líquido e aumenta de volume, podendo ter a região amolecida, descolorida e infectada (MC CUNE; DELLMANN, 1968; WELFARE QUALIY, 2009).

A pododermatite, lesão de joelho e peito estão relacionadas positivamente e podem ocorrer simultaneamente, estando associadas, principalmente, a qualidade de cama (SARAIVA et al., 2016). Assim, é influenciada por uma interação complexa de vários fatores que envolvem o sistema de produção, genética, densidade de alojamento do galpão, índices zootécnicos, sanidade do lote, nutrição, qualidade da cama e manejo na granja (MENZIES et al., 1998; NAGARAJ et al., 2007).

As lesões podem se desenvolver inicialmente nos coxins, em seguida nos joelhos e finalmente no peito das aves pelo contato prolongado com cama de má qualidade (GREENE et al., 1985). Porém alguns autores na literatura relatam fraca associação entre pododermatite e lesão de joelho (KRISTENSEN et al., 2006; HASLAM et al., 2008), e até mesmo correlações negativas entre estas lesões e o calo de peito (ALLAIN et al., 2009).

O peso das aves também pode influenciar no desenvolvimento destas lesões, pois aves mais leves tendem a não apresentar lesões de joelho, enquanto aves com peso moderado podem

apresentar lesões leve de joelho e pododermatite, e aves mais pesadas apresentam severas lesões de joelho e peito (SARAIVA et al., 2016).

Arranhões são lesões cutâneas lineares nas pernas, região dorsal e ventral das aves, podendo servir como porta de entrada para microrganismos, e comprometer a sanidade do lote (BROOM; REEFMANN, 2005; ALLAIN et al., 2009).

A incidência de arranhões pode ser afetada pela densidade de alojamento, espaçamento entre os comedouros e bebedouros, níveis de atividade das aves, escassez de alimento, manejo, linhagem das aves, transporte e densidade de aves por caixa de transporte (PROUDFOOT, 1973; BILGILL, 1990; FRANKENHUIS et al., 1991; BROOM; REEFMANN, 2005).

Os arranhões podem apresentar uma correlação negativa com a dermatite de contato, pois aves com dermatites severas nas pernas possuem menor habilidade de locomoção (KRISTENSEN et al., 2006), sendo menos ativas e permanecendo mais tempo deitadas, sendo mais propensas a desenvolver calo de peito e menos propensas a escalar ou infligir arranhões em outras aves (ALLAIN et al., 2009).

Fraturas podem ser definidas como o desprendimento dos discos epifisários e presença de hemorragia visível em torno de uma articulação, podendo ser classificada como fraturas abertas ou fechadas (KITTELSEN et al., 2015b). Asas ou pernas deslocadas da angulação natural também são consideradas fraturas (GRANDIN, 2010).

As fraturas podem ser ocasionadas durante a apanha, engradamento das aves, transporte, espera e retirada das aves das caixas de transporte (WELFARE QUALITY, 2009). E pode sofrer influência do método de apanha, dos funcionários encarregados da apanha, do peso das aves e do método de abate (LANGKABEL et al., 2015; KITTELSEN et al., 2015b).

Hematoma é uma descoloração da pele ou do tecido subcutâneo devido à presença de sangue maior que 1 cm² no peito e perna, e maior que 2 cm² na asa da ave, e ocorre como resultado de um trauma (NIDJAM et al., 2004; GOUVEIA et al., 2009). Os fatores que podem favorecer a presença de hemorragias musculares são diversos, como genética, condições climáticas e de criação, nutrição, infecções, toxinas, jejum alimentar, apanha e transporte das aves (KRANEM et al., 2000). Além dos hematomas serem resultado de um bem-estar pobre, também leva à desclassificação de carcaça, e devem ser evitados (GOUVEIA et al., 2009).

2.2. Perdas produtivas oriundas do período de criação

2.2.1. Densidade de criação

A densidade de alojamento é um fator crítico na indústria avícola, influenciando no retorno econômico da produção, pois maiores receitas podem ser adquiridas colocando mais aves por metro quadrado, pois os custos dos salários dos trabalhadores, manutenção da granja e insumos são diluídos (ESTEVEZ, 2007; TSIORIS et al., 2015), em detrimento da saúde e bem-estar das aves.

A densidade de alojamento deve levar em consideração a linhagem das aves, as condições de manejo e climáticas para permitir uma condição de bem-estar as aves e boa qualidade de carcaça (MOREIRA et al., 2001).

Na literatura encontram-se diversas legislações e protocolos internacionais que recomendam densidades de alojamento máximas de 30 kg/m² (SWITZERLAND, 2011), 34 kg/m² a 42 kg/m² (EC, 2007), 38 kg/m² (NEW ZEALAND, 2012) e 42,5 kg/m² (WELFARE QUALITY, 2010).

A densidade do aviário afeta a qualidade da cama de frango, e conseqüentemente a qualidade de carcaça e produtividade do frango de corte, pois gera aumento da umidade na cama de frango podendo causar não somente pododermatite severa, mas também reduzir a performance e o rendimento de carcaça dos frangos, por causa da menor ingestão de ração e água, ocasionado menor ganho de peso e indução de lesões (joelho e peito), ocasionando rejeição destas partes no frigorífico (JONG et al., 2014).

A incidência de lesões é influenciada pela densidade do aviário, pois altas densidades afetam a intensidade e severidade de problemas locomotores; possuem um efeito linear significativo na geração de dermatites (pododermatite, joelho e peito) pelo contato com uma cama de má qualidade, lesões e injúrias na pele, como hematomas e arranhões pela aglomeração de aves (SKRBIE et al., 2009; MENDES et al., 2012).

A densidade aviária pode ter uma correlação positiva com a incidência de calo de peito e arranhões, pois quanto maior a densidade, menor o grau de empenamento, levando a maior exposição da pele abdominal, contribuindo para desenvolvimento de calo de peito e arranhões; as aves podem se mover menos, assim passam mais tempo deitadas em contato com a cama, levando ao desenvolvimento de calo de peito, e devido ao menor espaço, as aves ficam propensas a escalar, perturbar e arranhar outras aves para ter acesso aos comedouros e bebedouros (HARRIS et al., 1978; ALLAIN et al., 2009).

Altas densidades de alojamento estão associadas com altas temperaturas ambientais que influenciam o bem-estar das aves, principalmente quando o ambiente de criação possui um controle ambiental inadequado e incapaz de prover conforto térmico para as aves, podendo favorecer a incidência de arranhões nas mesmas (PILLECO et al., 2011).

2.2.2. Influência da qualidade da cama do aviário

Os frangos de corte passam a maior parte de suas vidas em contato com a cama do aviário, que possui função de absorver e armazenar a água dos excrementos das aves e do sistema de bebedouro, até que esta seja evaporada e removida do galpão pelo sistema de ventilação (DUNLOP et al., 2016).

A alta umidade da cama é um problema multifatorial na produção avícola (VAN DER HOEVEN-HANGOOR et al., 2014), afetando o bem-estar das aves, saúde do lote, segurança alimentar e eficiência produtiva (DUNLOP et al., 2015). A cama é definida como úmida quando apresenta mais que 25% de umidade (COLLETT et al., 2012).

A qualidade da cama é uma causa primária no desenvolvimento das dermatites de contato. O aumento da umidade da cama aumenta a incidência de pododermatite, reduz o desempenho da ave e aumenta as condenações de carcaça no frigorífico, além de afetar negativamente outros indicadores de bem-estar, como limpeza de plumagem, dermatite de peito, lesão de joelho e locomoção; e a questão econômica (DE JONG et al., 2014).

Muitos elementos estão envolvidos na qualidade da cama do aviário, diretamente ou possuindo um efeito na sanidade do lote ou no comportamento, como por exemplo, temperatura e umidade relativa externa e dentro do galpão de criação, sistema de produção, estação do ano, linhagem das aves, programa de luz e distribuição da iluminação no aviário, sistema de manejo dos bebedouros (tipo, pressão da água e altura da linha do bebedouro), manejo de cama (tipo de substrato, profundidade de cama, reuso etc), programas sanitários, curtos períodos de vazios entre os lotes, nutrição com alta densidade de nutrientes, região do pinteiro e outros fatores (BILGILI et al., 2009; SHEPHERD et al., 2010; DE JONG et al., 2013; DE JONG et al., 2015).

As propriedades da cama dependem do tipo, quantidade e qualidade do material escolhido como substrato, pois a umidade da cama depende da capacidade de absorção e evaporação da umidade do substrato, influenciada pelo tamanho das partículas empregadas, que podem ter efeito abrasivo, como bordas afiadas das grandes partículas de madeira e palha picada (BILGILI et al., 2009). Na tabela 1 são apresentados os principais substratos usados como cama e as lesões mais comuns.

Tabela 1. Diferentes substratos de cama e as lesões de carcaça geradas

Substrato de cama	Lesões	Referência
Palha picada Maravalha	Maior incidência de dermatites de contato em palha picada	Sirri et al. (2007)
Maravalha de pinho Palha picada Resíduo de algodão-gim Aparas de pinus Areia Terra	Areia e terra apresentaram menor incidência e severidade das lesões de pododermatite em comparação com os outros substratos estudados	Bilgili et al. (2009)
Bagaço de cana Maravalha Casca de arroz Capim Napier Bagaço de cana e casca de arroz Bagaço de cana e maravalha	Maior proporção de lesões de coxim plantar nas aves criadas sobre a cama de Napier em comparação com a maravalha. Porém não houve diferença do tipo de cama na incidência de arranhões, hematomas e dermatites	Garcia et al. (2011)

A tipologia, gestão do galpão e sistema de ventilação influenciam a qualidade da cama, pois controlam a temperatura, umidade relativa do ar e fluxo de ventilação. Assim, uma ventilação inadequada pode levar a uma alta umidade relativa do ar, e conseqüentemente aumentar a umidade da cama (HERMANS et al., 2006).

A nutrição é importante no desenvolvimento de dermatites, pois além de influenciar na consistência das fezes e conseqüentemente na qualidade de cama, está relacionada com a melhoria da qualidade e resistência da pele (SHEPHERD et al., 2010; DE JONG et al., 2013). No estudo de De Jong et al. (2015) foi relatada menor incidência de pododermatite e lesão de joelho em dietas com baixa energia em comparação com as de alta energia.

As linhagens de rápido crescimento tendem a permanecer mais tempo sentadas a partir da terceira semana de idade, ficando com o joelho e peito em contato com a cama, aumentando a incidência de dermatites nestas regiões, além da pododermatite, podendo causar dor e impossibilitar o acesso ao comedouro e bebedouro, levando ao menor ganho de peso e desenvolvimento da ave (ALLAIN et al., 2009; ALVINO et al., 2009).

Doenças que levam à diarreia são potenciais contribuintes para piorar a qualidade de cama, como a coccidiose intestinal por *Eimeria maxima*, *Eimeria acervulina* e *Eimeria necatrix* (DUNLOP et al., 2015).

O reuso da cama de frango de corte em múltiplos lotes é uma prática comum no Brasil e nos Estados Unidos (ROLL et al., 2011). Para que isto seja viável é necessário o tratamento/compostagem da cama para eliminação ou redução de patógenos (MARTINS et al., 2013). Porém, este processo pode acarretar o desenvolvimento de pododermatite em decorrência da alta concentração de amônia e umidade da cama (SHEPHERD; FAIRCHILD, 2010).

Por estas razões é considerado um desafio manter a cama seca até o final do ciclo de produção, pois conforme as aves crescem e atingem o peso próximo do abate, ocorre o aumento da umidade e nutrientes na cama; necessitando assim um equilíbrio entre a reposição da cama de frango, custo desta troca e disponibilidade de substratos alternativos, em épocas de escassez ou difícil acesso (BILGILI et al., 2009).

2.3. Perdas produtivas oriundas do período pré-abate

O período pré-abate é composto pela apanha dos frangos de corte, colocação destes nas caixas, transporte da granja até o abatedouro, espera no frigorífico e pendura das aves na nória. Assim este período envolve todas as atividades e processos antes da insensibilização das aves.

Esta é uma etapa importante, pois a criação das aves depende de recursos e leva vários dias até atingir idade, peso e qualidade de carcaça adequados. Porém, todo este esforço pode ser perdido dentro de poucas horas antes do abate, resultando em danos ao bem-estar das aves e perdas produtivas, relacionadas com perda de peso das aves, lesões na carcaça, condenações, mortalidade, qualidade da carne e, conseqüentemente, redução do lucro (ADZITEY, 2011; NIJAM et al., 2004).

Os frangos de corte nesta fase também estão sujeitos a potenciais fatores estressantes como manuseio, barulho, vibração, desconforto térmico, jejum alimentar e hídrico, ambientes desconhecidos, alta densidade populacional e quebra dos grupos sociais (EFSA, 2011).

As perdas produtivas estão relacionadas com problemas no bem-estar das aves, influenciando as taxas de mortalidade, desordens esqueléticas e musculares, ascite, síndrome da

morte súbita, problemas respiratórios, desconforto térmico, aumento da suscetibilidade das aves ao estresse e lesões por dermatite de contato (ALLAIN et al., 2009). Além dessas, deve-se considerar as amputações em animais vivos, provocadas pelo manuseio inadequado das aves durante a apanha e transporte.

O bem-estar animal por ser multidimensional (MASON; MENDL, 1993), necessita de uma avaliação multicriteriosa, sendo afetado em diferentes aspectos e níveis de severidade durante as fases do período pré-abate das aves, em que cada uma destas fases possui seu grau de responsabilidade, que até agora não foi muito estudado e não está muito claro quais fases do pré-abate afeta quais aspectos do bem-estar (JACOBS et al., 2016a).

As lesões precisam ser investigadas juntas, pois estas podem estar relacionadas, e para que seja possível uma análise de correlações entre as lesões geradas na criação e no período pré-abate, embora estudos sobre essa influência sejam escassos na literatura, se tornam indispensáveis para melhorar o bem-estar das aves e controlar a geração destas lesões (ALLAIN et al., 2009).

A presença de lesões traumáticas recentes durante a inspeção *post mortem* poderia ser usada como indicador para que medidas corretivas sejam tomadas com relação ao manejo, carregamento e transporte das aves (GRILLI et al., 2015).

2.3.1. Apanha dos frangos de corte na granja

Na avicultura de corte a maioria dos processos são automatizados e mecanizados, porém ainda o processo de apanha das aves e colocação nas caixas de transporte na granja é realizado manualmente por trabalhadores com pouca instrução e treinamento.

O que impossibilita a mecanização deste processo no Brasil, como já ocorre nos Estados Unidos e muitos países da Europa (PILECCO et al., 2013), é a tipologia dos galpões e a infraestrutura das granjas brasileiras, pois estas não comportam a entrada do maquinário no galpão, que são antigos e sem padronização, além da dificuldade de acesso, devido as estradas sem pavimentação e com relevo acidentado.

A apanha é considerada uma das situações mais estressantes na vida dos frangos de corte (ELROM, 2000) e um ponto significativo de perdas, porque as aves são expostas a níveis elevados de estresse, e podem sofrer contusões, arranhões e fraturas, que resultam em depreciação da carcaça e até mesmo morte das aves (QUEIROZ et al., 2015). Considerada mais estressante que o transporte em si (RITZ et al., 2005; VOGLAROVA et al., 2010; VOSMEROVA et al., 2011).

Os métodos de apanha manual são pelas pernas, considerado o menos eficiente e o que mais causa lesão na carcaça; pelo dorso, método preconizado pelo bem-estar e resulta em melhor qualidade de carcaça, embora aumente o custo e duração do processo; e pelo pescoço, podendo acarretar arranhões no dorso e nas coxas ao introduzir as aves nas caixas, e provocar asfixia (LEANDRO et al., 2001; PILECCO et al., 2013).

Outro tipo de apanha é o método sacola, em que duas aves são apanhadas pelo dorso e colocadas em sacolas que comportam 7 aves, sendo eficiente para prevenir a luta das aves enquanto são transportadas para o caminhão, assim reduz injúrias físicas e perdas durante a apanha

(QUEIROZ et al., 2015). Já a apanha mecânica é realizada por maquinário, que possui dedos de borracha rotacionais que gentilmente puxam as aves para o coletor (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

Apesar dos diferentes métodos de apanha causarem diferentes lesões e graus de severidade (Tabela 2), o método de apanha pode não ser o fator de maior impacto, pois Langkabel et al. (2015) compararam dois métodos de apanha: pelas duas pernas e apenas por uma perna dos frangos corte com a incidência de lesões. E concluíram que o manuseio das aves com cautela para reduzir o estresse é mais importante que o método de apanha pelas duas pernas.

De acordo com Schwartzkopf-Genswein et al. (2012), há contradições sobre qual dos métodos de apanha causa menos estresse às aves e qual é melhor para o bem-estar. Na literatura, o método mecânico pode resultar em altas taxas de mortalidade de frangos na chegada ao frigorífico em comparação com o método manual (NIJDAM et al., 2005; CHAUVIN et al., 2011). Em outro estudo, o método mecânico foi relacionado com menores taxas de lesões e não significativo em relação à taxa de mortalidade das aves (KNIERIM; GOCKE, 2003).

Tabela 2. Métodos de apanha das aves e as lesões geradas em cada procedimento

Método de apanha	Lesões	Referência - País
Manual pelo dorso	Mesma incidência de lesões que a apanha pelo pescoço	Cony (2000) - Brasil
	Menor incidência de lesões na carcaça (contusões e fraturas) e mais onerosa e demorada que a apanha pelo pescoço	Leandro et al. (2001) - Brasil
	Menor incidência de lesões (coxa, peito e asa) e mortalidade, 30% mais de mão-de-obra e 12% mais caro que a apanha pelas pernas	Carvalho (2001) - Brasil
Manual pelo pescoço	Não aumenta o número de lesões e agiliza o carregamento, porém aumenta a mortalidade (asfixia)	Cony (2000) - Brasil
	Aumenta a mortalidade (asfixia), arranhões no dorso e coxas, contusões e fraturas.	Leandro et al. (2001) - Brasil
Manual sacola	Previne lesões na carcaça, risco de estresse térmico e asfixia.	Queiroz et al. (2015) - Brasil
Manual por uma ou ambas as pernas	Não possui diferença entre os métodos na incidência de hematoma, fratura de perna e asa	Langkabel et al. (2015) - Alemanha
Mecânico	Maior mortalidade na chegada ao abatedouro	Nijdam et al. (2005) - Holanda, Chauvin et al. (2011) - França
	Maior incidência de lesões na carcaça (contusões no peito e nas coxas) que o método manual	Musilová et al. (2013) - República Checa
	Menores taxas de lesões e não significativo em relação a taxa de mortalidade.	Knierim e Gocke (2003) - Alemanha

Atualmente no país não existe um método de apanha padrão ou preconizado pela legislação, pois as empresas integradoras de frango de corte decidem o método de apanha mais viável e conveniente. Assim optou-se pelo método manual pelas pernas, asas, pescoço ou dorso, sendo este último método o mais recomendado pelo bem-estar animal, porém o menos empregado no Brasil pelo alto custo e aumento da duração do carregamento, assim em geral é utilizado quando o foco é a exportação.

As aves depois de apanhadas são acondicionadas em caixas de transporte de plástico com uma pequena abertura no topo, ou em containers modulares com caixas semelhantes a gavetas com uma larga abertura (LANGKABEL et al., 2015). As caixas de transporte devem estar em bom estado de conservação e sem partes plásticas quebradas que podem causar lesões nas aves (GRILLI et al., 2015). As caixas de transporte devem ser posicionadas o mais próximo possível das aves, para evitar o bater de asas e amontoamento das aves (LANGKABEL et al., 2015).

A densidade de aves por caixa de transporte deve considerar o peso das aves, as dimensões da caixa e condições climáticas da região, sendo que todas as aves devem possuir espaço suficiente para deitar ao mesmo tempo, sem ocorrer sobreposição das aves. Na tabela 3 se encontram as densidades recomendadas na literatura.

Tabela 3. Densidades de aves por caixa de transporte recomendadas na literatura

Característica	Densidade recomendada	Referência- Local
< 1,6 kg de peso vivo	180- 200 kg/cm ²	
1,6 até < 3,0 kg de peso vivo	160 kg/cm ²	DEFRA (2006) - Reino Unido
3,0 até < 5,0 kg de peso vivo	115 kg/cm ²	
> 5,0 kg de peso vivo	105 kg/cm ²	
Temperaturas ≤ 15°C	< 70 kg/m ²	Poultry Industry Council (2010) - Canadá
Temperaturas moderadas	63 kg/m ²	
Temperatura > 30°C	54 kg/m ²	
Caixa	115 cm ² /kg	EC Regulation Nº 1/2005 - União Europeia
	65 kg/m ²	New Zealand (2012) - Nova Zelândia
	33 kg/m ²	Vieira et al. (2013) - Brasil
	22 kg/caixa	Cony e Zooche (2004) - Brasil
	Verão 19-22 kg/caixa	Branco (2004) - Brasil
	Inverno 22-26 kg/caixa	
	Até 22 kg/caixa	
21-23 kg/caixa	Nääs (2008) - Brasil	
		Rosa et al. (2012) - Brasil

O ajuste da densidade de aves por caixa de transporte é difícil, pois em geral precisa-se reduzir o número de aves por caixa, e o número e peso preciso das aves são desconhecidos (WHITING et al., 2007). Isto poderia ser solucionado pesando uma amostra de aves antes da apanha, porém a redução no número de aves por caixa acarretaria em um aumento na duração do carregamento e no custo do transporte (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

As maiores causas de hematomas no peito dos frangos de corte são a colocação das aves rapidamente por meio de uma pequena abertura no topo nas caixas de transporte, e um sistema de

apanha mecânica desregulado que coloca as aves nas gavetas de transporte (GRANDIN, 2015). Segundo Mendes e Komiyama (2011) 30 a 50% dos hematomas ocorrem durante a apanha.

As fraturas que ocorrem nas aves conscientes são dolorosas e comprometem o bem-estar da ave. No estudo de Kittelsen et al. (2015b), que investigaram os efeitos dos procedimentos de manejo no pré-abate na frequência de fraturas de asas, relataram que apesar da maior frequência de fraturas ocorrerem no manejo pré-abate no frigorífico (nas etapas de desengradamento e pendura na nória das aves). Do ponto de vista do bem-estar animal, as fraturas que ocorrem durante a apanha e transporte das aves são mais graves, pois provocam um sofrimento prolongado.

Treinamento dos funcionários envolvidos na apanha, transporte e manejo das aves no frigorífico pode reduzir a frequência de lesões, como fraturas de asas (GRANDIN, 2010), além de ser capaz de reduzir 33,13% a incidência de arranhões no dorso das aves causados por manejos inadequados na apanha. O treinamento contínuo é necessário principalmente quando a equipe de apanha é composta por trabalhadores jovens e inexperientes (PILECCO et al., 2013).

2.3.2. Transporte da granja até o frigorífico

O transporte é um elemento fundamental da avicultura de corte, e pode causar diferentes graus de estresse nas aves, podendo até mesmo levar a morte, pois possui uma estrutura multifatorial, que envolve a sanidade da ave, manejo, carregamento, descarregamento, design do caminhão, densidade de aves nas caixas, condição ambiental durante o transporte, duração do transporte, período de espera e jejum alimentar (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

A Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) reconhece a importância de um transporte adequado às normas do bem-estar animal, pois este é um ponto crítico e uma das variáveis principais que afetam a qualidade da carne (BROOM; REEFMANN, 2005).

Ao longo da cadeia de produção do frango, o transporte da granja até o frigorífico é uma das fontes mais importantes de estresse, principalmente o estresse térmico por calor (SPURIO et al., 2015). As condições microclimáticas nos veículos são os fatores mais significativos e os maiores geradores de prejuízos e mortes devido ao estresse térmico, seja pelo calor ou frio (DADGAR et al., 2011; STRAWFORD et al., 2011; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

Também durante o transporte, os animais são expostos ao estresse devido ao barulho, superlotação, excesso de velocidade do caminhão, paradas súbitas, aceleração e desaceleração rápida e longas viagens sem descanso adequado (ADZITEY, 2011). Assim, esforços para reduzir esse tipo de estresse ao mínimo devem ser difundidos e esclarecidos, pois podem reduzir os defeitos de carcaça e melhorar a qualidade da carne.

A porcentagem de aves mortas na chegada ao frigorífico (DOA %- *dead on arrival*) expressa a mortalidade que ocorreu durante o período pré-abate, e representa uma perda econômica significativa na avicultura de corte, sendo um indicador de saúde e bem-estar das aves (CHAUVIN et al., 2011; JACOBS et al., 2016b).

Na literatura encontram-se diversos estudos que abordam a mortalidade DOA (Tabela 4), por meio deles pode-se perceber a importância desta temática em diversos países atualmente, apesar de se tratar de um problema antigo.

O número de aves mortas (DOA) pode ser reduzido com a diminuição da taxa de densidade de carregamento no caminhão, onde o número de aves mortas na chegada ao frigorífico aumenta em 1,1% para cada ave adicionada na caixa de transporte (NIJDAM et al., 2004).

O microclima no interior do caminhão pode variar drasticamente dependendo da ventilação, podendo causar paradoxalmente estresse por calor e frio nas aves localizadas em diferentes posições no caminhão, pois sob uma temperatura ambiente externa de -7 a -28°C, as temperaturas dentro do caminhão podem variar entre 9 a 18°C, e a ventilação passiva pode resultar em temperaturas dentro das caixas entre 18 a 55°C, gerando desconforto para algumas aves (KNEZACEK et al., 2010).

Em um estudo realizado no Brasil por Barbosa Filho et al. (2008) no verão e no inverno retratou uma heterogeneidade térmica nas diferentes partes do caminhão. E reportou o turno da tarde como o mais crítico em relação ao conforto térmico das aves e as perdas produtivas, principalmente a parte central e traseira do caminhão. Spurio et al. (2015) relataram que o molhamento das aves na granja e melhora da ventilação do caminhão por meio de uma aba na lateral é capaz de reduzir a carga térmica na parte central e traseira do veículo, e assim reduzir a incidência de carne PSE-like (*pale, soft and exudative meat*).

De acordo com Schwartzkopf-Genswein et al. (2012), a temperatura em que a ave é exposta deve estar dentro da zona de termoneutralidade, cujas condições ambientais permitem que a ave controle sua temperatura corporal, sem alterar sua taxa metabólica, possibilitando uma conservação geral de energia e permitindo que as aves cheguem ao seu local de destino em melhores condições e com menor perda de peso vivo.

Quando as aves são expostas ao estresse térmico por calor (25-34°C) (MITCHELL et al., 2003), estas ficam ofegantes para controlar a temperatura corporal; já pelo frio (DADGAR et al., 2011), estas consomem as reservas corporais para manter a termogênese, levando à perda de peso (3-5%) durante o transporte (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

Avaliações *post mortem* de aves que chegaram mortas no abatedouro, revelaram que 40% das aves morreram por estresse térmico devido à ventilação desigual no caminhão e falhas de termorregulação das aves (KETTLEWELL et al., 2000).

A duração e a distância da viagem são fatores cruciais no bem-estar das aves, pois viagens de longa duração possuem uma forte relação com aumento da mortalidade DOA (WARRIS et al., 1992; BARBOSA FILHO et al., 2008), devido à perda da homeostase fisiológica das aves pela alta temperatura e umidade a que as aves são expostas durante o transporte (SPURIO et al., 2015). Os impactos negativos sobre o rendimento de carcaça e produção econômica são devido ao aumento da taxa de mortalidade e taxa de perda de peso vivo (BIANCHI, 2005; ARAL et al., 2014).

Segundo Schwartzkopf-Genswein et al. (2012), a maioria dos estudos associa transportes de longa duração com alta mortalidade das aves (NIJDAM et al., 2004; VECEREK et al., 2006; VIEIRA et al., 2011; WHITING et al., 2007).

Tabela 4. Compilado da literatura abordando país de estudo, tipo de estudo epidemiológico, tamanho da amostra, média da mortalidade DOA% (mínimo e máximo) e os fatores de risco identificados

Referência -País	Estudo	Tamanho da amostra	DOA%	Fatores de risco identificados
Jacobs et al. (2016b) - Bélgica	Registro Frigorífico	81 lotes	0,30 (0,04-3,34)	Sanidade do lote e estresse térmico
Vecerek et al. (2016) - República Tcheca	Registro Frigorífico	Não relatado	0,37 (0,31-0,72)	Transporte de curta distância no inverno
Kittelsen et al. (2015a) - Noruega	Contagem (amostra)	32 lotes	0,09% (0,01-0,3)	Sanidade do lote, apanha e transporte
Visser et al. (2014) - Holanda	Contagem (amostra)	11 lotes	0,11 (0,04-0,26)	Não foi abordado
Chauvin et al. (2011) - França	Não informou	403 lotes	0,18 (0,00-1,40)	Grandes lotes, alta DOF, baixo e alto peso de abate, apanha mecânica, apanha longa, alta densidade nas caixas, chuva e vento, transporte outubro-abril, e longo período de espera
Vieira et al. (2011) - Brasil	Registro Frigorífico	13937 caminhões	0,19 (0,00-15,80) 0,42% no verão 0,39% na primavera 0,28% no inverno	Temperatura e umidade relativa do ar, densidade de aves por caixa, duração do transporte, densidade por carregamento, distância da granja ao frigorífico, duração da espera, período do dia e estação do ano
Knezacek et al. (2010) - Canadá	Contagem (amostra)	4 caminhões	Não relatado (0,7-1,4)	Estresse durante o transporte
Haslam et al. (2008) - Reino Unido	Registro Frigorífico	206 lotes	0,12 (0,00-0,64)	Linhagem híbrida, aves menores, alta DOF, menor vacinação, menos trigo na ração, e transporte no verão
Whiting et al. (2007) - Canadá	Registro Frigorífico	198 carregamentos	0,35	Altas temperaturas no verão e densidade de aves por caixa
Petracci et al. (2006) - Itália	Registro Frigorífico	1,2 milhões de aves	0,35 (0,04-2,00)	Transporte no verão
Vecerek et al. (2006) - República Tcheca	Registro Frigorífico	Não relatado	0,25 (não relatado)	Transporte de longa distância, e transportes no verão e inverno
Bianchi et al. (2005) - Itália	Não informado	321 lotes	0,35 (não relatado)	Transportes de longa duração
Ritz et al. (2005) - EUA	Contagem (amostra)	24 caminhões	0,68 (não relatado)	Não foi abordado
Warris et al. (2005) - Inglaterra	Registro Frigorífico	60 milhões de aves	0,13 (0,03-3,10)	Altas temperaturas ambientais
Nijdam et al. (2004) - Holanda	Não informado	1907 milhões de aves	0,46 (0,00-16,61)	Grandes lotes, linhagem híbrida, alto peso de abate, equipe de apanha, alta densidade nas caixas, transporte de longa duração, transporte diurno, altas ou baixas temperaturas ambientais, e longo período de espera

Warris et al. (1992) relataram que transportes com duração menor que 4 horas, a incidência de DOA foi 0,16%, enquanto transportes de longa duração a incidência foi 0,28%. Vecerek et al. (2006) reportaram a incidência de DOA de 0,15% para distâncias até 50 km e 0,86% para distâncias maiores que 300 km. Similar ao encontrado por Aral et al. (2014), 0,29% de incidência de DOA em transportes menores que 2 horas e 0,46% em transportes maiores que 10 horas.

Nijdam et al. (2004) correlacionaram um aumento de 6% na mortalidade DOA para cada 15 minutos adicionais a duração do transporte e um aumento de 3% para cada 15 minutos extras na duração da espera no frigorífico. De acordo com Whiting et al. (2007), a duração do transporte tem um papel importante na taxa de mortalidade na chegada ao abatedouro, pois a variação pode chegar em 10,5% dependendo da duração do abate, perda de peso vivo e duração da viagem.

Contrariando os estudos citados anteriormente, o experimento de Vosmerova et al. (2010) mostrou que transportes de curta duração podem ser mais estressantes para as aves, porque estas não têm tempo suficiente para se recuperar do estresse induzido pela manipulação durante a apanha e colocação nas caixas, que é a fonte mais estressora de todo o processo.

Outro fator a ser considerado no transporte além de distância e duração é período do dia em que ocorre e as condições climáticas, pois segundo Barbosa Filho et al. (2008) viagens maiores de 25 km devem ser evitadas no período da tarde, assim distâncias maiores devem ser realizadas no período da noite ou início da manhã devido ao maior conforto térmico as aves. Segundo Vieira et al. (2011) a diminuição da mortalidade no período pré-abate durante o verão foi observada com o aumento da duração da espera, principalmente após 1 hora em um ambiente controlado.

2.3.3. Espera dos frangos de corte no frigorífico

A etapa de espera é o período que engloba a chegada das aves ao frigorífico até o momento do descarregamento das caixas de transporte na plataforma de abate. As aves chegam ao frigorífico fisiologicamente comprometidas, e o período de espera é essencial para o reequilíbrio térmico das aves recém-chegadas do transporte, por isso a importância de um ambiente adequado (VIEIRA et al., 2010).

Nesta etapa, as aves podem ser expostas a uma variedade de fatores estressantes, como confinamento nas caixas, intensa luminosidade, jejum alimentar e hídrico, alta densidade de aves nas caixas, e longos períodos de espera que podem acarretar aumento da taxa de mortalidade (BAYLISS; HINTON, 1990). Para evitar o estresse durante a espera, as aves devem ser descarregadas mecanicamente com cuidado na posição horizontal na plataforma de abate (GRILLI et al., 2015).

As instalações de espera devem ser construídas para garantir o bem-estar das aves, minimizando ruídos abruptos, com um sistema de ventilação e nebulização para o fornecimento de uma ventilação adequada (GRILLI et al., 2015), pois altas temperaturas ambientais durante o carregamento e espera apresentam maior risco para as aves do que no transporte, pois no caminhão em movimento há circulação de ar (RITZ et al., 2005).

A maioria dos estudos recomendam um período de espera de no mínimo 1 a 4 horas na primavera e verão (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012), e Dadgar et al. (2011) sugeriu limitar

a duração da espera em temperaturas extremamente frias para reduzir a incidência de carne DFD-like.

Vieira et al. (2011) recomendaram períodos de espera de 3 a 4 horas em ambientes climatizados durante o verão e primavera no Brasil para reduzir a carga térmica. Já em outro estudo do mesmo autor, a redução da mortalidade DOA ocorreu em períodos de espera acima de 3 horas para densidades elevadas e abaixo de 1 hora para densidades abaixo de sete aves por caixa (VIEIRA et al., 2013).

A duração do período de espera das aves pode não possuir uma forte relação com a mortalidade (DOA), se as condições ambientais estiverem controladas na área de espera (BIANCHI et al., 2005; VIEIRA et al., 2011). Assim, a mortalidade DOA está relacionada com estresse térmico devido à deficiência dos sistemas de ventilação, posição das caixas de transporte e alta densidade de aves por caixa (GRILLI et al., 2015).

De acordo com Warriss (2005), o período de espera das aves na plataforma de abate, pode ser a principal fonte de problemas na qualidade da carne, pois os animais podem sofrer diferentes graus de hematomas e lesões como resultados de brigas ou superlotação. Este período pode agir também como um reservatório de infecções para bactérias patogênicas, pois há evidências que longos períodos de espera aumentam o risco de contaminação das carcaças.

2.3.4. Pendura dos frangos de corte na nória

A área de desembarque das caixas de transporte deve ser coberta, as caixas descarregadas individualmente com cuidado na esteira, evitando movimentos bruscos, para minimizar estresse e lesões de carcaça nas aves. As caixas devem ser abertas no momento da pendura na nória, evitando que as aves fujam, e caso isso ocorra, estas devem ser capturadas e penduradas na nória imediatamente; já as aves mortas devem ser retiradas e contabilizadas, e as caixas vazias encaminhadas para higienização.

Na plataforma de abate, as aves serão penduras na nória, assim a linha de abate deve ser posicionada para causar a menor perturbação possível nas aves (GRILLI et al., 2015), devendo permanecer entre 12 e 60 segundos penduradas antes da insensibilização (BEDANOVA et al., 2007), para evitar estresse, reduzir o bater de asas, e conseqüentemente lesões, como fraturas de asas e hematomas (JONES; SATTERLEE, 1997).

Segundo Mendes e Komiyama (2011), várias lesões podem estar associadas com o enganchamento inadequado das aves na nória, como hemorragias e fraturas de asas, contusões nas coxas, arranhões de dorso e coxas, e hematomas na carcaça.

2.4. Qualidade da carne

A qualidade da carne de frango é afetada por múltiplos fatores que interagem entre si, como genética, alimentação, manejo na granja e no pré-abate, procedimentos de atordoamento e de abate, refrigeração, processamento e condições de armazenamento.

As linhagens genéticas comerciais utilizadas atualmente na indústria avícola de corte foram desenvolvidas para um rápido crescimento e conformação corporal adequada, visando o desenvolvimento do músculo do peito, em detrimento de outros fatores e levando a alterações na qualidade da carne (ABDULLAH et al., 2010b).

A alteração da composição bioquímica e tamanho das fibras musculares devido a seleção das aves para um rápido desenvolvimento (BERRI et al., 2001), provoca mudanças nas propriedades de qualidade, como cor, pH, perda de peso por gotejamento e por cocção (DRANSFIELD et al., 1999; ALNAHHAS et al., 2014; ALMASI et al., 2015).

Outro problema emergente na qualidade em linhagens de aves de rápido crescimento é a baixa coesão da carne, por causa da tendência dos feixes de fibras musculares de se separar, que pode ter relação com a imaturidade intramuscular do tecido conjuntivo (SIRRI et al., 2016). Devido a ênfase do melhoramento genético no crescimento da ave (PETRACCI; CAVANI, 2012), acarretando maciez da carne, porém tornando-a frágil e sem consistência (PUOLANNE; VOUTILA, 2009).

Os efeitos do manejo pré-abate e abate podem ser mais significativos que à variação das práticas de criação, elevando a taxa de mortalidade, degradação das carcaças e prejudicando a qualidade da carne (PETRACCI et al., 2010). Dessa forma, falhas no bem-estar animal poderiam indiretamente ter um impacto adverso na qualidade da carne destes animais (GRANDIN, 2010).

As atividades do período pré-abate são pontos críticos para manutenção da qualidade da carne (SPURIO, 2015), pois um aumento imediato de temperatura ambiente durante o transporte pode afetar a qualidade da carne do peito, causando variações na cor, pH e capacidade de retenção de água (DADGAR et al., 2010), principalmente em regiões subtropicais e tropicais, onde as aves são expostas a temperaturas mais altas.

Os principais defeitos de qualidade na indústria da carne são a carne pálida, flácida e exsudativa (PSE-like) e a carne escura, dura e seca (DFD-like), que reduzem a aceitação pelos consumidores, a vida útil do produto, o rendimento de carne e os lucros da indústria avícola (ADZITEY; NURUL, 2011).

Segundo os mesmos autores, a principal causa que leva a carne PSE-like e DFD-like é o estresse *ante mortem*, pois o estresse agudo ou de curta duração antes do abate, leva a uma acidificação mais rápida e queda do pH (menor que 6 após 45 minutos depois do abate) enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta, ocorrendo a desnaturação de proteínas, e assim a carne PSE-like; já o estresse crônico ou de longa duração antes do abate, leva a depleção das reservas de glicogênio, afetando o processo de acidificação e deixando o pH alto (maior que 6 após 12-48 horas depois do abate) ocasionado a carne DFD-like.

O estresse térmico pelo calor no período pré-abate pode acelerar a taxa e extensão do desenvolvimento do rigor mortis, glicólise, metabolismo e mudanças bioquímicas *post mortem* no músculo (SAMS, 1999), induzindo a carne PSE-like, comprometendo o processamento devido à baixa

capacidade de retenção de água, rendimento após cocção e alteração da textura (NAPPER et al., 2015).

A maioria dos estudos relatam declínio do pH e capacidade de retenção de água no peito de frango pelo aumento da perda de água por gotejamento e por cocção, e luminância da carne como resultado de um estresse térmico agudo (SAMS, 1999; PETRACI et al., 2004; BIANCHI et al., 2005, 2006).

Já o estresse térmico pelo frio, requer uma alta demanda do metabolismo energético e aumento da glicogenólise, que pode resultar em carne DFD-like (DADGAR et al., 2010, 2012), pois em um estudo de Dadgar et al. (2010), 8% dos frangos de corte que passaram por condições de frio no transporte apresentaram carne DFD-like no músculo do peito.

Na literatura o estresse térmico pelo frio causa aumento do pH e resulta em peito de frango de cor escurecida e com alta capacidade de retenção de água (DADGAR et al., 2010, 2011), o que impossibilita o consumo in natura. Dadgar et al. (2011) relataram endurecimento do músculo do peito de aves expostas a temperaturas abaixo -11°C quando comparadas com as aves expostas a 20°C durante 3 horas de simulação de transporte.

O molhamento das aves antes do transporte até o frigorífico pode promover também indesejáveis condições de bem-estar para as aves em curtas distâncias, como maior incidência de carne PSE-like e DFD-like; porém em longas distâncias esta atividade é benéfica para reduzir a incidência de carne PSE-like durante o verão (LANGER et al., 2010).

O músculo da coxa pode ser mais afetado pelas condições ambientais que o músculo do peito do frango (DEBUT et al., 2003; DADGAR et al., 2011). Debut et al. (2003) relataram no estresse térmico por calor uma queda do pH, luminância e perda de rendimento após cocção na coxa; já pelo frio uma maior depleção de glicogênio na coxa que no músculo do peito.

O estresse do transporte, principalmente o térmico, poderia ser reduzido com uma espera climatizada no frigorífico com nebulizadores e ventilação forçada, pois na literatura, há estudos que mostram que estas ações podem inibir o desenvolvimento de carne PSE-like no peito de frango (LANGER et al., 2010; JIANG et al., 2015).

Na indústria avícola mundial a carne PSE-like tem se tornado um problema econômico, sendo no Brasil responsável por uma perda de US\$ 30 milhões causada pela redução do peso da carcaça entre 1 a 1,5% (DROVAL et al., 2012). Além de se tratar de um defeito de qualidade, por ter baixa capacidade de retenção de água e baixo pH, comprometendo a qualidade dos produtos processados (GARCIA et al., 2010). Assim estudos devem ser realizados para tentar minimizar essas perdas que impactam toda a cadeia avícola.

Nos estudos brasileiros relatam discrepantes valores de incidências de carne PSE-like entre 10 a 92% (OBA et al., 2009; SIMÕES et al., 2009; GARCIA et al., 2010; LANGER et al., 2010; DROVAL et al., 2012; CARVALHO et al., 2015; FREITAS et al., 2016). Pois estes se baseiam em diferentes valores de pH e luminância para classificar a carne PSE-like, além de empregarem metodologias científicas divergentes e terem propostas de estudo diferentes. Consequentemente dificulta a comparação da incidência de PSE-like entre os trabalhos e mascara a real ocorrência deste problema na avicultura brasileira.

Referências

- ABDULLAH, A.Y.; MUWALLA, M.M.; MAHARMEH, H.O.; MATARNEH, S.K.; ISHMAIS, M.A.A. Effects of strain on performance, and age at slaughter and duration of post-chilling aging on meat quality traits of broiler. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 12, p. 1645-1656, 2010.
- ADZITEY, F. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. **International Food Research Journal**, v. 18, n. 2, p. 485-491, 2011.
- 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**, v. 18, n. 1, p. 11-20, 2011.
- ALLAIN, V.; MIRABITO, L.; ARNOULD, C.; COLAS, M.; LE BOUQUIN, S.; LUPO, C.; MICHEL, V. Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. **British Poultry Science**, v. 50, n. 4, p. 407-417, 2009.
- ALMASI, A.; ANDRASSYNE, B. G.; MILISITS, G.; KUSTOSNE, P. O.; SUTO, Z. Effects of different rearing systems on muscle and meat quality traits of slow-and medium-growing male chickens. **British Poultry Science**, v. 56, n. 3, p. 320-324, 2015.
- ALNAHHAS, N.; BERRI, C.; BOULAY, M.; BAEZA, E.; JÉGO, Y.; BAUMARD, Y.; CHABAULT, M.; BIHAN-DUVAL, L. Selecting broiler chickens for ultimate pH of breast muscle: analysis of divergent selection experiment and phenotypic consequences on meat quality, growth, and body composition traits. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 9, p. 3816-3824, 2014.
- ALVINO, G.M.; ARCHER, G.S.; MENCH, J.A. Behavioural time budgets of broiler chickens reared in varying light intensities. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 118, n. 1, p. 54-61, 2009.
- ARAL, Y.; ARIKAN, M.S.; AKIN, A.C.; KUYULULU, Ç.Y.K.; GÜLOĞLU, S.C.; SAKARYA, E. Economic losses due to live weight shrinkage and mortality during the broiler transport. **Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 61, n. 3, p. 205-210, 2014.
- BARBOSA FILHO, J.A.D. **Caracterização quantitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte**. 2008. 175 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, SP. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-17072008-153053/pt-br.php>>. Acesso em 28 dez. 2016.
- BASSLER, A.W.; ARNOULD, C.; BUTTERWORTH, A.; COLIN, L.; DE JONG, I.C.; FERRANTE, V.; HASLAM, S.; WEMELSFELDER, F.; BLOKHUIS, H.J. Potential risk factors associated with contact dermatitis, lameness, negative emotional state, and fear of humans in broiler chicken flocks. **Poultry Science**, v. 92, n. 11, p. 2811-2826, 2013.
- BAYLISS, P.A.; HINTON, M.H. Transportation of broilers with special reference to mortality rates. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 28, n. 1-2, p. 93-118, 1990.
- BEDANOVA, I.; VOŠLAROVA, E.; CHLOUPEK, P.; PISTEKOVA, V.; SUCHY, P.; BLAHOVA, J.; DOBSIKOVA, R.; VECEREK, V. Stress in broilers resulting from shackling. **Poultry Science**, v. 86, n. 6, p. 1065-1069, 2007.

- BERG, C.; WEEKS, C.A.; BUTTERWORTH, A. Pododermatitis and hock burn in broiler chickens. **Measuring and Auditing Broiler Welfare**, p. 37-49, 2004.
- BERRI, C.; WACRENIER, N.; MILLET, N.; LE BIHAN-DUVAL, E. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. **Poultry Science**, v. 80, n. 7, p. 833-838, 2001.
- BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, C. Effects of transport and lairage on mortality, liveweight loss and carcass quality in broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, n. sup2, p. 516-518, 2005.
- BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, C. The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. **Poultry Science**, v. 85, n. 1, p. 123-128, 2006.
- BILGILI, S.F.; HESS, J.B.; BLAKE, J.P.; MACKLIN, K.S.; SAENMAHAYAK, B.; SIBLEY, J.L. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, n. 3, p. 583-589, 2009.
- BILGILL, S.F. Broiler quality: grades are posted. **Broiler Industry**, v. 53, p. 32-40, 1990.
- BOCK, B.; DE JONG, I. The assessment of animal welfare on broiler farms. In: **Welfare Quality Reports No. 18**. Cardiff University Cardiff, UK, 2010.
- BRANCO, J.A.D. Manejo pré-abate e perdas decorrentes do processamento de frango de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 129-142, 2004.
- BROOM, D.M.; REEFMANN, N. Chicken welfare as indicated by lesions on carcasses in supermarkets. **British Poultry Science**, v. 46, n. 4, p. 407-414, 2005.
- CARVALHO, M.F.A. Manejo final e retirada. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 59-68, 2001.
- CARVALHO, R.H.; SOARES, A.L.; GRESPAN, M.; SPURIO, R.S.; CORÓ, F.A.G.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. The effects of the dark house system on growth, performance and meat quality of broiler chicken. **Animal Science Journal**, v. 86, n. 2, p. 189-193, 2015.
- CHAUVIN, C.; HILLION, S.; BALAINE, L.; MICHEL, V.; PERASTE, J.; PETETIN, I.; LUPO, C.; LE BOUQUIN, S. Factors associated with mortality of broilers during transport to slaughterhouse. **Animal**, Cambridge, v. 5, n. 02, p. 287-293, 2011.
- COLLETT, S.R. Nutrition and wet litter problems in poultry. **Animal Feed Science and Technology**, v. 173, n. 1, p. 65-75, 2012.
- CONY, A.V.; ZOCHE, A.T. Manejo de frangos de corte. In: MENDES, A.; NÄÄS, I. DE A.; MACARI, M. (Ed.). **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p. 356.
- CONY, V.A. Manejo do carregamento, abate e processamento: como evitar perdas? In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 203-212, 2000.
- DADGAR, S.; CROWE, T.G.; CLASSEN, H.L.; WATTS, J.M.; SHAND, P.J. Broiler chicken thigh and breast muscle responses to cold stress during simulated transport before slaughter. **Poultry Science**, v. 91, n. 6, p. 1454-1464, 2012.

- DADGAR, S.; LEE, E.S.; LEER, T.L.V.; BURLINGUETTE, N.; CLASSEN, H.L.; CROWE, T.G.; SHAND, P.J. Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle. **Poultry Science**, v. 89, n. 5, p. 1033-1041, 2010.
- DADGAR, S.; LEE, E.S.; LEER, T.L.V.; CROWE, T.G.; CLASSEN, H.L.; SHAND, P.J. Effect of acute cold exposure, age, sex, and lairage on broiler breast meat quality. **Poultry Science**, v. 90, n. 2, p. 444-457, 2011.
- DAWKINS, M.S.; ROBERTS, S.J.; CAIN, R.J., NICKSON, T.; DONNELLY, C.A. Early warning of footpad dermatitis and hock burn in broiler chicken flocks using optical flow, bodyweight and water consumption. **Veterinary Record** 180.20 (2017): 499-499.
- DE 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. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n. 1, p. 51-58, 2014.
- DE JONG, I.C.; LOURENS, A.; VAN HARN, J. Effect of hatch location and diet density on footpad dermatitis and growth performance in broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 24, n. 2, p. 105-114, 2015.
- DE JONG, I.C.; VAN HARN, J.; GUNNINK, H.; HINDLE, V.A.; LOURENS, A. Footpad dermatitis in Dutch broiler flocks: Prevalence and factors of influence. **Poultry Science**, v. 91, n. 7, p. 1569-1574, 2012.
- DE JONG, I.C.; VELDKAMP, T.; VAN HARN, J. Management tools to reduce footpad dermatitis in broiler chickens. In: **Proc. of the 19th Eur. Symp. on Poult. Nutr. Working Group**, v. 2, p. 78-83, 2013.
- DEBUT, M.; BERRI, C.; BAEZA, E.; SELLIER, N.; ARNOULD, C.; GUEMENE, D.; JEHL, N.; BOUTTEN, B.; JEGO, Y.; BEAUMONT, C.; LE BIHAN-DUVAL, E. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. **Poultry Science**, v. 82, n. 12, p. 1829-1838, 2003.
- DEFRA- Department for Environment Food and Rural Affairs. 2002. Code of recommendations for welfare of livestock: Meat chickens and breeding chickens. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/435222/Broiler_hens_code_of_recommendations.pdf>. Acesso em 28 dez. 2016.
- DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A.A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 743-746, 1999.
- DROVAL, A.A.; BENASSI, V.T.; ROSSA, A.; PRUDENCIO, S.H.; PAIAO, F.G.; SHIMOKOMAKI, M. Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 3, p. 502-507, 2012
- DUNLOP, M.W.; MCAULEY, J.; BLACKALL, P.J.; STUETZ, R.M. Relationship to moisture content during a grow-out. **Journal of Environmental Management**, v. 172, p. 201-206, 2016.
- DUNLOP, M.W.; MOSS, A.F., GROVES, P.J.; WILKINSON, S.J.; STUETZ, R.M.; SELLE, P.H. The multidimensional causal factors of 'wet litter' in chicken-meat production. **Journal of Environmental Management**, v. 562, p. 766-776, 2015.

- EC - European Commission. 2005. COUNCIL REGULATION (EC) No 1/2005 of 22 December 2004 on the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No 1255/97. Disponível: <<http://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2005/1/oj>>. Acesso em 28 dez. 2016.
- EC - European Commission. 2007. Directive 2007/43/EC of 28 June 2007. Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. Disponível: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:182:0019:0028:EN:PDF>>. Acesso em 28 dez. 2016.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion Concerning the Welfare of Animals during Transport. **EFSA Journal**, v. 9, N. 1, p. 1966–2091, 2011.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. **EFSA Journal**, v. 10, N.6, p. 2767–2796, 2012.
- ELROM, K. Handling and transportation of broilers: welfare, stress, fear and meat quality. **Israel J Vet Med**, v. 56, n. 1, p. 1-11, 2000.
- ESTEVEZ, I. Density allowances for broilers: where to set the limits? **Poultry Science**, v. 86, n. 6, p. 1265-1272, 2007.
- FRANKENHUIS, M.T.; VERTOMMEN, M.H.; HEMMINGA, H. Influence of claw clipping, stocking density and feeding space on the incidence of scabby hips in broilers. **Broiler Industry**, v. 32, n. 1, p. 227-230, 1991.
- FREITAS, A.S.; CARVALHO, L.M.; SOARES, A.L.; NETO, A.C.S.; MADRUGA, M.S.; CARVALHO, R.H.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. Simultaneous occurrence of broiler chicken hyper and hypothermia in-transit and lairage and dead on arrival (DOA) index under tropical climate. **International Journal of Poultry Science**, v. 15, n. 11, 459-466, 2016.
- GARCIA, R.; ALMEIDA, P.I.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; FREITAS, L.W.; SCHWINGEL, A.W.; LIMA, N.D.S.; GRACIANO, J.D. Effect of the litter material on drinking water quality in broiler production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, n. 3, p. 165-169, 2010.
- GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; DUARTE, N.S. Tipos de cama e a incidência de lesões na carcaça de frangos de corte/ Type of litter and the incidence of lesion in broilers' carcass. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 5, n. 2, p. 94-102, 2011.
- GARCIA, R.G.; FREITAS, L.W.; SCHWINGEL, A.W.; FARIAS, R.M.; CALDARA, F.R.; GABRIEL, A.M.A.; GRACIANO, J.D.; KOMIYAMA, C.M.; ALMEIDA PAZ, I.C.L. Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, n. 4, p. 233-237, 2010.
- GOUVEIA, K.G.; VAZ-PIRES, P.; COSTA, P.M. Welfare assessment of broilers through examination of haematomas, foot-pad dermatitis, scratches and breast blisters at processing. **Animal Welfare**, v. 18, n. 1, p. 43-48, 2009.
- GRANDIN, Temple (Ed.). **Improving animal welfare: a practical approach**. CABI, 2015.
- GRANDIN, Temple. Auditing animal welfare at slaughter plants. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 56-65, 2010.

- GREENE, J.A.; MCCRACKEN, R. M.; EVANS, R. T. A contact dermatitis of broilers-clinical and pathological findings. **Avian Pathology**, v. 14, n. 1, p. 23-38, 1985.
- GREGORY, N.G.; AUSTIN, S.D. Causes of trauma in broilers arriving dead at poultry processing plants. **The Veterinary Record**, v. 131, n. 22, p. 501-503, 1992.
- GRILLI, C.; LOSCHI, A.R.; REA, S.; STOCCHI, R.; LEONI, L.; CONTI, F. Welfare indicators during broiler slaughtering. **British Poultry Science**, v. 56, n. 1, p. 1-5, 2015.
- HARRIS JR, G.C.; MUSBAH, M.; BEASLEY, J.N.; NELSON, G.S. The development of dermatitis (scabby-hip) on the hip and thigh of broiler chickens. **Avian Diseases**, p. 122-130, 1978.
- HASLAM, S.M.; KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; WILKINS, L.J.; KESTIN, S.C.; WARRISS, P.D.; NICOL, C.J. Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. **British Poultry Science**, v. 48, n. 3, p. 264-275, 2007.
- HASLAM, S.M.; KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; WILKINS, L.J.; KESTIN, S.C.; WARRISS, P.D.; NICOL, C.J. Prevalence and factors associated with it, of birds dead on arrival at the slaughterhouse and other rejection conditions in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 49, n. 6, p. 685-696, 2008.
- HERMANS, P.G.; FRADKIN, D.; MUCHNIK, I.B.; MORGAN, K.L. Prevalence of wet litter and the associated risk factors in broiler flocks in the United Kingdom. **Veterinary Record**, v. 158, n. 18, p. 615, 2006.
- JACOB, F.G., BARACHO, M.D.S., NÄÄS, I.D.A., SOUZA, R., SALGADO, D.D.A. The use of infrared thermography in the identification of pododermatitis in broilers. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 2, p. 253-259, 2016.
- JACOB, F.G.; BARACHO, M.D.S.; NÄÄS, I.D.A.; SOUZA, R.; SALGADO, D.D.A. The use of infrared thermography in the identification of pododermatitis in broilers. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 2, p. 253-259, 2016c.
- JACOBS, L.; DELEZIE, E.; DUCHATEAU, L.; GOETHALS, K.; TUYTTENS, F.A. Impact of the separate pre-slaughter stages on broiler chicken welfare. **Poultry Science**, v. 96, n. 2, p. 1-8, 2016a.
- JACOBS, L.; DELEZIE, E.; DUCHATEAU, L.; GOETHALS, K.; TUYTTENS, F.A. Broiler chickens dead on arrival: associated risk factors and welfare indicators. **Poultry Science**, v. 96, n. 2, p. 1-7, 2016b.
- JIANG, N.; XING, T.; XU, X. Effects of pre-slaughter showering and ventilation on stress, meat quality and metabolite concentrations of broilers in summer. **Animal Science Journal**, v. 87, p. 293-298, 2016.
- JONES, R.B.; SATTERLEE, D.G. Restricted visual input reduces struggling in shackled broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 52, n. 1, p. 109-117, 1997.
- KETTLEWELL, P.J.; HOXEY, R.P.; MITCHELL, M.A. Heat produced by broiler chickens in a commercial transport vehicle. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 75, n. 3, p. 315-326, 2000.

- KITTELSEN, K.E.; GRANQUIST, E.G.; KOLBJØRNSEN, Ø.; NAFSTAD, O.; MOE, R.O. A comparison of post-mortem findings in broilers dead-on-farm and broilers dead-on-arrival at the abattoir. **Poultry Science**, v. 94, n. 11, p. 2622-2629, 2015a.
- KITTELSEN, K.E.; GRANQUIST, E.G.; VASDAL, G.; TOLO, E.; MOE, R.O. Effects of catching and transportation versus pre-slaughter handling at the abattoir on the prevalence of wing fractures in broilers. **Animal Welfare**, v. 24, n. 4, p. 387-389, 2015b.
- KNEZACEK, T.D.; OLKOWSKI, A.A.; KETTLEWELL, P.J.; MITCHELL, M.A.; CLASSEN, H.L. Temperature gradients in trailers and changes in broiler rectal and core body temperature during winter transportation in Saskatchewan. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 90, n. 3, p. 321, 2010.
- KNIERIM, U.; GOCKE, A. Effect of catching broilers by hand or machine on rates of injuries and dead-on-arrivals. **Animal Welfare**, v. 12, n. 1, p. 63-73, 2003.
- KRANEN, R.W.; LAMBOOIJ, E.; VEERKAMP, C.H.; VAN KUPPEVELT, T.H.; VEERKAMP, J.H. Haemorrhages in muscles of broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v. 56, n. 02, p. 93-126, 2000.
- KRISTENSEN, H.H.; PERRY, G.C.; PRESCOTT, N.B.; LADEWIG, J.; ERSBØLL, A.K.; WATHES, C.M. Leg health and performance of broiler chickens reared in different light environments. **British Poultry Science**, v. 47, n. 3, p. 257-263, 2006.
- LANGER, R.O.D.S.; SIMÕES, G.S.; SOARES, A.L.; OBA, A.; ROSSA, A.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Broiler transportation conditions in a Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and DFD (Dark, Firm, Dry) meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 5, p. 1161-1167, 2010.
- LANGKABEL, N.; BAUMANN, M.P.; FEILER, A.; SANGUANKIAT, A.; FRIES, R. Influence of two catching methods on the occurrence of lesions in broilers. **Poultry Science**, v. 94, n. 8, p. 1735-1741, 2015.
- LEANDRO, N.S.M.; ROCHA, P.T.; STRINGHINI, J.H.; SCHAITL, M.; FORTES, R.M. Efeito do tipo de captura dos frangos de corte sobre a qualidade da carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 97-100, 2001.
- MARTINS, R.S.; HÖTZEL, 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**, v. 54, n. 6, p. 669-676, 2013.
- MASON, G.; MENDEL, M. Why is there no simple way of measuring animal welfare? **Animal Welfare**, v. 2, n. 4, p. 301-319, 1993.
- MCCUNE, E.L.; DELLMANN, H.D. Developmental Origin and Structural Characters of "Breast Blisters" in Chickens. **Poultry Science**, v. 47, n. 3, p. 852-858, 1968.
- MENDES, A.A.; KOMIYAMA, C.M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaças e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 352-357, 2011.
- MENDES, A.S.; PAIXÃO, S.J.; MAROSTEGA, J.; RESTELATTO, R.; OLIVEIRA, P.A.V.; POSSENTI, J.C. Mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 234, p. 217-228, 2012.

- MENZIES, F.D.; GOODALL, E.A.; MCCONAGHY, D.A.; ALCORN, M.J. An update on the epidemiology of contact dermatitis in commercial broilers. **Avian Pathology**, v. 27, n. 2, p. 174-180, 1998.
- MICHEL, V.; PRAMPART, E.; MIRABITO, L.; ALLAIN, V.; ARNOULD, C.; HUONNIC, D.; LE BOUQUIN, S.; ALBARIC, O. Histologically-validated footpad dermatitis scoring system for use in chicken processing plants. **British Poultry Science**, v. 53, n. 3, p. 275-281, 2012.
- MITCHELL, M.A.; CARLISLE, A.J.; HUNTER, R.R.; KETTLEWELL, P.J. Weight loss in transit: An issue in broiler transportation. **Poultry Science**, v. 82, n. 52, p. 101, 2003.
- MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; GARCIA, R.G.; NÄÄS, I.A.; MIWA, I.; GARCIA, E.A.; TAKIDA, T.S.; ALMEIDA, I.C.L. Efeito da densidade de criação e do nível de energia da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, p. 39, 2001.
- MOURA, D.J. Ambiência de precisão é desafio para maioria dos aviários. Disponível: <<http://opresenterural.com.br/noticia/ambiencia-de-precisao-e-desafio-para-maioria-dos-aviarios/7324/www.cbna.com.br>>. Acesso em 28 dez. 2016.
- MUSILOVÁ, A.; KADLČÁKOVÁ, V.; LICHOVNÍKOVÁ, M. The effect of broiler catching method on quality of carcasses. In: MendelNet 2013 – Proceedings of International PhD Students Conference, 20, 2013, Brno. **Proceedings...** Brno: Mendel University, 2013. 955 p. 251- 255.
- NÄÄS, I. A. Princípios de Bem-estar Animal e sua Aplicação na Cadeia Avícola. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 17-29, 2008.
- NAGARAJ, M.; WILSON, C.A.P.; SAENMAHAYAK, B.; HESS, J.B.; BILGILI, S.F. Efficacy of a litter amendment to reduce pododermatitis in broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n. 2, p. 255-261, 2007.
- NAPPER, S.; DADGAR, S.; ARSENAULT, R.J.; TROST, B.; SCRUTEN, E.; KUSALIK, A.; SHAND, P. Induction of tissue-and stressor-specific kinomic responses in chickens exposed to hot and cold stresses. **Poultry Science**, v. 94, p. 1333-1346, 2015.
- NATIONAL ANIMAL WELFARE ADVISORY COMMITTEE. 2012. Code of welfare 2012 (meat chickens) under section 75 of the Animal Welfare Act 1999. Disponível: <<https://www.mpi.govt.nz/document-vault/1441>>. Acesso em 01 fev. 2015.
- NIJDAM, E.; ARENS, P.; LAMBOOIJ, E.; DECUYPERE, E.; STEGEMAN, J.A. Factors influencing bruises and mortality of broilers during catching, transport, and lairage. **Poultry Science**, v. 83, n. 9, p. 1610-1615, 2004.
- NIJDAM, E.; DELEZIE, E.; LAMBOOIJ, E.; NABUURS, M.J.; DECUYPERE, E.; STEGEMAN, J.A. Feed withdrawal of broilers before transport changes plasma hormone and metabolite concentrations. **Poultry Science**, v. 84, n. 7, p. 1146-1152, 2005.
- NIJDAM, E.; ZAILAN, A.R.; VAN ECK, J.H.; DECUYPERE, E.; STEGEMAN, J.A. Pathological features in dead on arrival broilers with special reference to heart disorders. **Poultry Science**, v. 85, n. 7, p. 1303-1308, 2006.

- OBA, A.; ALMEIDA, M.D.; PINHEIRO, J.W.; IDA, E.I.; MARCHI, D.F.; SOARES, A.L.; SHIMOKOMAKI, M. The effect of management of transport and lairage conditions on broiler chicken breast meat quality and DOA (Death on Arrival). **Brazilian archives of biology and technology**, v. 52, p. 205-211, 2009.
- PETRACCI, M., BIANCHI, M., CAVANI, C. Pre-slaughter handling and slaughtering factors influencing poultry product quality. **World's Poultry Science Journal**, v. 66, n. 1, p. 17, 2010.
- PETRACCI, M.; BETTI, M.; BIANCHI, M.; CAVANI, C. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. **Poultry Science**, v. 83, n. 12, p. 2086-2092, 2004.
- PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; CAVANI, C.; GASPARI, P.; LAVAZZA, A. Preslaughter mortality in broiler chickens, turkeys, and spent hens under commercial slaughtering. **Poultry Science**, v. 85, n. 9, p. 1660-1664, 2006.
- PETRACCI, M.; CAVANI, C. Muscle growth and poultry meat quality issues. **Nutrients**, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2012.
- PILECCO, M.; ALMEIDA PAZ, I.D.L.; TABALDI, L.A.; NÄÄS, I.D.A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R.; ALVES, M.C.F.; FELIX, G.A. Influence of genetic strain and season on back scratch lesions in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 13, n. 4, p. 241-245, 2011.
- PILECCO, M.; ALMEIDA PAZ, I.D.L.; TABALDI, L.A.; NÄÄS, I.D.A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R.; FRANCISCO, N.S. Training of catching teams and reduction of back scratches in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 15, n. 3, p. 283-286, 2013.
- POULTRY INDUSTRY COUNCIL. 2010. Should this bird be loaded? A guide for preparing, loading, and transporting poultry. Disponível: <<http://www.poultryindustrycouncil.ca/wp-content/uploads/2012/03/DT-Handbook-final.compressed.pdf>>. Acesso em 28 dez. 2016.
- PROUDFOOT, F.G. Response of broilers to variations in waterer, feeder, and floor space under continuous and intermittent photoperiods. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 53, n. 2, p. 349-354, 1973.
- PUOLANNE, E.; VOUTILA, L. The role of connective tissue in poultry meat quality. In: **Proceedings of XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products**. 2009. p. 26.
- QUEIROZ, M.D.V.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; DUARTE, L.M.; BRASIL, D.D.F.; GADELHA, C.R.F. Environmental and physiological variables during the catching of broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 17, n. 1, p. 37-44, 2015.
- RITZ, C.W.; WEBSTER, A.B.; CZARICK, M. Evaluation of hot weather thermal environment and incidence of mortality associated with broiler live haul. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 3, p. 594-602, 2005.
- 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**, v. 90, n. 10, p. 2257-2262, 2011.
- ROSA, P.S.; ALBINO, J.J.; BASSI, L.J.; GRAH, R.A.; ROSA, D.R.; NIENDICKER T.P. **Instrução técnica para o avicultor: Manejo pré-abate em frangos de corte**. Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2012. 2p. (Comunicado Técnico, nº 36).
- SAMS, A.R. Meat quality during processing. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 798-803, 1999.

- SARAIVA, S.; SARAIVA, C.; STILWELL, G. Feather conditions and clinical scores as indicators of broilers welfare at the slaughterhouse. **Research in Veterinary Science**, v. 107, p. 75-79, 2016.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FAUCITANO, L.; DADGAR, S.; SHAND, P.; GONZÁLEZ, L.A.; CROWE, T.G. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 92, n. 3, p. 227-243, 2012.
- SHEPHERD, E.M.; FAIRCHILD, B.D. Footpad dermatitis in poultry. **Poultry Science**, v. 89, n. 10, p. 2043-2051, 2010.
- SIMÕES, G.S.; OBA, A.; MATSUO, T.; ROSSA, A.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Vehicle thermal microclimate evaluation during Brazilian summer broiler transport and the occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, p. 195-204, 2009.
- SIRRI, F.; MAIORANO, G.; TAVANIELLO, S.; CHEN, J.; PETRACCI, M.; MELUZZI, A. Effect of different levels of dietary zinc, manganese, and copper from organic or inorganic sources on performance, bacterial chondronecrosis, intramuscular collagen characteristics, and occurrence of meat quality defects of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 95, n. 8, p. 1813-1824, 2016.
- SIRRI, F.; MINELLI, G.; FOLEGATTI, E.; LOLLI, S.; MELUZZI, A. Foot dermatitis and productive traits in broiler chickens kept with different stocking densities, litter types and light regimen. **Italian Journal of Animal Science**, v. 6, n. sup1, p. 734-736, 2007.
- ŠKRBIĆ, Z.; PAVLOVSKI, Z.; LUKIĆ, M.; PERIĆ, L.; MILOŠEVIĆ, N. The effect of stocking density on certain broiler welfare parameters. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 25, n. 1-2, p. 11-21, 2009.
- SPURIO, R.S.; SOARES, A.L.; CARVALHO, R.H.; SILVEIRA JUNIOR, V.; GRESPAN, M.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. Improving transport container design to reduce broiler chicken PSE (pale, soft, exudative) meat in Brazil. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 2, p. 277-283, 2015.
- STRAWFORD, M.L.; WATTS, J.M.; CROWE, T.G.; CLASSEN, H.L.; SHAND, P.J. The effect of simulated cold weather transport on core body temperature and behavior of broilers. **Poultry Science**, v. 90, n. 11, p. 2415-2424, 2011.
- SWITZERLAND. 2011. Animal Welfare Ordinance. Disponível: <http://www.blv.admin.ch/themen/tierschutz/index.html?lang=en&download=NHZLpZeg7t,Inp6l0NTU042l2Z6ln1ad1lZn4Z2qZpnO2YUq2Z6gpJCFd3t2fmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A-->. Acesso em 02 de fev. 2015.
- TSIOURIS, V.; GEORGOPOULOU, I.; BATZIOS, C.; PAPPAIOANNOU, N.; DUCATELLE, R.; FORTOMARIS, P. High stocking density as a predisposing factor for necrotic enteritis in broiler chicks. **Avian Pathology**, v. 44, n. 2, p. 59-66, 2015.
- VAN DER HOEVEN-HANGOOR, E.; RADEMAKER, C.J.; PATON, N.D.; VERSTEGEN, M.W.A.; HENDRIKS, W.H. Evaluation of free water and water activity measurements as functional alternatives to total moisture content in broiler excreta and litter samples. **Poultry Science**, v. 93, p. 1782-1792, 2014.

- VECEREK, V.; GRBALOVA, S.; VOGLAROVA, E.; JANACKOVA, B.; MALENA, M. Effects of travel distance and the season of the year on death rates of broilers transported to poultry processing plants. **Poultry Science**, v. 85, n. 11, p. 1881-1884, 2006.
- VECEREK, V.; VOGLAROVA, E.; CONTE, F.; VECERKOVA, L.; BEDANOVA, I. Negative Trends in Transport-Related Mortality Rates in Broiler Chickens. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 29, n. 12, p. 1796-1804, 2016.
- VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, A.M.C.; BROOM, D.M. Preslaughter mortality of broilers in relation to lairage and season in a subtropical climate. **Poultry Science**, v. 90, n. 10, p. 2127-2133, 2011.
- VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, A.M.C. Reducing poultry preslaughter losses: crating density effects under different lairage periods at slaughterhouse. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2013.
- VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.D.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, A.M.C. Productive losses on broiler preslaughter operations: effects of the distance from farms to abattoirs and of lairage time in a climatized holding area. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2471-2476, 2010.
- VISSER, E.K.; OUWELTJES, W.; NEIJENHUIS, F.; LOURENS, A.; VAN DER WERF, J.T.N.; GUNNINK, H.; HINDLE, V.A.; VERKAIK, J.C.; BINNENDIJK, G.P.; GERRITZEN, M.A. **Jaarrapportage Onderzoek Animal Welfare Check Points 2013**. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research. Livestock Research Report 753, 2014.
- VIZZIER-THAXTON, Y.; THAXTON, J.P.; SHILLING, M.W. Hand versus mechanical catching and loading of broilers-The results of trials looking at the effects on food safety, meat quality and bird welfare. **Poultry International**, v. 45, n. 9, p. 18-25, 2006.
- VOGLAROVA, E.; CHLOUPEK, P.; VOSMEROVA, P.; CHLOUPEK, J.; BEDANOVA, I.; VECEREK, V. Time course changes in selected biochemical indices of broilers in response to pretransport handling. **Poultry Science**, v. 90, n. 10, p. 2144-2152, 2011.
- VOSMEROVA, P.; CHLOUPEK, J.; BEDANOVA, I.; CHLOUPEK, P.; KRUIKOVA, K.; BLAHOVA, J.; VECEREK, V. Changes in selected biochemical indices related to transport of broilers to slaughterhouse under different ambient temperatures. **Poultry Science**, v. 89, n. 12, p. 2719-2725, 2010.
- WARRIS, P.D.; BEVIS, E.A.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Longer journeys to processing plants are associated with higher mortality in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 33, n. 1, p. 201-206, 1992.
- WARRISS, P.D.; PAGAZAURTUNDUA, A.; BROWN, S.N. Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. **British Poultry Science**, v. 46, n. 6, p. 647-651, 2005.
- WELFARE QUALITY®. 2010. The assessment of animal welfare on broiler farms [Report 18]. Disponível em: <<http://www.welfarequality.net/everyone/44897/7/0/22>>. Acesso em 29 dez. 2016.
- WELFARE QUALITY®. 2009. Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Disponível em: <<http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>>. Acesso em 28 dez. 2016.

WHITING, T.L.; DRAIN, M.E.; RASALI, D.P. Warm weather transport of broiler chickens in Manitoba.
II. Truck management factors associated with death loss in transit to slaughter. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 48, n. 2, p. 148, 2007.

3. CARACTERIZAÇÃO DA FASE DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE EM GALPÕES CONVENCIONAIS, TRANSPORTE E ESPERA NO FRIGORÍFICO

RESUMO

Objetiva-se caracterizar as etapas de produção (condição estrutural, bioclimática e duração da etapa) e o impacto das características desses processos na mortalidade das aves na chegada ao frigorífico (DOA). Foram acompanhados 4 ciclos de produção. A caracterização climática (temperatura, umidade relativa e entalpia específica do ar) ocorreu nas etapas de criação, transporte e espera das aves. Durante o transporte ocorreu a caracterização da viagem (duração, distância percorrida e infraestrutura da rodovia), condições climáticas ambientais e mensuração dos níveis de vibração do caminhão. No frigorífico, à espera das aves foi caracterizada pela duração, tipologia do galpão de espera e condições climáticas do ambiente. Na descarga, ocorreu a quantificação da mortalidade das aves. Verificou-se uma heterogeneidade e falta de padronização estrutural nos galpões convencionais, ausência de homogeneidade nas variáveis bioclimáticas e, conseqüentemente, no conforto térmico das aves, provocando condições de estresse térmico pelo frio nas primeiras semanas de vida e pelo calor na fase adulta. Verificou-se uma relação direta entre a mortalidade na criação com a mortalidade na chegada ao frigorífico. No transporte houve uma relação de maior mortalidade com a maior duração e distância de viagem.

Palavras-chave: Condições bioclimáticas; Pré-abate; Mortalidade; Perdas produtivas

ABSTRACT

The aim of this study was to characterize of the production stages (structural condition, bioclimatic condition, and duration of each stage) and the impact of the characteristics of these processes on dead on arrival (DOA). Four production cycles were followed. The climatic characterization (air temperature, relative humidity, and specific enthalpy of air) occurred during the rearing, transport, and lairage. During transportation, the characterization of the journey (duration, distance and highway infrastructure), environmental climatic conditions and measurement of vibration levels of the truck occurred. In the slaughterhouse, lairage was characterized by time, typology and climatic conditions of the environment. At discharge, the mortality of birds was quantified. There were heterogeneity and lack of structural standardization in conventional barns, the absence of homogeneity in the bioclimatic variables and consequently in the thermal comfort of the birds, provoking conditions of thermal stress by cold in the first weeks of life and by the heat in the adult phase. There was a direct relationship between mortality in rearing and dead on arrival in the slaughterhouse. In transport, there was a higher mortality ratio with the longer duration and distance of travel.

Keywords: Bioclimatic conditions; Pre-slaughter; Mortality; Productive losses

3.1. Introdução

A avicultura de corte brasileira é uma das mais fortes e estruturadas do mundo. Ocupa posições de destaque no cenário mundial, como o maior exportador e segundo maior produtor de carne de frango do mundo.

A tipologia, gestão do galpão e sistema de ventilação influenciam os índices zootécnicos, pois controlam a temperatura, umidade relativa do ar e fluxo de ventilação, ou seja, as condições climáticas a que as aves estão sujeitas. A predominância dos galpões convencionais acaba levando a ineficiência térmica e desconforto das aves, que deixam de se alimentar, e impactando no ganho de peso.

A densidade de alojamento é um fator crítico na indústria avícola, influenciando no retorno econômico da produção, pois maiores receitas podem ser adquiridas colocando mais aves por metro quadrado e os custos dos salários dos trabalhadores, manutenção da granja e insumos são diluídos (ESTEVEZ, 2007; TSIORIS et al., 2015), em detrimento da saúde e bem-estar das aves. Deve-se levar em consideração a linhagem das aves, as condições de manejo e climáticas para permitir uma condição de bem-estar às aves e boa qualidade de carcaça (MOREIRA et al., 2001).

Altas densidades de alojamento estão associadas com altas temperaturas ambientais que influenciam o bem-estar das aves, principalmente quando o ambiente de criação possui um controle ambiental inadequado e incapaz de prover conforto térmico para as aves, podendo favorecer a incidência de arranhões nas mesmas (PILLECO et al., 2011).

O transporte é outro elemento fundamental da avicultura de corte que pode causar diferentes graus de estresse nas aves, podendo até mesmo levar à morte da ave, pois possui uma estrutura multifatorial; envolvendo a sanidade da ave, manejo, carregamento, descarregamento, design do caminhão, densidade de aves nas caixas, condição ambiental durante o transporte, duração do transporte, período de espera e jejum alimentar (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

Ao longo da cadeia de produção do frango, o transporte da granja até o frigorífico é uma das fontes mais importantes de estresse, principalmente o estresse térmico por calor (SPURIO et al., 2015). Sendo as condições microclimáticas nos veículos, o fator mais significativo e maior gerador de prejuízos e mortes devido ao estresse térmico por calor e frio (BARBOSA FILHO et al., 2009; DADGAR et al., 2011; STRAWFORD et al., 2011; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

A porcentagem de aves mortas na chegada ao frigorífico (DOA %) expressa a mortalidade que ocorreu durante o período pré-abate, e representa uma perda econômica significativa na avicultura de corte e um indicador de saúde e bem-estar das aves (CHAUVIN et al., 2011; JACOBS et al., 2016b).

A mortalidade DOA pode ser influenciada pela linhagem, sanidade, e aspectos do período pré-abate, como método de apanha, densidade de aves por caixa, condições climáticas, condições de transporte, como densidade de estocagem de caixas no caminhão, duração da viagem, distância percorrida e condições de espera das aves (CHAUVIN et al., 2011; VIEIRA et al., 2011; EFSA, 2012; JACOBS et al., 2016b).

A duração e distância da viagem é um fator crucial no bem-estar das aves, pois viagens de longa duração possuem uma forte relação com aumento da mortalidade DOA (WARRIS et al., 1992). Isso ocorre devido à perda da homeostase fisiológica das aves pela alta temperatura e umidade em que as aves são expostas durante o transporte (SPURIO et al., 2015). Este fato apresenta impactos negativos sobre o rendimento de carcaça e produção econômica devido ao aumento da taxa de mortalidade e taxa de perda de peso vivo (BIANCHI, 2005).

As aves chegam ao frigorífico fisiologicamente comprometidas, e o período de espera é essencial para o reequilíbrio térmico das aves recém-chegadas do transporte, por isso a importância de um ambiente climatizado (VIEIRA et al., 2010).

As instalações de espera devem ser construídas para garantir o bem-estar das aves, minimizando ruídos abruptos, com um sistema de ventilação e nebulização para o fornecimento de uma ventilação adequada (GRILLI et al., 2015). Altas temperaturas ambientais durante o carregamento e espera apresentam maior risco para as aves que no transporte, pois no caminhão em movimento há circulação de ar (RITZ et al., 2005).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi caracterizar as etapas de produção (criação em galpões convencionais de frango de corte, transporte e espera no frigorífico) com relação as condições estruturais, bioclimáticas e duração de cada etapa, e o impacto das características desses processos na mortalidade das aves na chegada ao frigorífico (DOA).

3.2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada durante os meses de junho a setembro de 2016 em uma empresa integradora comercial no Estado de São Paulo, onde foram estudadas 4 granjas com galpões convencionais de frango de corte e um frigorífico, cuja a capacidade de abate é de 93.000 frangos/dia. Os sistemas de produção em galpões convencionais possuíam extremidades abertas, com presença de cortinas de ráfia amarela ou azul, ventiladores em pressão positiva, comedouros automáticos e bebedouros *nipple* (Figura 1).

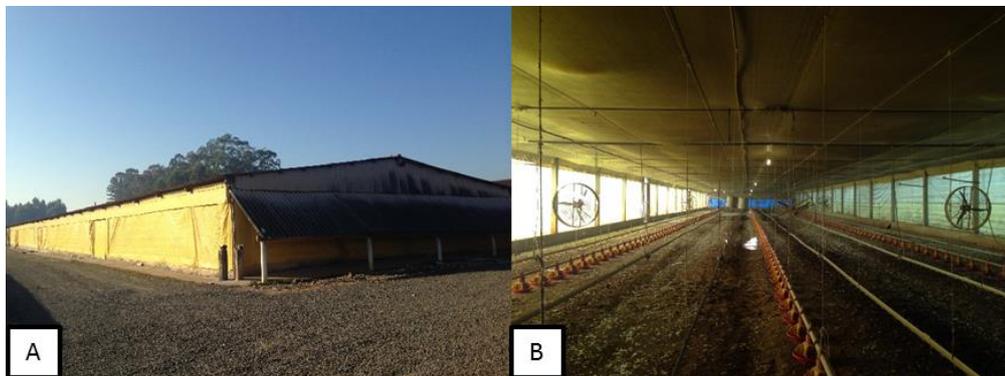


Figura 1. Modelo do galpão convencional de pressão positiva estudado visão externa (A) e interna (B)

Para caracterização do ambiente de criação nos galpões convencionais foram coletadas informações sobre a localização, dimensão (comprimento, largura e altura), número de ventiladores instalados no galpão, linhagem das aves alojadas, estação de criação das aves, densidade de alojamento, idade de abate das aves e mortalidade durante a criação.

A pesquisa foi realizada em três diferentes fases:

Fase A – Ambiente de criação das aves;

Fase B – Transporte das aves da granja até o frigorífico;

Fase C – Ambiente do frigorífico, onde as aves foram abatidas.

O resumo geral da proposta da pesquisa pode ser observado no fluxograma de pesquisa na figura 2.

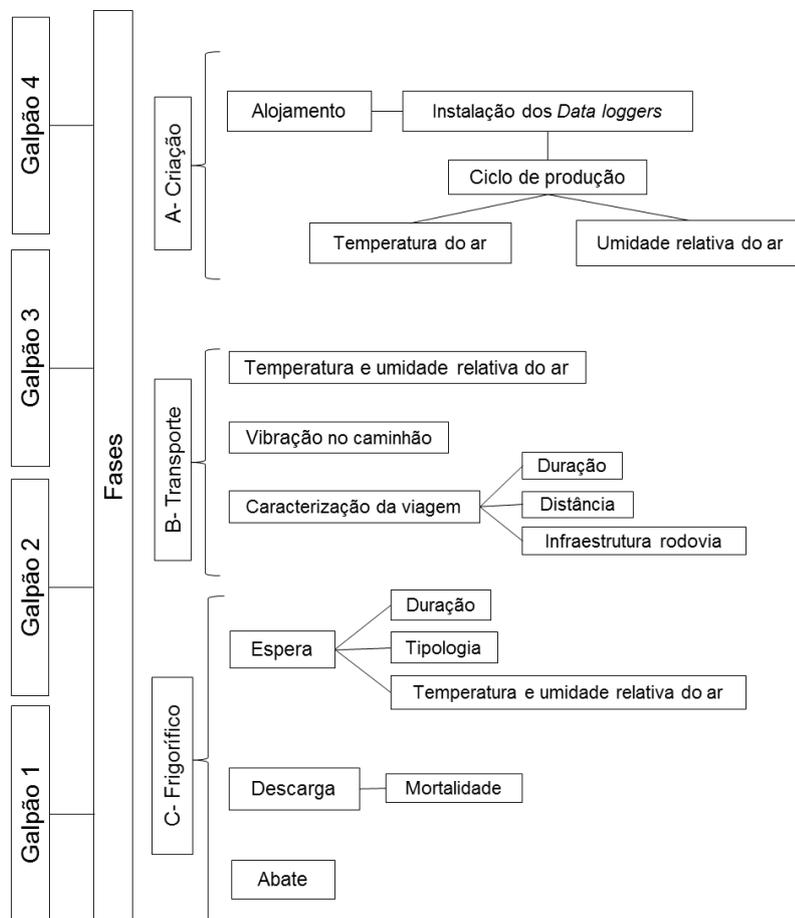


Figura 2. Fluxograma geral da pesquisa

3.2.1. Descrição das atividades da Fase A- Ambiente de criação das aves

3.2.1.1. Alojamentos das aves

No dia do alojamento das aves em cada galpão convencional ocorreu a instalação dos sensores de temperatura e umidade, *data loggers* (HOBO® modelo U12-011), no centro geométrico

do galpão, para a aquisição de dados das condições climáticas no ambiente durante todo o ciclo de produção (42 - 45 dias), visando a determinação do perfil climático durante a criação, por meio do cálculo da entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco) em cada semana de criação, de acordo com a equação proposta por Rodrigues et al. (2010) (Equação 1):

$$H = 1,006 * t + \left(\frac{UR}{p_B}\right) * 10^{\left[\frac{7,5*t}{237,31+t}\right]} * (71,28 + 0,052 * t) \quad (\text{Equação 1}),$$

em que:

H – Entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco);

t – Temperatura de bulbo seco (°C);

UR – Umidade relativa do ar (%);

p_B – Pressão barométrica, mmHg.

A pressão barométrica, em mmHg, foi obtida a partir da fórmula proposta por Soares e Batista (2004) (Equação 2):

$$P = 760 * \left(1 - \left(\frac{0,0065z}{288}\right)\right)^{5,2568} \quad (\text{Equação 2}),$$

Em que:

P – Pressão atmosférica do local (mmHg);

z – Altitude (m).

3.2.1.2. Apanha e carregamento das aves

No processo de apanha, respeitando os procedimentos da integradora, as aves foram apanhadas pelo método do pescoço pelos colaboradores (turneiros) e colocadas em caixas de transporte, em que a densidade foi 8 aves/caixa. Assim, 10 caixas (80 frangos) foram consideradas como amostra para a continuidade do estudo. As caixas foram identificadas e colocadas no caminhão na posição lateral traseira (Figura 3).

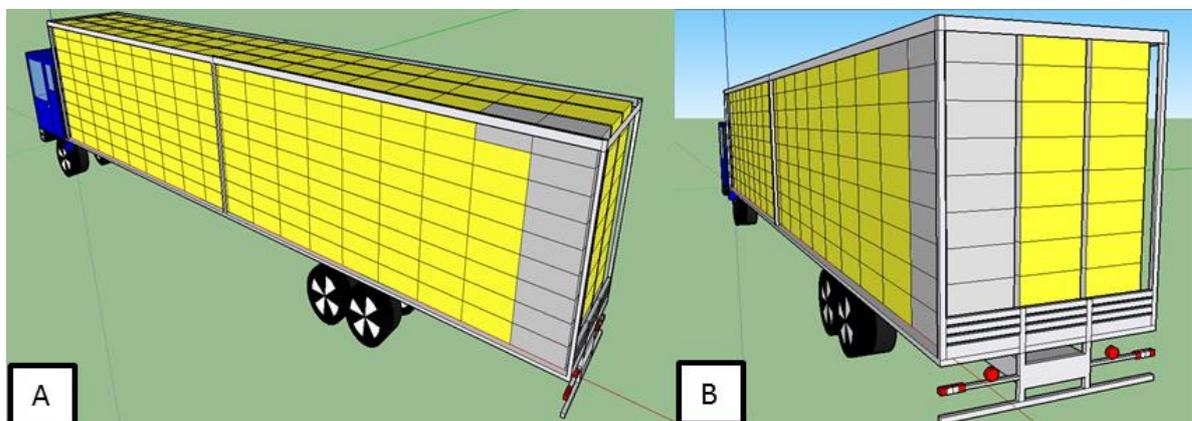


Figura 3. Posicionamento das caixas de transporte (representadas em cinza) no caminhão durante o transporte da granja para o frigorífico na visão lateral (A) e traseira (B)

3.2.2. Descrição das atividades da Fase B- Transporte

Durante o transporte até o frigorífico foram analisados a duração da viagem, a infraestrutura da rodovia (asfaltada ou estrada de terra, acidentada ou boa conservação), quilometragem da granja, bem como as características climáticas do transporte, como temperatura e umidade relativa do ar. Esses dados foram registrados a cada 1 minuto por meio de *data loggers* (LOGEN Scientific® modelo LS8856), instalados em cada uma das 10 caixas utilizadas na pesquisa.

No transporte também foram avaliados os níveis de vibração mecânica para verificar os impactos existentes na carga viva. Para caracterização dos níveis de vibração utilizaram-se os parâmetros aceleração instantânea (a_j ; $m.s^{-2}$), a raiz quadrática média (RMS; $m.s^{-2}$) e a RMS resultante (RSS; $m.s^{-2}$) (BRASIL, 2013), definidas nas equações 3 e 4, respectivamente.

Os valores de aceleração instantânea (a_j ; $m.s^{-2}$) foram coletados por meio de acelerômetros triaxiais (HOBO Pendant® G modelo UA-004-64), instalados horizontalmente a 90° na parte dianteira e traseira da carroceria do caminhão, e programados para o registro de dados a cada 10 segundos. Os valores da raiz quadrática média (RMS; $m.s^{-2}$) e da RMS resultante (RSS; $m.s^{-2}$) foram obtidos por meio das equações descritas por Griffin (1990).

A RMS (Equação 4) é obtida pela raiz quadrática média dos valores de aceleração instantânea ocorridos em um determinado período de medição, enquanto a RSS (Equação 5), por meio da raiz quadrada do somatório dos quadrados da RMS nos eixos x, y e z, ou seja,

$$RMS_j = \left(\frac{\sum_t a(t)^2_j}{N} \right)^{1/2} \quad (\text{Equação 3}),$$

onde $a_j(t)$ é o valor observado da aceleração instantânea no eixo j (x, y ou z) e no tempo t ($t = 1, 2, \dots, N$), sendo N o número total de observações no respectivo eixo, e

$$RSS = (RMS_x^2 + RMS_y^2 + RMS_z^2)^{1/2} \quad (\text{Equação 4}).$$

3.2.3. Descrição das atividades da Fase C- Ambiente do frigorífico

3.2.3.1. Espera das aves no frigorífico

Quando os caminhões chegavam no frigorífico, passaram por um molhamento da carga por aproximadamente 15 minutos, depois eram encaminhados para o galpão de espera (Figura 4). A tipologia do galpão de espera era em alvenaria, com as laterais abertas e cobertura de chapas galvanizadas, com os ventiladores ligados continuamente até o momento de seguirem para a plataforma de abate. E as condições climáticas (temperatura e umidade relativa do ar) a que as aves foram expostas, foram coletadas por meio dos *data loggers* (LOGEN Scientific® modelo LS8856) instalados nas caixas de transporte.

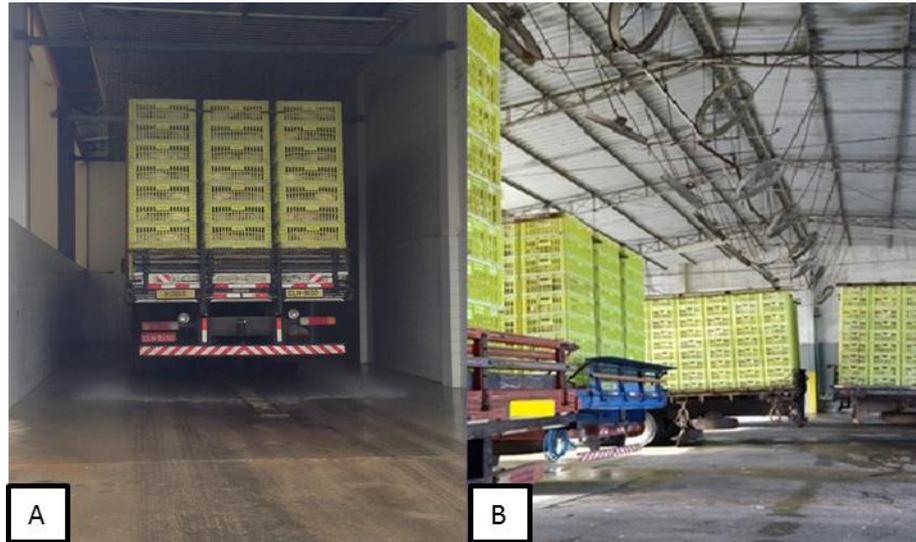


Figura 4. Molhamento da carga do caminhão (A) e galpão de espera dos caminhões (B) no frigorífico

3.2.3.2. Descarregamentos das caixas de transporte

Durante o processo de descarregamento foi contabilizada a mortalidade das aves amostradas (80 aves nas 10 caixas controle) e da carga total do caminhão (informação fornecida pelo frigorífico).

3.2.4. Análise estatística

Os dados referentes a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco) e umidade relativa do ar (%) da criação, transporte e espera, foram submetidas à Análise da Variância, com Delineamento Inteiramente ao Acaso (4 galpões, com dados mensurados a cada 1 hora durante as 6 semanas de criação), para comparar se as médias das variáveis estudadas são iguais para cada um dos aviários. Quando as pressuposições do modelo não foram satisfeitas a 5% de significância, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Em todos os casos, as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R CORE TEAM, 2016).

3.3. Resultados e Discussão

3.3.1. Caracterização dos galpões convencionais

A caracterização do ambiente de criação nos galpões convencionais com relação a localização, dimensão (comprimento, largura e altura da estrutura), área, número de ventiladores instalados no galpão, linhagem das aves alojadas, estação de criação das aves, densidade de

alojamento, idade de abate das aves e mortalidade durante a criação (DOF- *dead on farm*); está descrita na tabela 5.

Tabela 5. Características dos alojamentos dos frangos de corte nos galpões convencionais estudados

Variáveis	Galpão				
	1	2	3	4	Média
Localização (SP)	Cesário Lange	Tietê	Tietê	Tietê	-
Dimensão (comprimento x largura em m)	85 x 14	124 x 14	150 x 14	90 x 12	112,25 x 13,50
Área (m²)	1190	1736	2100	1080	1526,50
Altura (m)	2,8	2,8	3	2,8	2,85
Número de ventiladores	13	20	30	9	18
Linhagem das aves	HUBB	ROSS/COBB	COBB	COBB	-
Estação de criação	Outono- Inverno	Inverno	Inverno	Inverno- Primavera	-
Número de aves alojadas	15000	23000	26500	13500	19500
Densidade de alojamento (aves/m²)	12,61	13,25	12,62	12,50	12,75
Densidade de alojamento (kg/m²)	30,01	34,05	32,56	37,38	33,50
Idade de abate (dias)	42	44	42	45	43,25
Média do peso das aves ao abate (kg)	2,38	2,57	2,58	2,99	2,63
Mortalidade durante a criação- DOF (%)	7,24	4,62	1,18	3,35	4,10

Os quatro galpões convencionais apresentaram uma heterogeneidade mais marcante na dimensão da estrutura, nas áreas dos galpões, no número de ventiladores instalados de acordo com o comprimento do galpão, e na mortalidade durante a criação.

As diferenças estruturais são devido à falta de padronização na avicultura de corte, reutilização de galpões construídos para outras finalidades, e falta de manutenção de equipamentos quebrados (ventiladores), mas ajudaram na caracterização do sistema convencional.

A comparação das estruturas de produção avícola entre diferentes países é complexa, pois deve-se considerar que cada país tem suas características intrínsecas no processo de produção. Sistemas, níveis de controles e tecnológicos diferentes, o que mascara as comparações. Por exemplo no trabalho Tuytens et al. (2015) em um estudo que compara granjas do Brasil e da Bélgica, relataram 1202 m² (Brasil) e 1179 m² (Bélgica) de área de galpão, 12859 aves (Brasil) e 20054 aves (Bélgica) alojadas, e 27,55 kg/m² (Brasil) e 39,97 kg/m² (Bélgica) para densidade de alojamento. Nota-se que se trata de realidades diferentes com índices comparativos heterogêneos.

Mesmo quando se compara com as exigências internacionais, verificam-se divergências entre os sistemas de produção dos países europeus e outros. Porém, os índices nacionais relacionados com as densidades de alojamento nos galpões, estão em concordância com as

exigências internacionais, pois foram menores que as densidades máximas recomendadas por legislações e protocolos de 33 kg/m² a 42 kg/m² (EC, 2007), 38 kg/m² (NEW ZEALAND, 2012) e 42,5 kg/m² (WELFARE QUALITY, 2010). Entretanto alguns galpões alcançaram valores maiores que as recomendadas na Suíça de 30 kg/m² (SWITZERLAND, 2011).

A densidade de alojamento é um fator importante na produção de frango de corte, pois influencia o bem-estar, saúde e desempenho das aves, em razão de diminuir a ingestão de ração e água, diminuir o ganho de peso, impedir os comportamentos naturais da espécie, piorar a qualidade do ar e da cama do aviário, aumentar a incidência de lesões de carcaça (arranhão, fratura, pododermatite, lesão de joelho, calo de peito etc.), piorar a qualidade das variáveis ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar, podendo acarretar estresse térmico e aumentar a mortalidade na granja.

O valor da média das proporções de mortalidade durante a criação (DOF) neste estudo foi 4,10%, mesmo valor encontrado em um estudo na Holanda (VELKERS et al., 2011). Porém, um valor mais alto que 2,80% de DOF foi notificado pela Noruega (ANIMALIA, 2014) com um ciclo de produção de 30 a 32 dias; 2,90% de DOF a partir do protocolo de avaliação do Welfare Quality em granjas na Holanda, Bélgica, Reino Unido e Itália (DE JONG et al., 2012); 2,96% de DOF na Noruega (KITTELSEN et al., 2015a) e 3,95% de DOF na Bélgica (TUYTTENS et al., 2015) oriundos de estudos em granjas nos respectivos países.

Os valores médios encontrados nessa pesquisa são maiores que os dados internacionais, porém, deve-se considerar que os dados estrangeiros são de sistemas climatizados com total controle do ambiente. De qualquer forma o valor foi menor que 5,20% de DOF encontrado em um estudo no Brasil (FREDERICI et al., 2016). Deve-se considerar que esse índice de mortalidade está dentro da normalidade utilizada no país como abordado no próximo parágrafo.

A maioria das empresas integradoras da indústria avícola de corte trabalham para reduzir a mortalidade durante a criação para menos de 5% (DE JONG et al., 2012). Nas granjas estudadas, apenas o galpão 1 apresentou uma mortalidade acima desse valor, e pode estar relacionado com as condições climáticas, de manejo e sanitárias da criação, que serão abordadas no próximo tópico.

3.3.2. Caracterização climatológica durante a criação dos frangos de corte

Durante as semanas de criação foram registradas as variáveis temperatura e umidade relativa do ar no ponto geométrico de cada um dos quatro galpões, calculadas as médias das variáveis semanalmente, e comparadas com as faixas de conforto para cada semana de criação, conforme o estabelecido por Tinoco (2001), Medeiros et al. (2005) e Abreu e Abreu (2011) (Figuras 5).

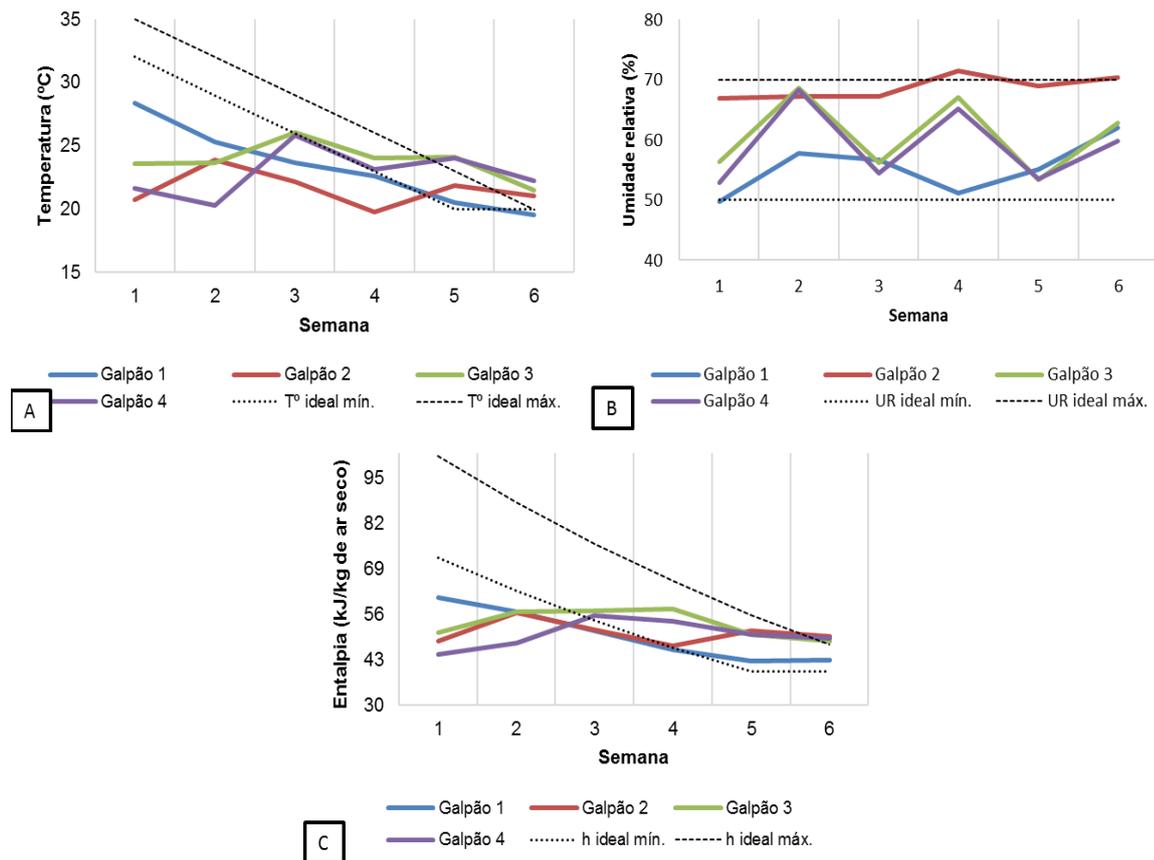


Figura 5. Valores das médias semanais de temperatura do ar (°C) (A), umidade relativa do ar (%) (B), entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco) (C) nos quatro galpões e as faixas de conforto ao longo das semanas de criação dos frangos de corte

As médias semanais da temperatura do ar durante as semanas 1 e 2 de criação das aves, ficaram abaixo da faixa de conforto térmico em todos os galpões estudados, visto que somente no galpão 1, os sensores de temperatura e umidade relativa do ar foram instalados na região do pinteiro, a temperatura pode ter sido influenciada pelos sensores não estarem na altura das aves, e pela baixa capacidade de aquecimento homogêneo no galpão.

A comparação entre galpões por meio de uma análise geral, comprovou que houve uma heterogeneidade entre os galpões estudados. Isso está relacionado com diferenças físicas da estrutura, época de coleta dos dados e localização dos galpões.

Na semana 1 houve diferença estatística ($p < 0,05$) nos valores das médias semanais de temperatura do ar entre os galpões, exceto entre os galpões 2 e 4. Na semana 2, apenas não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) os galpões 2 e 3. Na semana 3 e 5, os galpões 1 e 2 não foram diferentes entre si ($p > 0,05$), o mesmo ocorreu para os galpões 3 e 4. E na semana 4, os galpões diferentes ($p < 0,05$) dos demais foram os galpões 2 e 3. E na semana 6, apenas o galpão 1 diferiu ($p < 0,05$) dos outros (Tabela 6).

De acordo com os valores médios de temperatura interna nos galpões, conclui-se com base na tabela 6 que existe uma heterogeneidade entre as estruturas e o ambiente interno nos galpões de produção.

Tabela 6. Valores das médias semanais e dos desvios padrão (DP) de temperatura do ar (°C) nos galpões de frango de corte durante a criação

Semana	Faixa de conforto*	Galpão 1 Média ± DP	Galpão 2 Média ± DP	Galpão 3 Média ± DP	Galpão 4 Média ± DP
1	32-35	28,34 ± 2,36 ^a	20,76 ± 5,19 ^c	23,59 ± 5,07 ^b	21,65 ± 5,08 ^c
2	29-32	25,33 ± 2,98 ^a	23,89 ± 4,33 ^b	23,64 ± 3,79 ^b	20,31 ± 5,08 ^c
3	26-29	23,69 ± 2,77 ^b	22,18 ± 5,18 ^b	26,09 ± 3,03 ^a	25,86 ± 4,10 ^a
4	23-26	22,63 ± 4,71 ^b	19,81 ± 4,85 ^c	24,06 ± 2,22 ^a	23,16 ± 2,96 ^b
5	20-23	20,52 ± 4,50 ^b	21,90 ± 4,15 ^b	24,11 ± 4,14 ^a	24,02 ± 4,84 ^a
6	20	19,52 ± 4,11 ^b	21,03 ± 4,44 ^a	21,52 ± 4,49 ^a	22,24 ± 4,41 ^a

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

*Fonte: Tinoco (2001), Medeiros et al. (2005) e Abreu e Abreu (2011)

Em geral, avaliando conjuntamente os resultados, verifica-se que todos os galpões estiveram dentro da faixa ideal de umidade relativa do ar (50-70%) em todas as semanas de criação, exceto o galpão 2 na semana 4 (Tabela 7). Os galpões 3 e 4 tiveram o mesmo padrão de umidade relativa devido a mesma localização geográfica e época de criação.

Houve diferença estatística ($p < 0,05$) nos valores das médias da umidade relativa do ar entre os galpões durante todas as semanas, exceto entre os galpões 3 e 4, que não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) durante o ciclo de produção (Tabela 7) com exceção da semana 1.

Tabela 7. Valores das médias semanais e dos desvios padrão (DP) de umidade relativa do ar (%) nos galpões de frango de corte durante a criação

Semana	Galpão 1 Média ± DP	Galpão 2 Média ± DP	Galpão 3 Média ± DP	Galpão 4 Média ± DP
1	49,76 ± 6,84 ^d	66,91 ± 13,84 ^a	56,36 ± 12,84 ^b	52,83 ± 11,52 ^c
2	57,76 ± 9,08 ^c	67,20 ± 13,94 ^a	68,65 ± 13,44 ^a	68,29 ± 10,35 ^a
3	56,75 ± 10,16 ^b	67,30 ± 17,45 ^a	56,20 ± 15,73 ^b	54,54 ± 11,87 ^b
4	51,20 ± 10,91 ^c	71,43 ± 16,70 ^a	67,05 ± 9,50 ^b	65,14 ± 8,95 ^b
5	55,16 ± 12,00 ^b	69,04 ± 16,16 ^a	53,45 ± 15,08 ^b	53,60 ± 14,81 ^b
6	62,02 ± 10,51 ^b	70,44 ± 14,19 ^a	62,77 ± 11,87 ^b	59,78 ± 10,17 ^b

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

Durante as semanas 1 e 2, em todos os galpões, os valores das médias semanais de entalpia específica do ar estiveram abaixo das faixas de conforto, devido aos valores das médias de temperatura mais baixos, como relatados acima.

Na semana 3, os galpões 1 e 2 estiveram abaixo das faixas ideais de entalpia específica do ar, em razão das temperaturas mais baixas da época de criação (julho/2016). E na semana 6 os galpões 2, 3 e 4 permaneceram acima da faixa de conforto, devido ao aumento de temperatura e umidade relativa do ar dentro do galpão, em razão do aumento da dissipação de calor pelas aves e um sistema de ventilação não adequado para renovação de ar necessária (MENEGALI et al., 2013).

Houve diferença estatística ($p < 0,05$) nos valores das médias de entalpia específica do ar semanal entre os galpões em alguns momentos durante ciclo produtivo (Tabela 8).

Tabela 8. Valores das médias semanais e dos desvios padrão (DP) de entalpia específica do ar semanal (kJ/kg de ar seco) nos galpões de frango de corte durante a criação de acordo com a faixa de conforto

Semana	Faixa de conforto*	Galpão 1 Média ± DP	Galpão 2 Média ± DP	Galpão 3 Média ± DP	Galpão 4 Média ± DP
1	72-101	60,69 ± 5,53 ^a	48,28 ± 8,37 ^c	50,76 ± 10,08 ^b	44,61 ± 10,63 ^d
2	63-88	56,68 ± 6,65 ^a	56,45 ± 7,32 ^a	56,60 ± 7,40 ^a	47,72 ± 11,50 ^b
3	54-76	51,32 ± 3,97 ^c	51,55 ± 10,02 ^b	57,03 ± 6,14 ^a	55,69 ± 6,80 ^a
4	47-65	46,00 ± 7,86 ^c	46,96 ± 9,53 ^c	57,60 ± 6,88 ^a	53,98 ± 7,10 ^b
5	40-56	42,75 ± 8,17 ^c	51,21 ± 5,24 ^b	50,19 ± 6,89 ^{a, b}	50,10 ± 8,49 ^a
6	40-47	42,95 ± 6,91 ^b	49,72 ± 5,10 ^a	48,38 ± 9,60 ^a	49,01 ± 9,27 ^a

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

*Fonte: Calculado de acordo com a equação de entalpia específica do ar proposta por Rodrigues et al. (2010) com os índices de conforto ($T^{\circ}\text{C}$ e UR%) estabelecidos por Tinoco (2001), Medeiros et al. (2005) e Abreu e Abreu (2011)

A ausência de homogeneidade nas variáveis bioclimáticas e, conseqüentemente, no conforto térmico das aves em todas as regiões nos galpões de pressão positiva, pode ter proporcionado condições de estresse térmico pelo frio nas primeiras semanas de vida e pelo calor na fase adulta. Devido ao tipo de aquecimento ineficiente, problemas de circulação de ar (ventilação) e ao baixo isolamento térmico da estrutura (telhados, paredes e cortinas laterais), sofrendo oscilações nas condições climáticas em função das variáveis climáticas externas (CORDEIRO et al., 2010; VIGODERIS et al., 2010; OSORIO et al., 2016).

Os resultados encontrados neste estudo corroboram com Menegali et al. (2013), que verificaram que o sistema de aquecimento pode não ser satisfatório para manter a temperatura e umidade do ar de acordo com os padrões de conforto térmico, expondo as aves a períodos de estresse pelo frio. Também foi observado comportamento semelhante por Vigoderis et al. (2010), que em períodos de inverno, condições adequadas de temperatura não são atingidas nas primeiras semanas.

As primeiras semanas dos frangos de corte são as mais críticas, e demandam mais cuidado e atenção do produtor, pois erros cometidos nessa fase não poderão ser corrigidos no futuro, podendo afetar o desempenho final das aves, prejudicando o ganho de peso e levando ao desenvolvimento de doenças pelo estresse térmico pelo frio (TINOCO et al., 2004).

Isto poderia justificar, o menor peso de abate das aves e mortalidade mais alta no galpão 1 em relação aos outros galpões, pois mesmo com os sensores de temperatura dentro do pinteiro, estes aferiram temperaturas mais baixas que a faixa ideal de conforto térmico das aves.

3.3.3. Características climatológicas no transporte

As características dos transportes das granjas para o frigorífico com relação à distância percorrida, duração da viagem, velocidade média durante o transporte, aceleração dianteira e traseira do caminhão, densidade de aves por caixa, densidade por caminhão (número de aves por caminhão), média do peso das aves transportadas, porcentagem de mortalidade (DOA%) por caminhão e por galpão, se encontram na tabela 9.

Tabela 9. Características dos transportes das granjas até o frigorífico

Variáveis	Galpão				Média Geral
	1	2	3	4	
Distância (km)	90	28	38	28	46
Duração (min)	70	59	28	24	45
Velocidade média (km/h)	77,14	28,47	81,43	79,00	66,51
Aceleração dianteira (m/s²)	-	7,94	10,88	9,87	9,56
Aceleração traseira (m/s²)	-	11,14	10,58	10,02	10,58
Densidade aves por caixa	8	8	8	8	8
Densidade de aves por caminhão	3888	3888	4364	3888	4007
Mortalidade DOA por caminhão	0,44	0,08	0,02	0,03	0,14
Média do peso das aves do caminhão (kg)	2,48	2,68	2,58	3,00	2,69

- Dados não coletados por falha de equipamento

Os transportes ocorreram durante o período noturno entre os horários 23h34 e 01h59, parcialmente em estrada de terra acidentada e em estrada asfaltada de boa conservação.

Na literatura são relatados valores semelhantes às médias das variáveis deste estudo por Barbosa Filho et al. (2009) durante o inverno com 30 km para distância percorrida e 40 minutos para duração da viagem. E os valores das médias estão abaixo do encontrado por Nijdam et al. (2004) de 2h14 para duração de viagem, e por Vieira et al. (2011), de 120 km para distância percorrida, 1h30 para duração de viagem e 3337 aves/caminhão para densidade de carregamento.

Os valores de aceleração dianteira e traseira dos caminhões estudados ficaram acima das faixas ideais de aceleração de 0,5 a 1,5 m/s² recomendadas por Gebresenbet et al. (2011), permanecendo dentro da faixa de aceleração extremamente aversiva, ou seja, superior a 4,0 m/s² (RANDALL et al., 1997). Porém, foram menores que os valores de aceleração encontrados por Nazareno et al. (2015) de 14,0 m/s² em estrada de asfalto e 25,8 m/s² em estrada de terra.

As vibrações durante o transporte podem resultar em fadiga, incidência de lesões nas aves, estresse e alterações na qualidade de carne, pois acarretam o esgotamento das reservas de energia, queda do pH muscular, e levando ao desenvolvimento de carne PSE-like (WARRIS et al., 1997; CARLISTE et al., 1998; ABEYSINGNE et al., 2001; MINKA; AYO, 2010).

Com relação as variáveis climáticas durante o transporte para o frigorífico, apenas as médias de temperatura do ar nos galpões 1 e 2 permaneceram um pouco acima da faixa de conforto térmico de 20°C (ABREU; ABREU, 2011), e os galpões 2 e 3 se encontraram abaixo desta faixa de conforto (Figura 6). Os valores das médias de umidade relativa do ar em todos os galpões permaneceram acima das faixas de conforto entre 50 e 70% (MEDEIROS et al., 2005; TINOCO et al.,

2001) (Figura 6). Já os valores das médias de entalpia específica do ar, apenas os galpões 1 e 2 ficaram acima das faixas de conforto, devido à alta umidade relativa do ar.

Os valores das médias de temperatura do ar de 16,43°C e umidade relativa do ar de 92,18% no transporte das aves do galpão 3, podem ser explicados pelo molhamento das aves na saída da granja, e devido à chuva que ocorreu no momento do transporte, acarretando uma queda na temperatura do ar e um aumento da umidade relativa do ar. E no galpão 2, o alto valor da média da umidade relativa do ar de 91,84% ocorreu devido ao molhamento da carga.

Os valores das médias de temperatura do ar, umidade relativa do ar e entalpia específica do ar durante o transporte foram respectivamente 19,05°C, 85,16% e 50,04 kJ/kg de ar seco, semelhantes aos relatados por Barbosa Filho et al. (2009) de 22,8°C, 78% e 66 kJ/kg de ar seco, e Vieira et al. (2011) de 18,8°C, 68% e 44,2 kJ/kg de ar seco, ambos os estudos realizados durante o inverno no estado de São Paulo.

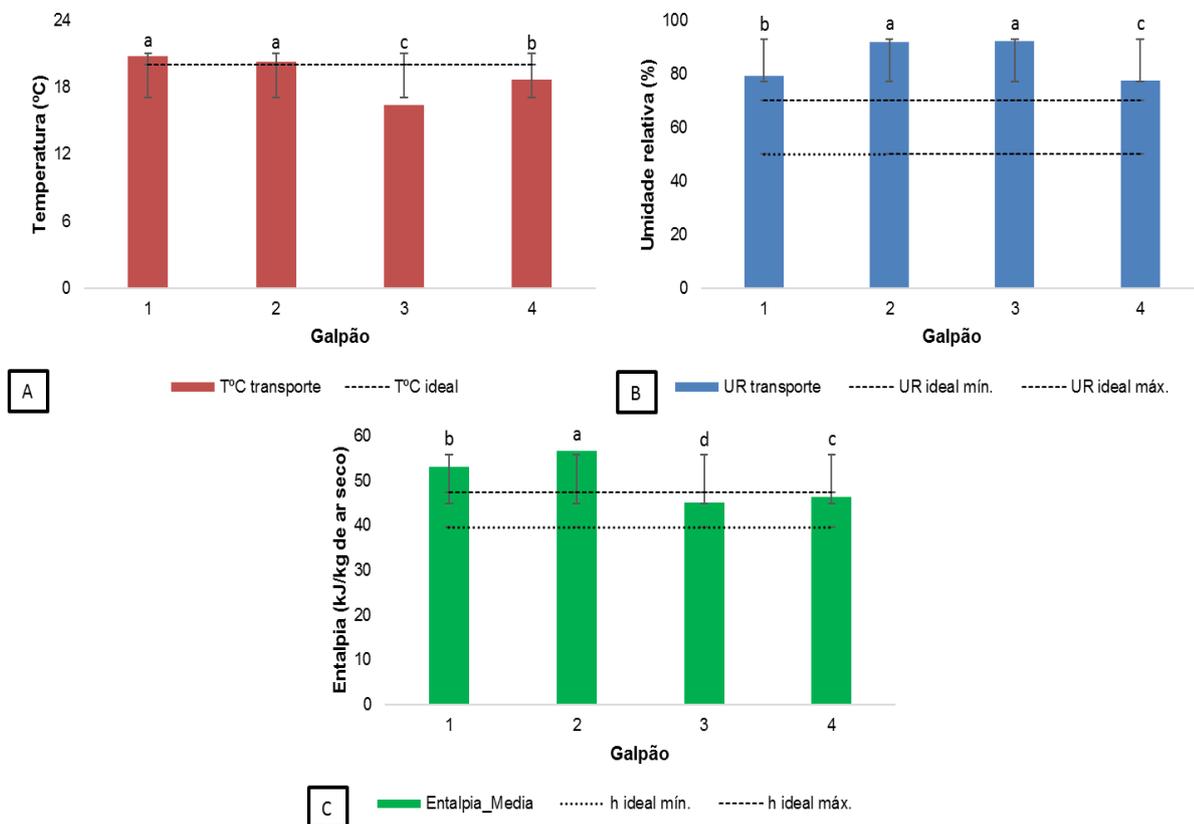


Figura 6. Valores das médias e desvios-padrão de temperatura do ar (°C) (A), umidade relativa do ar (%) (B) e entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco) (C) durante o transporte da granja até o frigorífico e a faixa de conforto para idade das aves

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas barras não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

Houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as médias de temperatura do ar no transporte entre as granjas, exceto entre as granjas 1 e 2 que não diferiram ($p > 0,05$); e entre as médias de umidade relativa do ar apenas não diferiram ($p > 0,05$) entre as granjas 2 e 3 (Figura 6).

3.3.1. Características climatológicas na espera no frigorífico

A etapa de espera no frigorífico de todos os galpões ocorreu durante o período noturno de 00h03 até 5h30. O valor da média da duração do período de espera foi 4h34, acima do encontrado por Nijdam et al. (2004) de 2h30 em um estudo realizado na Holanda e Alemanha, e por Vieira et al. (2011) de 2h58 em um estudo realizado no Brasil. Essa variação é oriunda dos programas de logística da carga viva de cada empresa. Portanto não se pode comparar com outros trabalhos devido as diferentes realidades.

Durante a espera, as médias de temperatura do ar, umidade relativa do ar e entalpia específica do ar dos galpões foram respectivamente 19,26°C, 95,98% e 55,42 kJ/kg de ar seco. Esses valores se encontram acima dos considerados de conforto para as aves (Figura 7), exceto a temperatura que se encontra na faixa ideal devido o estudo ter ocorrido no inverno. Deve-se considerar as variações de acordo com as estações do ano. Já Vieira et al. (2016) encontrou valores de médias de 23,10°C para temperatura do ar, 94,00% para umidade relativa do ar e 69,80 kJ/kg de ar seco para coletas realizadas durante o período diurno.

Os valores das médias da temperatura do ar permaneceram um pouco abaixo da faixa de conforto térmico de 20°C (ABREU; ABREU, 2011), e houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre os galpões 2 e 3, 2 e 4, e 3 e 4 (Figura 7).

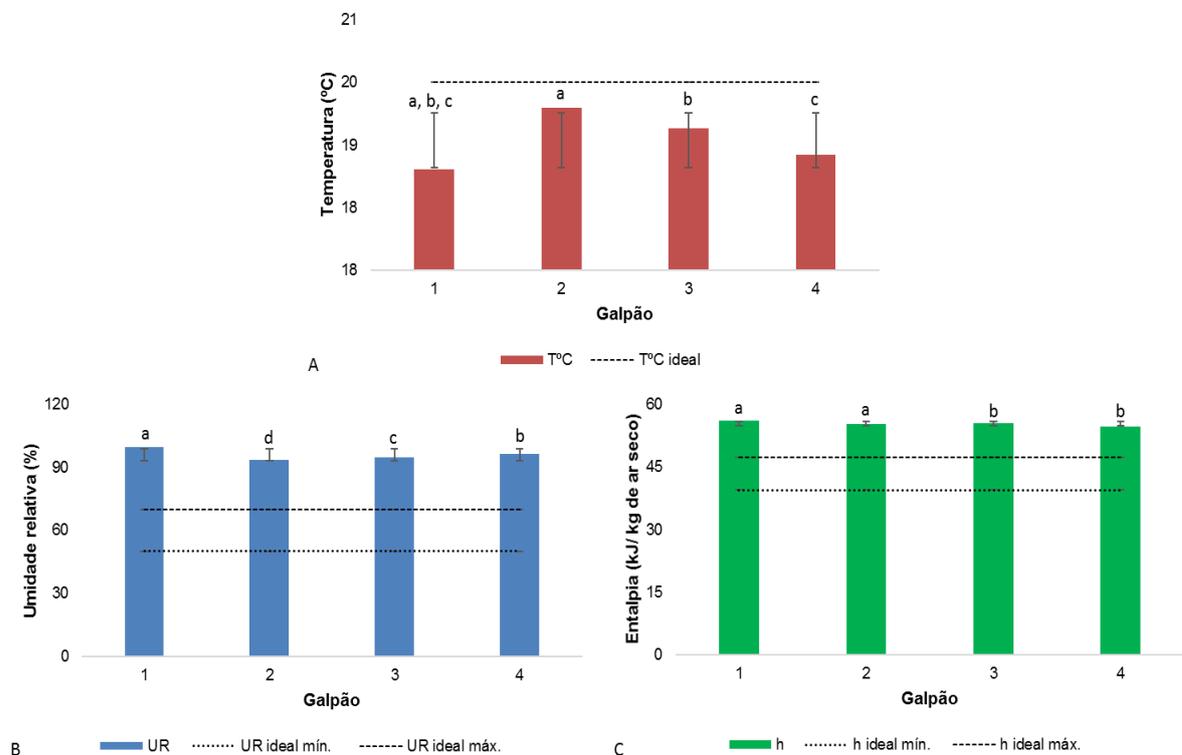


Figura 7. Valores das médias e desvios-padrão de temperatura do ar (°C) (A), umidade relativa do ar (%) (B) e entalpia específica do ar (kJ/ kg de ar seco) (C) durante a espera no frigorífico e a faixa de conforto térmico para idade das aves

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas barras não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

Os valores das médias de umidade relativa do ar permaneceram bem acima das faixas de conforto entre 50 e 70% (MEDEIROS et al., 2005; TINOCO et al., 2001) (Figura 7), pois como relatado anteriormente, todos os caminhões passaram por molhamento ao adentrarem o frigorífico. E todos os galpões diferiram entre si ($p < 0,05$).

As médias da entalpia específica do ar nos galpões permaneceram acima das faixas de conforto entre 39,48 a 47,22 kJ/kg de ar seco; uma justificativa poderia ser a alta umidade relativa do ar (Figura 7). Houve diferença estatística ($p < 0,05$) nos valores das médias de entalpia específica do ar entre os galpões, exceto entre os galpões 1 e 2, e os galpões 3 e 4 que não diferiram ($p > 0,05$).

O molhamento das aves na chegada ao frigorífico é um processo mecânico, sendo realizado independente se necessário ou não essa atividade, pois não se baseia em condições climáticas; como a estação do ano, temperatura e umidade relativa do ar no ambiente. Este fator pode influenciar negativamente as condições térmicas das aves que ficam expostas a altos valores de umidade relativa do ar e, conseqüentemente, a altos valores de entalpia específica do ar, o que dificulta as trocas de calor e causa desconforto aos frangos de corte.

A variabilidade das variáveis climáticas durante o transporte, pode ser explicada pela diferença nas condições de transporte, pois tiveram procedimentos diferentes (molhamento), intempéries climáticas (chuva), e ocorreram em épocas e estradas distintas.

Em geral as variáveis climáticas tiveram o mesmo comportamento em todos os galpões ao longo do período estudado (Tabela 10). Assim a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) apresentou queda da criação até a espera, a umidade relativa do ar (%) aumentou da criação até a espera, a entalpia específica do ar nos galpões 1 e 2 tiveram um aumento no transporte e uma suave queda na espera, já os galpões 3 e 4 demonstraram uma queda no transporte e aumento na espera.

Tabela 10. Valores das médias de temperatura do ar (T $^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (UR %) e entalpia específica do ar (H kJ/kg de ar seco) durante a criação, transporte e espera nos galpões estudados

		Galpão 1 Média \pm DP	Galpão 2 Média \pm DP	Galpão 3 Média \pm DP	Galpão 4 Média \pm DP	Média Geral \pm DP
T	Criação	23,56 \pm 4,63 ^a	21,61 \pm 4,73 ^c	23,83 \pm 4,11 ^a	22,88 \pm 4,80 ^b	22,88 \pm 4,63
	Transporte	20,82 \pm 3,14 ^a	20,27 \pm 1,26 ^a	16,43 \pm 0,65 ^c	18,68 \pm 2,18 ^b	18,90 \pm 2,29
	Espera	18,89 \pm 3,55 ^{a,b,c}	19,68 \pm 2,53 ^a	19,41 \pm 2,97 ^b	19,07 \pm 3,15 ^c	19,33 \pm 2,98
UR	Criação	55,05 \pm 10,72 ^d	69,05 \pm 15,50 ^a	60,77 \pm 14,42 ^b	59,08 \pm 12,85 ^c	61,59 \pm 14,35
	Transporte	79,12 \pm 12,64 ^b	91,84 \pm 6,54 ^a	92,18 \pm 4,87 ^a	77,49 \pm 7,96 ^c	88,07 \pm 9,44
	Espera	99,59 \pm 1,41 ^a	93,42 \pm 7,91 ^d	94,61 \pm 10,60 ^c	96,31 \pm 8,35 ^b	95,11 \pm 9,25
H	Criação	50,45 \pm 9,47 ^b	50,71 \pm 8,38 ^b	53,45 \pm 8,77 ^a	50,23 \pm 9,82 ^b	51,26 \pm 9,26
	Transporte	53,09 \pm 6,58 ^b	56,64 \pm 2,81 ^a	45,07 \pm 1,43 ^d	46,43 \pm 4,03 ^c	51,04 \pm 6,24
	Espera	56,08 \pm 11,60 ^a	55,32 \pm 6,74 ^a	55,49 \pm 11,80 ^b	54,77 \pm 9,87 ^b	55,21 \pm 10,23

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

3.3.2. Porcentagem de mortalidade (DOA%)

O valor da média de proporção de mortalidade (DOA%) por caminhão neste estudo (Tabela 11) foi 0,14%, abaixo dos valores encontrados por outros autores de 0,42% no verão, 0,39% na primavera, 0,28% no inverno e 0,68% no outono no Brasil (VIEIRA et al., 2011); 0,28% no inverno no Brasil (BARBOSA FILHO et al., 2009); 0,68% no verão nos Estados Unidos (RITZ et al., 2005); e 0,19% na primavera e verão no Reino Unido (WARRIS et al., 1992).

Dentre os autores citados anteriormente, algumas realidades são índices internacionais, cujo sistema de transporte e espera no frigorífico diferem dos adotados no país. Dessa forma as comparações devem ser realizadas entre trabalhos nacionais.

Tabela 11. Porcentagem da mortalidade (DOA%) no frigorífico por caminhão e por lote

Mortalidade	Galpão				Média Geral
	1	2	3	4	
DOF% Criação	7,24	4,62	1,18	3,35	4,10
DOA% Caminhão	0,44	0,08	0,02	0,03	0,14
DOA% Lote	0,19	0,05	0,09	0,09	0,11

O valor da média da porcentagem de mortalidade (DOA%) por lote foi 0,11%; o mesmo valor encontrado nas granjas por Visser et al. (2014) nos Países Baixos; abaixo dos valores encontrados na literatura de 0,30% na Bélgica (JACOBS et al., 2016b); 0,40% na Itália (GRILLI et al., 2015); 0,18% na França (CHAUVIN et al., 2011); 0,12% no Reino Unido (HASLAM et al., 2008); 0,35% na Itália (PETRACI et al., 2006); 0,25% na República Tcheca (VECEREK et al., 2006); 0,13% no Reino Unido (WARRIS et al., 2005); e 0,46% na Holanda e Alemanha (NIJDAM et al., 2004). Porém, uma proporção mais alta que a relatada no estudo de Kittelsen et al. (2015a) de 0,09% na Noruega.

A grande diferença entre os valores das porcentagens de mortalidade (DOA%) entre 0,09 a 0,68% relatados na literatura podem indicar uma diferença nas etapas pré-abate, nos métodos de avaliação ou na sanidade do lote (JACOBS et al., 2016b).

Em todos os lotes estudados, as porcentagens de mortalidade (DOA%) permaneceram abaixo de 0,25%, que é considerado como excelente, de acordo com Grandin (2009), e com relação aos caminhões estudados, apenas galpão 1 foi considerado como aceitável (DOA até 0,50%) segundo a mesma autora (Figura 8).

Os maiores valores das porcentagens de mortalidade (DOA%) de 0,44% por caminhão e 0,19% por lote no galpão 1, podem estar relacionados com menor peso das aves (HASLAM et al., 2008) e com alta porcentagem de mortalidade de 7,24% durante a criação (WHITING et al., 2007; HASLAM et al., 2008; CHAUVIN et al., 2011), indicando uma possível relação entre a sanidade do lote no último período de produção com porcentagem de mortalidade (DOA%) (KITTELSEN et al., 2015a).

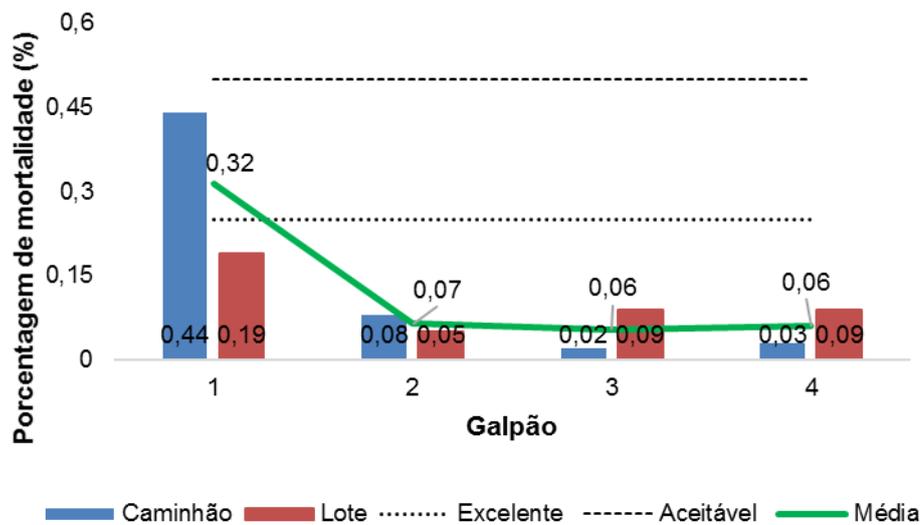


Figura 8. Representação gráfica da porcentagem de mortalidade (DOA%) por caminhão e lote, e as faixas de excelência e aceitável de mortalidade no frigorífico

A distância do galpão 1 até o frigorífico de 90 km e a duração da viagem de 70 minutos, podem ter influenciado nas altas porcentagens de mortalidade (DOA%), pois diversos estudos associaram transportes de longa duração com altas porcentagens de mortalidade (NIDJAM et al., 2004; VECEREK et al., 2006; VIEIRA et al., 2011; WHITING et al., 2007). Um aumento de 15 minutos na duração do transporte pode ser responsável por um aumento de 6% na DOA% (NIDJAM et al., 2004).

A porcentagem de mortalidade (DOA%) não foi afetada pela duração do período de espera, pois os galpões 2 e 3, que tiveram as maiores durações, respectivamente 5h25 e 5h27, e tiveram as menores DOA%. O mesmo foi relatado por outros autores (BIANCHI et al., 2005; VIEIRA et al., 2011), embora Nijdam et al. (2004), tenha associado o aumento da porcentagem de mortalidade (DOA%) ao aumento da duração do transporte e período de espera. Segundo Vieira et al. (2011), durante o inverno a DOA% não é afetada pela duração do período de espera quando ocorre em um ambiente climatizado, pois o perfil térmico durante esta estação é considerado de conforto para as aves.

3.4. Considerações parciais

De acordo com este estudo de caso em galpões convencionais com pressão positiva pode-se concluir que:

- Existe uma heterogeneidade e falta de padronização estrutural dos galpões convencionais mesmo em se tratando de uma única empresa integradora e tipo de aviário;
- Existe ausência de homogeneidade nas variáveis bioclimáticas e conseqüentemente no conforto térmico das aves, proporcionando condições de estresse térmico por frio nas primeiras semanas de vida e por calor na fase adulta;

- Mesmo o estudo ocorrendo durante o inverno e início da primavera, as condições bioclimáticas durante o transporte e espera se apresentaram inadequadas expondo as aves ao estresse térmico por calor, apesar destes procedimentos terem ocorrido durante a noite e início da manhã;
- A DOA pode estar relacionada com maior mortalidade durante a criação (DOF) e características do transporte (maior duração de viagem e distância). E não ter influência da duração da espera.

Referências

- ABEYESINGHE, S.M.; WATHES, C.M.; NICOL, C.J.; RANDALL, J.M. The aversion of broiler chickens to concurrent vibrational and thermal stressors. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 73, n. 3, p. 199-215, 2001.
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G.D. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 256, p. 1-14, 2011.
- ANIMALIA. 2014. KJØTTETS TILSTAND 2014. Disponível em: <<http://flashbook.no/animalia/kjottetstilstand14/#/1/>>. Acesso em 29 dez. 2016.
- BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.D.; GARCIA, D.D.B.; SILVA, M.A.N.D.; FONSECA, B.H.F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2442-2446, 2009.
- BAYLISS, P.A.; HINTON, M.H. Transportation of broilers with special reference to mortality rates. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 28, n. 1-2, p. 93-118, 1990.
- BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, C. Effects of transport and lairage on mortality, liveweight loss and carcass quality in broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, n. sup2, p. 516-518, 2005.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma de higiene ocupacional NHO 09**: avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro. FUNDACENTRO, 2013. 64 p.
- CARLISLE, A.J. Physiological responses of broiler chickens to the vibrations experienced during road transportation. **British Poultry Science**, v. 39, n. S1, p. 48-49, 1998.
- CHAUVIN, C.; HILLION, S.; BALAINE, L.; MICHEL, V.; PERASTE, J.; PETETIN, I.; LUPO, C.; LE BOUQUIN, S. Factors associated with mortality of broilers during transport to slaughterhouse. **Animal**, v. 5, n. 02, p. 287-293, 2011.
- CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.D.F.; SILVA, J.N.; VIGODERIS, R.B.; PINTO, F.D.A.D.C.; CECON, P.R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.
- DADGAR, S.; LEE, E.S.; LEER, T.L.V.; CROWE, T.G.; CLASSEN, H.L.; SHAND, P.J. Effect of acute cold exposure, age, sex, and lairage on broiler breast meat quality. **Poultry Science**, v. 90, n. 2, p. 444-457, 2011.

- DE 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. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n. 1, p. 51-58, 2014.
- DE JONG, I.C.; VAN HARN, J.; GUNNINK, H.; HINDLE, V.A.; LOURENS, A. Footpad dermatitis in Dutch broiler flocks: Prevalence and factors of influence. **Poultry Science**, v. 91, n. 7, p. 1569-1574, 2012.
- EC - European Commission. 2007. Directive 2007/43/EC of 28 June 2007. Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. Disponível: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:182:0019:0028:EN:PDF>>. Acesso em 28 dez. 2016.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. **EFSA Journal**, v. 10, n.6, p. 2767–2796, 2012.
- ESTEVEZ, I. Density allowances for broilers: where to set the limits?. **Poultry Science**, v. 86, n. 6, p. 1265-1272, 2007.
- FEDERICI, J.F.; VANDERHASSELT, R.; SANS, E.C.O.; TUYTTENS, F.A.M.; SOUZA, A.P.O.; MOLENTO, C.F.M. Assessment of Broiler Chicken Welfare in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 18, n. 1, p. 133-140, 2016.
- GEBRESENBET, G.; ARADOM, S.; BULITTA, F.S.; HJERPE, E. Vibration levels and frequencies on vehicle and animals during transport. **Biosystems Engineering**, v. 110, n. 1, p. 10-19, 2011.
- GRANDIN, T. 2009. Poultry slaughter plant and farm audit: critical control points for bird welfare. Disponível em: <<http://www.grandin.com/poultry.audit.html>>. Acesso em: 29 dez. 2016.
- GRIFFIN, M.J. **Handbook of human vibration**. Academic Press, 1990. 350 p.
- GRILLI, C.; LOSCHI, A.R.; REA, S.; STOCCHI, R.; LEONI, L.; CONTI, F. Welfare indicators during broiler slaughtering. **British Poultry Science**, v. 56, n. 1, p. 1-5, 2015.
- HASLAM, S.M.; KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; WILKINS, L.J.; KESTIN, S.C.; WARRISS, P.D.; NICOL, C.J. Prevalence and factors associated with it, of birds dead on arrival at the slaughterhouse and other rejection conditions in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 49, n. 6, p. 685-696, 2008.
- JACOBS, L.; DELEZIE, E.; DUCHATEAU, L.; GOETHALS, K.; TUYTTENS, F.A. Broiler chickens dead on arrival: associated risk factors and welfare indicators. **Poultry Science**, v. 0, p. 1-7, 2016b.
- KITTELSEN, K.E.; GRANQUIST, E.G.; KOLBJØRNSEN, Ø.; NAFSTAD, O.; MOE, R.O. A comparison of post-mortem findings in broilers dead-on-farm and broilers dead-on-arrival at the abattoir. **Poultry Science**, v. 94, n. 11, p. 2622-2629, 2015a.
- MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.D.C.; OLIVEIRA, R.D.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.
- MENEGALI, I.; TINÔCO, I.F.F.; CARVALHO, C.C.S.; SOUZA, C.D.F.; MARTINS, J.H. Comportamento de variáveis climáticas em sistemas de ventilação mínima para produção de pintos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 106-113, 2013.

- MINKA, N.S.; AYO, J.O. Physiological responses of food animals to road transportation stress. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 40, p. 6601-6613, 2010.
- MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; GARCIA, R.G.; NÄÄS, I.A.; MIWA, I.; GARCIA, E.A.; TAKIDA, T.S.; ALMEIDA, I.C.L. Efeito da densidade de criação e do nível de energia da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, p. 39, 2001.
- NAZARENO, A.C.; SILVA, I.J.O.; DONOFRE, A.C.; VIEIRA, F.M.; CASTRO, A.C. Vibrações e choques mecânicos em pintos de um dia transportados em diferentes estradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 7, p. 680-685, 2015.
- NIJDAM, E.; ARENS, P.; LAMBOOIJ, E.; DECUYPERE, E.; STEGEMAN, J.A. Factors influencing bruises and mortality of broilers during catching, transport, and lairage. **Poultry Science**, v. 83, n. 9, p. 1610-1615, 2004.
- OSORIO, R.H.; TINOCO, I.F.F.; OSORIO, J.A.; MENDES, L.B.; ROCHA, K.S.O.; GUERRA, L.M. Thermal environment in two broiler barns during the first three weeks of age. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 256-262, 2016.
- PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; CAVANI, C.; GASPARI, P.; LAVAZZA, A. Preslaughter mortality in broiler chickens, turkeys, and spent hens under commercial slaughtering. **Poultry Science**, v. 85, n. 9, p. 1660-1664, 2006.
- PILECCO, M.; ALMEIDA PAZ, I.D.L.; TABALDI, L.A.; NÄÄS, I.D.A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R.; ALVES, M.C.F.; FELIX, G.A. Influence of genetic strain and season on back scratch lesions in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 13, n. 4, p. 241-245, 2011.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. 2016. Disponível em <https://www.R-project.org/>. Acesso: 13 jan. 2017.
- RANDALL, J.M.; DUGGAN, J.A.; ALAMI, M.A.; WHITE, R.P. Frequency weightings for the aversion of broiler chickens to horizontal and vertical vibration. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 68, n. 4, p. 387-397, 1997.
- RITZ, C.W.; WEBSTER, A.B.; CZARICK, M. Evaluation of hot weather thermal environment and incidence of mortality associated with broiler live haul. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 3, p. 594-602, 2005.
- RODRIGUES, V.C.; DA SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2010.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FAUCITANO, L.; DADGAR, S.; SHAND, P.; GONZÁLEZ, L.A.; CROWE, T.G. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 92, n. 3, p. 227-243, 2012.
- SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba, Editora UFPR, 2004. 195p.
- SPURIO, R.S.; SOARES, A.L.; CARVALHO, R.H.; SILVEIRA JUNIOR, V.; GRESPAN, M.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. Improving transport container design to reduce broiler chicken PSE (pale, soft, exudative) meat in Brazil. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 2, p. 277-283, 2016.

- STRAWFORD, M.L.; WATTS, J.M.; CROWE, T.G.; CLASSEN, H.L.; SHAND, P.J. The effect of simulated cold weather transport on core body temperature and behavior of broilers **Poultry Science**, v. 90, n. 11, p. 2415-2424, 2011.
- SWITZERLAND. 2011. Animal Welfare Ordinance. Disponível: <http://www.blv.admin.ch/themen/tierschutz/index.html?lang=en&download=NHZLpZeg7t,Inp6lON_TU042l2Z6ln1ad1lZn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCFd3t2fmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A-->. Acesso em 02 de fev. 2015.
- TINÔCO, I.F.F.; FIGUEIREDO, J.L.A.; SANTOS, R.C.; SILVA, J.D.; PUGLIESI, N.L. Placas porosas utilizadas em sistemas de resfriamento evaporativo. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 12, n. 1, p. 17-23, 2004.
- TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n. 1, p. 1-26, 2001.
- TSIOURIS, V.; GEORGOPOULOU, I.; BATZIOS, C.; PAPPAIOANNOU, N.; DUCATELLE, R.; FORTOMARIS, P. High stocking density as a predisposing factor for necrotic enteritis in broiler chicks. **Avian Pathology**, v. 44, n. 2, p. 59-66, 2015.
- TUYTTENS, F.A.M.; FEDERICI, J.F.; VANDERHASSELT, R.F.; GOETHALS, K.; DUCHATEAU, L.; SANS, E.C.O.; MOLENTO, C.F.M. Assessment of welfare of Brazilian and Belgian broiler flocks using the Welfare Quality protocol. **Poultry Science**, v. 94, p. 1758-1766, 2015.
- VECEREK, V.; GRBALOVA, S.; VOŠLAROVA, E.; JANACKOVA, B.; MALENA, M. Effects of travel distance and the season of the year on death rates of broilers transported to poultry processing plants. **Poultry Science**, v. 85, n. 11, p. 1881-1884, 2006.
- VELKERS, F.C.; VAN DE GRAAF-BLOOIS, L.; WAGENAAR, J.A.; WESTENDORP, S.T.; VAN BERGEN, M.A.P.; DWARS, R.M.; LANDMAN, W.J.M. Enterococcus hirae-associated endocarditis outbreaks in broiler flocks: clinical and pathological characteristics and molecular epidemiology. **Veterinary Quarterly**, v. 31, n. 1, p. 3-17, 2011.
- VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, A.M.C.; BROOM, D.M. Preslaughter mortality of broilers in relation to lairage and season in a subtropical climate. **Poultry Science**, v. 90, n. 10, p. 2127-2133, 2011.
- VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, A.M.C. Influência das condições térmicas do galpão de espera climatizado na mortalidade pré-abate de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 475-482, 2016.
- VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.D.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, A.M.C. Productive losses on broiler preslaughter operations: effects of the distance from farms to abattoirs and of lairage time in a climatized holding area. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2471-2476, 2010.
- VIGODERIS, R.B.; CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.D.F.F.; MENEGALI, I.; SOUZA JÚNIOR, J.P.; HOLANDA, M.C.R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1381-1386, 2010.

- VISSER, E.K.; OUWELTJES, W.; NEIJENHUIS, F.; LOURENS, A.; VAN DER WERF, J.T.N.; GUNNINK, H.; HINDLE, V.A.; VERKAIK, J.C.; BINNENDIJK, G.P.; GERRITZEN, M.A. **Jaarrapportage Onderzoek Animal Welfare Check Points 2013**. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research. Livestock Research Report 753, 2014.
- WARRIS, P.D.; BEVIS, E.A.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Longer journeys to processing plants are associated with higher mortality in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 33, n. 1, p. 201–206, 1992.
- WARRIS, P.D.; PAGAZAURTUNDUA, A.; BROWN, S.N. Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. **British Poultry Science**, v. 46, n. 6, p. 647-651, 2005.
- WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; KNOWLES, T.G.; EDWARDS, J.E.; DUGGAN, J.A. Potential effect of vibration during transport on glycogen reserves in broiler chickens. **The Veterinary Journal**, v. 153, n. 2, p. 215-219, 1997.
- WELFARE QUALITY®. 2010. The assessment of animal welfare on broiler farms [Report 18]. Disponível em: <<http://www.welfarequality.net/everyone/44897/7/0/22>>. Acesso em 29 dez. 2016.
- WHITING, T.L.; DRAIN, M.E.; RASALI, D.P. Warm weather transport of broiler chickens in Manitoba. II. Truck management factors associated with death loss in transit to slaughter. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 48, n. 2, p. 148, 2007.

4. INFLUÊNCIA DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO NA GERAÇÃO E GRAU DE SEVERIDADE DE LESÕES EM FRANGOS DE CORTE

RESUMO

A avicultura de corte brasileira possui uma grande importância econômica no Brasil e no mundo. Apesar dos grandes investimentos em novas tecnologias a produção brasileira se concentra em galpões convencionais, pouca relevância é dada às perdas ao longo da cadeia de produção. O objetivo deste estudo foi identificar quais etapas de produção (criação e período pré-abate) são responsáveis pelos maiores níveis de ocorrência e severidade de lesões de carcaça em frangos de corte. Também objetivou-se observar possíveis interações com fatores que podem atuar na geração destas lesões. Foram acompanhados 4 ciclos de produção. A qualidade de cama do aviário (porcentagem de umidade) foi realizada no início e final do ciclo de criação. No dia da apanha e carregamento das aves, uma amostragem de 80 aves foi selecionada aleatoriamente e identificada por anilhas para análise de lesão I (limpeza de plumagem). Durante o transporte e espera ocorreu a caracterização das condições climáticas ambientais. Na descarga, ocorreu a análise de lesões II (pododermatite, lesão de joelho, arranhão antigo e recente, fratura de asa e perna antiga e recente) e quantificação da mortalidade das aves. Verificou-se que a alta umidade de cama possui uma relação com maior sujidade de plumagem, lesão de joelho e pododermatite. Lesão de joelho, pododermatite e arranhão da criação foram influenciados pela densidade de alojamento nos galpões convencionais. O arranhão gerado durante o período pré-abate foi relacionado com maior tempo de espera e estresse térmico. A fase de criação foi responsável pelos maiores níveis de ocorrência e severidade de lesões de carcaça em frangos de corte em sistema convencional.

Palavras-chave: Pré-abate; Lesões na carcaça; Perdas produtivas

ABSTRACT

Brazilian poultry industry has a great economic importance in Brazil and in the world. Despite large investments in new technologies, Brazilian production is concentrated on conventional barns, and little relevance is given as losses along the production chain. The aim of this study was to identify which stages of production (rearing and pre-slaughter period) are responsible for the higher levels of occurrence and severity of carcass lesions in broiler chickens. It was also aimed to observe possible interactions with factors that may act in the generation of the lesions. Four production cycles were studied. The litter quality (percentage of moisture) was analyzed at the beginning and end of the rearing cycle. On the day of the catching and loading of the birds, a sample of 80 birds was randomly selected and identified to the analysis of lesion I (Plumage cleanliness). During transport and lairage, occurred the characterization of environmental climatic conditions. In the discharge, the analysis of lesions II (pododermatitis, hock burn, old and recent scratch, old and recent wing and leg fracture) and quantification of the dead on arrival. It was verified that a high level of moisture in the litter has a relation with the high level of dirty plumage, hock burn, and pododermatitis. Hock burn, pododermatitis, and scratching during rearing were influenced by stocking density in conventional barns. The scratching generated during the pre-slaughter period was related to longer lairage time and thermal stress. A rearing phase was related to highest levels of occurrence and severity of carcass lesions in broilers in a conventional system.

Keywords: Pre-slaughter; Carcass lesions; Productive losses

4.1. Introdução

O período pré-abate é composto pela apanha dos frangos de corte, colocação destes nas caixas, transporte da granja até o abatedouro, espera no frigorífico e pendura das aves na nória. Assim este período envolve todas as atividades e processos antes da insensibilização das aves. Nessa área vários trabalhos apontam as perdas produtivas do setor (NIDJAM et al., 2004; BIANCHI et al., 2005; VIEIRA et al., 2011; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012; KITTELSEN et al., 2015a; JACOBS et al., 2016b).

Esta é uma etapa importante, pois a criação de uma ave depende de recursos e leva vários dias até atingir a idade, peso e qualidade de carcaça adequada. Porém, todo este esforço pode ser perdido dentro de poucas horas antes do abate, resultando em danos ao bem-estar das aves e perdas produtivas, relacionadas com perda de peso das aves, lesões na carcaça, condenações, mortalidade, qualidade da carne e, conseqüentemente, reduzindo o lucro (ADZITEY, 2011; NIJAM et al., 2004).

Os frangos de corte nesta fase também estão sujeitos a potenciais fatores estressantes, como manuseio, barulho, vibração, desconforto térmico, jejum alimentar e hídrico, ambientes desconhecidos, alta densidade populacional, e quebra dos grupos sociais (EFSA, 2011).

As perdas produtivas estão relacionadas com problemas no bem-estar das aves, influenciando as taxas de mortalidade, desordens esqueléticas e musculares, ascite, síndrome da morte súbita, problemas respiratórios, desconforto térmico, aumento da suscetibilidade das aves ao estresse, e lesões por dermatite de contato (BROOM et al., 2005; ALLAIN et al., 2009; VISSER et al., 2014; JACOBS et al., 2016b; STOIER et al., 2016).

As dermatites de contato (pododermatite, lesão de joelho e peito), calos de peito, arranhões, fraturas e hematomas são as principais lesões de carcaça em frangos de corte, que são causadas por um manejo inadequado durante o período de criação e pré-abate na granja e no frigorífico. Podendo servir como indicadores de bem-estar e sanidade das aves, além de sinalizar como foram as condições de criação destas aves, ajudando a minimizar os vultosos prejuízos econômicos gerados por estas perdas (DAWKINS et al., 2004; BASSLER et al., 2013; DE JONG et al., 2014; LANGKABEL et al., 2015; KAUKONEN et al., 2016).

O bem-estar animal por ser multidimensional (MASON; MENDL, 1993), necessita de uma avaliação multicriteriosa, sendo afetado em diferentes aspectos e níveis de severidade durante as fases do período pré-abate das aves, em que cada uma destas fases possui seu grau de responsabilidade, que até agora não foi muito estudado e não está muito claro quais fases do pré-abate afetam quais aspectos do bem-estar (JACOBS et al., 2016a).

As lesões precisam ser investigadas juntas, pois estas podem estar relacionadas, e para que seja possível uma análise de correlações entre as lesões geradas na criação e no período pré-abate. Embora estudos sobre essa influência sejam escassos na literatura, estes se tornam

indispensáveis para melhorar o bem-estar das aves e controlar a geração destas lesões (ALLAIN et al., 2009; GRILLI et al., 2015; KITTELSEN et al., 2015b; JACOBS et al., 2016a).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi identificar quais etapas de produção (criação e período pré-abate) são responsáveis pelos maiores níveis de ocorrência e severidade de lesões de carcaça em frangos de corte, e observar possíveis interações com fatores que podem atuar na geração destas lesões.

4.2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada durante os meses de junho a setembro de 2016 em uma empresa integradora comercial no Estado de São Paulo, onde foram estudadas 4 granjas com galpões convencionais de frango de corte e um frigorífico, cuja a capacidade de abate é de 93.000 frangos/dia. O resumo geral da proposta da pesquisa pode ser observado no fluxograma de pesquisa na Figura 9.

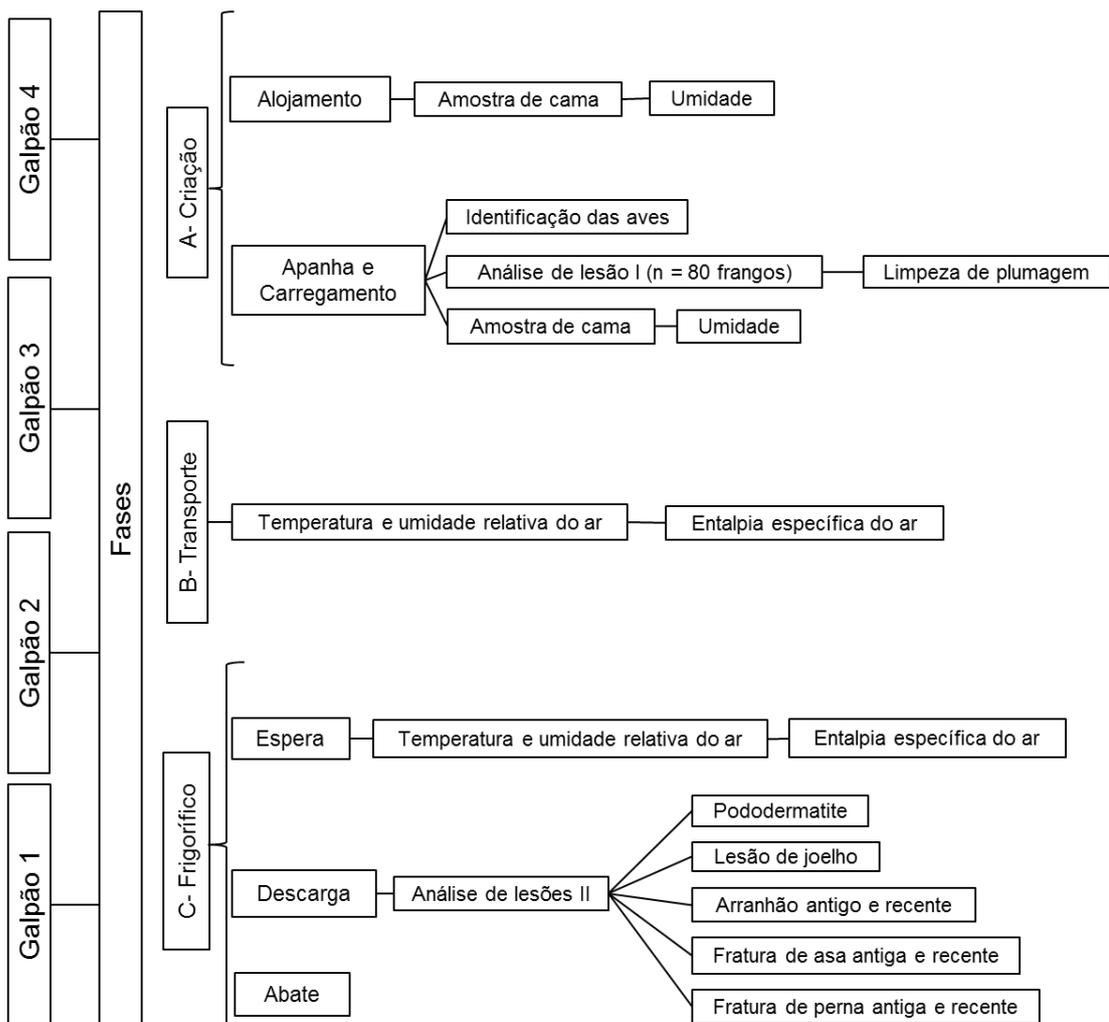


Figura 9. Fluxograma geral da pesquisa

4.2.1. Descrição das atividades da Fase A- Ambiente de criação das aves

4.2.1.1. Alojamentos das aves

No dia do alojamento das aves em cada galpão convencional foi verificada a densidade de alojamento do aviário. Para caracterização da cama de frango foram coletadas informações sobre a composição e o número de ciclos em que estas foram reutilizadas. Amostras da cama do aviário foram coletadas para avaliação da variável umidade, e para serem relacionadas com a incidência ou não de danos nas carcaças das aves (limpeza de plumagem, lesão de joelho e pododermatite).

Para a coleta das amostras da cama, cada aviário foi dividido em 10 quadrantes com as mesmas dimensões, em cada quadrante foram retiradas 5 amostras equidistantes e homogêneas de aproximadamente 20 g, dando origem a uma amostra final de 100 g. Dessa forma as 10 amostras de cama foram condicionadas em uma estufa à 65°C por 48 horas (MILES et al., 2006; MARTINS et al., 2013), e pesadas novamente. A diferença foi considerada a porcentagem de umidade resultante.

4.2.1.2. Apanha e carregamento das aves

Foram coletadas novamente amostras de cama de frango para análise da variável umidade por quadrante, de acordo com o método realizado no dia do alojamento.

Antes de iniciar o processo de apanha foram amostradas aleatoriamente 80 aves do plantel, para isso o galpão foi dividido em 10 quadrantes com as mesmas dimensões e foram coletadas 8 aves em cada quadrante. Estas foram identificadas com anilhas previamente numeradas e foi realizada a análise de lesão I (A1). Nesta A1 foi avaliada a limpeza da plumagem, de acordo com escores baseados em critérios de bem-estar animal, preconizado pelo Protocolo Welfare Quality® para Frangos de Corte (WELFARE QUALITY, 2009a), que se encontra na figura 10.

Sem sujidade	Sujidade leve	Sujidade severa	
			
Escore 0	Escore 1	Escore 2	Escore 3

Figura 10. Escore de limpeza de plumagem em frangos de corte. Fonte: Adaptado Welfare Quality (2009a)

Após a classificação das aves em escores, foi calculado o índice de limpeza de plumagem de acordo com as Equações 6, 7 e 8.

$$I = \frac{100 - 2(\% \text{ Escore } 1) + 7(\% \text{ Escore } 2) + 13 (\% \text{ Escore } 3)}{13} \quad (\text{Equação } 6)$$

$$I \leq 70 \rightarrow \text{Escore} = (1,0186 * I) - (0,014551 * I^2) + (0,00012263 * I^3) \quad (\text{Equação } 7)$$

$$I \geq 70 \rightarrow \text{Escore} = -267,04 + (12,463 * I) - (0,17804 * I^2) + (0,00090116 * I^3) \quad (\text{Equação } 8)$$

As 80 aves amostradas na etapa anterior, foram separadas em uma área delimitada, e respeitando os procedimentos da integradora, foram apanhadas pelo método do pescoço pelos colaboradores (turneiros) e colocadas em caixas de transporte, em que a densidade foi 8 aves/caixa. Assim as 10 caixas foram consideradas como amostra para a continuidade do estudo. As caixas foram identificadas e colocadas no caminhão na posição lateral traseira.

4.2.2. Durante o transporte e espera no frigorífico

Durante o transporte e espera no frigorífico foram analisadas as características climáticas, como temperatura e umidade relativa do ar a cada 1 minuto por meio de *data loggers* (LOGEN Scientific® modelo LS8856), instalados em cada uma das 10 caixas. Visando a determinação do perfil climático, por meio do cálculo da entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco), de acordo com a equação proposta por Rodrigues et al. (2010) (Equação 9):

$$H = 1,006 * t + \left(\frac{UR}{p_B} \right) * 10^{\left[\frac{7,5 * t}{237,31 + t} \right]} * (71,28 + 0,052 * t) \quad (\text{Equação } 9),$$

em que:

H – Entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco);

t – Temperatura de bulbo seco (°C);

UR – Umidade relativa do ar (%);

pb – Pressão barométrica, mmHg

A pressão barométrica, em mmHg, foi obtida a partir da fórmula proposta por Soares e Batista (2004) (Equação 10):

$$P = 760 * \left(1 - \left(\frac{0,0065z}{288} \right) \right)^{5,2568} \quad (\text{Equação } 10),$$

onde:

P – Pressão atmosférica do local (mmHg);

z – Altitude (m)

Quando os caminhões chegavam ao frigorífico, passavam por um molhamento da carga por aproximadamente 15 minutos, depois eram encaminhados para o galpão de espera.

4.2.2.1. Descarregamentos das caixas de transporte

A análise de lesões II (A2) foi realizada no momento do descarregamento nas 80 aves identificadas. Foram considerados os valores quantitativos e a classificação da lesão (lesão de joelho, pododermatite, arranhão antigo e recente, fratura de perna antiga e recente, e fratura de asa antiga e recente) de ambos os membros das aves conforme os escores de lesão, recomendados no Protocolo Welfare Quality® para Frangos de Corte (WELFARE QUALITY, 2009a), e apresentados abaixo.

a) Lesão de joelho

Sem lesão	Lesão de joelho leve		Lesão de joelho severa	
				
Escore 0	Escore 1	Escore 2	Escore 3	Escore 4

Figura 11. Escore de lesão de joelho em frangos de corte. Fonte: Adaptado Welfare Quality (2009a)

b) Pododermatite

Sem lesão	Pododermatite leve		Pododermatite severa	
				
Escore 0	Escore 1	Escore 2	Escore 3	Escore 4

Figura 12. Escore de pododermatite em frangos de corte. Fonte: Adaptado Welfare Quality (2009a)

c) Arranhão

A avaliação de arranhão foi baseada na presença ou na ausência, e no grau de severidade (ELFADIL et al., 1996). O arranhão foi definido como uma crosta amarelada ou acastanhada na forma

de uma linha sobre a pele da perna, abdômen ou dorso da ave (BROOM; REEFMANN, 2005). Sendo definida como oriunda da criação devido à presença de crosta de coloração enegrecida sobre o arranhão; e oriunda do período pré-abate devido a coloração avermelhada, com ou sem presença de solução de continuidade sobre o arranhão (Figura 13).

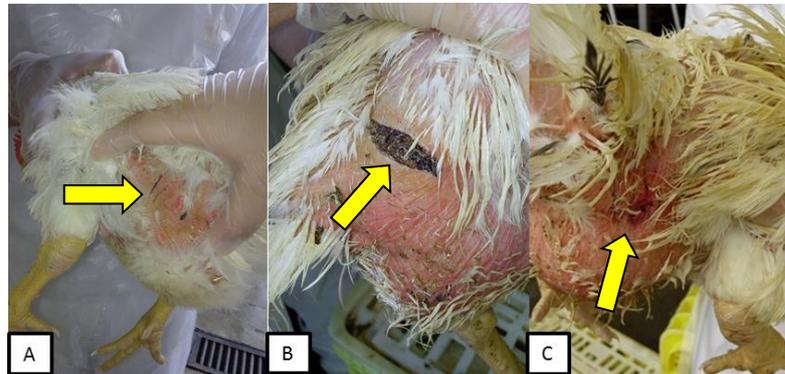


Figura 13. Arranhão simples (A) e profundo (B) oriundos da criação, e arranhão profundo (C) oriundo do período pré-abate

A classificação foi dada por:

A – Nenhuma evidência de arranhão

B – Um arranhão superficial

C – Um arranhão profundo ou presença de pelo menos 3 arranhões

d) Fratura de perna

As fraturas de perna foram definidas como um desvio de angulação normal do membro pélvico (GRANDIN, 2010), sendo consideradas oriundas da criação quando se apresentavam calcificadas (presença de calo ósseo), rodeadas por hematoma de coloração antiga e sem dor à palpação. E as oriundas do período pré-abate quando se apresentavam com aumento de volume na região, presença de hematoma de coloração avermelhada e dor à palpação.

A avaliação de fratura de perna foi realizada por meio da classificação:

A – Nenhuma evidência de desvios e angulações anormais dos membros pélvicos

B – Evidência de fratura devido à presença de desvio e angulação anormal de pelo menos um dos membros pélvicos

C – Evidência de fratura com exposição óssea de pelo menos um dos membros pélvicos

e) Fratura de asa

As fraturas de asa foram definidas como um desvio de angulação normal da asa (GRANDIN, 2010), sendo consideradas oriundas da criação ou período pré-abate de acordo com as características relatadas para o membro pélvico.

A avaliação de fratura de asa foi realizada por meio da classificação:

A – Nenhuma evidência de desvios e angulações anormais das asas

B – Evidência de fratura devido à presença de desvio e angulação anormal de pelo menos uma das asas

C – Evidência de fratura com exposição óssea de pelo menos uma das asas

4.2.3. Análise estatística

Os dados referentes as lesões de criação e pré-abate (limpeza de plumagem, lesão de joelho, pododermatite, arranhão, fratura de asa e perna) foram analisados pela Análise da Variância, com Delineamento Inteiramente ao Acaso (80 frangos para cada um dos 4 galpões), para comparar se houve diferença nas proporções de lesões entre os escores estudados. Quando as pressuposições do modelo não foram satisfeitas a 5% de significância, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis.

Os dados referentes entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco) durante o transporte e espera foram analisados pela Análise da Variância, com Delineamento Inteiramente ao Acaso (4 galpões, com dados mensurados a cada 1 hora durante as 6 semanas de criação), para comparar se as médias das variáveis estudadas são iguais para cada um dos aviários. Quando as pressuposições do modelo não foram satisfeitas a 5% de significância, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis.

Os dados referentes a umidade de cama (%) (com 10 amostras de cama do início e 10 amostras do final do lote para cada um dos 4 galpões) foram analisados pelo teste t de Student para comparação das médias dessa variável em populações independentes. Quando as pressuposições do modelo não foram satisfeitas a 5% de significância, utilizou-se o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney. As porcentagens de umidade de cama também foram analisadas pela Análise da Variância, com Delineamento Inteiramente ao Acaso (com 10 amostras de cama do início e 10 amostras do final do lote para cada um dos 4 galpões), para comparar se as porcentagens das variáveis estudadas são iguais para cada um dos aviários. Quando as pressuposições do modelo não foram satisfeitas a 5% de significância, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Em todos os casos, as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R CORE TEAM, 2016).

4.3. Resultados e Discussão

4.3.1. Fatores que influenciam o nível de lesões no período de criação das aves

Quando a umidade de cama excede mais que 25%, esta pode ser considerada de alta umidade, comprometendo o amortecimento, isolamento e capacidade de retenção de água (COLLETT et al., 2012), podendo levar ao desenvolvimento de dermatites de contato. De acordo com a tabela 12, verifica-se que nos galpões estudados, exceto o galpão 1 não apresentou alta umidade de cama no DF.

Os valores das médias de umidade de cama aumentaram no dia inicial (DI) para o dia final (DF), exceto no galpão 1, e foram diferentes estatisticamente ($p < 0,05$) em todos os galpões estudados. No DI, os galpões 1 e 2, e 3 e 4 não diferiram ($p > 0,05$) entre si. Já no DF, somente os galpões 1 e 2 foram diferentes estatisticamente ($p < 0,05$) (Tabela 12).

De acordo com esses dados, verifica-se que a qualidade de cama poderá influenciar no aparecimento de dermatites e outros problemas, pois os valores médios a consideram com alta umidade, ou seja, acima de 25%. Nota-se que as camas no DI já eram reutilizadas, portanto, não se tratavam de camas novas, e no final da produção aos 42-45 dias, apresentaram uma umidade média de 36,33% com uma variabilidade de 24,58% a 47,46%. Esse fato demonstra como eram necessários maiores cuidados com a cama.

A umidade da cama do aviário pode ser influenciada mais pela densidade de alojamento que pelo número de reutilizações, pois antes de iniciar um novo ciclo de produção, esta cama passou por um vazio sanitário de 3 semanas, assim o galpão permaneceu vazio e a cama foi revolvida para secagem da mesma, o que explicaria uma umidade de cama de 26,23% no galpão 1, apesar do maior número de reutilizações (Tabela 12).

Tabela 12. Valores das médias das porcentagens, os desvios padrão e médias gerais da umidade de cama no DI e DF, número de reutilizações da cama e densidade de alojamento (aves/m²) nos galpões de estudados

Galpão	Umidade DI (%) Média ± DP	Umidade DF (%) Média ± DP	Média geral de Umidade (%)	Número de reutilizações da cama	Densidade de alojamento (aves/m ²)	(kg/m ²)
1	27,88 ± 14,50 ^{a, A}	24,58 ± 5,80 ^{b, B, C}	26,23	5	12,61	30,01
2	27,24 ± 7,09 ^{b, A}	47,46 ± 19,64 ^{a, A, B}	37,35	2	13,25	34,05
3	19,82 ± 2,59 ^{b, B}	37,73 ± 14,21 ^{a, B}	28,78	4	12,62	32,56
4	16,58 ± 3,23 ^{b, B}	35,54 ± 11,43 ^{a, B}	26,06	3	12,50	37,38
Média Geral	22,88 ± 9,38	36,33 ± 15,53	29,60	3,5	12,74	33,50

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis, e letras minúsculas nas linhas não apresentam diferença ($p > 0,05$) pelo teste T-Student

A maior densidade de alojamento do galpão 2 (13,25 aves/m² e 34,05 kg/m²) em comparação com os outros galpões estudados, somado a ausência de revolvimento da cama durante o ciclo de produção, podem ter contribuído para alta umidade de cama, pois a umidade de cama aumenta à medida que aumenta a densidade de alojamento (BESSEI et al., 2006). Na figura 14 observa-se a relação entre a densidade de alojamento e o valor da média da porcentagem geral de umidade de cama nos galpões estudados.

Segundo Feddes et al. (2002), o aumento da densidade de alojamento pode acarretar aumento do consumo de água das aves por causa do estresse térmico por calor, assim os dejetos das aves se tornam mais líquidos e contribuem para o aumento da umidade de cama, além de dificultar o manejo da cama. Porém, a densidade de alojamento possui mínimo efeito quando as condições ambientais apropriadas são mantidas (DAWKINS et al., 2004). Estas informações poderiam explicar a possível relação entre o aumento da umidade de cama com o aumento da densidade de alojamento retratado na figura 14.

Diversos autores comentam sobre as perdas produtivas decorrentes da alta umidade de cama, como a pododermatite, lesão de joelho e calo de peito (MCLLROY et al., 1987; EKSTRANS et al., 1997; DAWKINS et al., 2004; HASLAM et al., 2006; CENGIZ et al., 2011). A alta umidade de cama também pode comprometer a performance da ave, aparelho locomotor, rendimento de carcaça, qualidade da carne e ter impactos negativos no bem-estar da ave (DAWKINS et al., 2004; JONES et al., 2005; HASLAM et al., 2006; DE JONES et al., 2012). Como se abordará no próximo tópico.

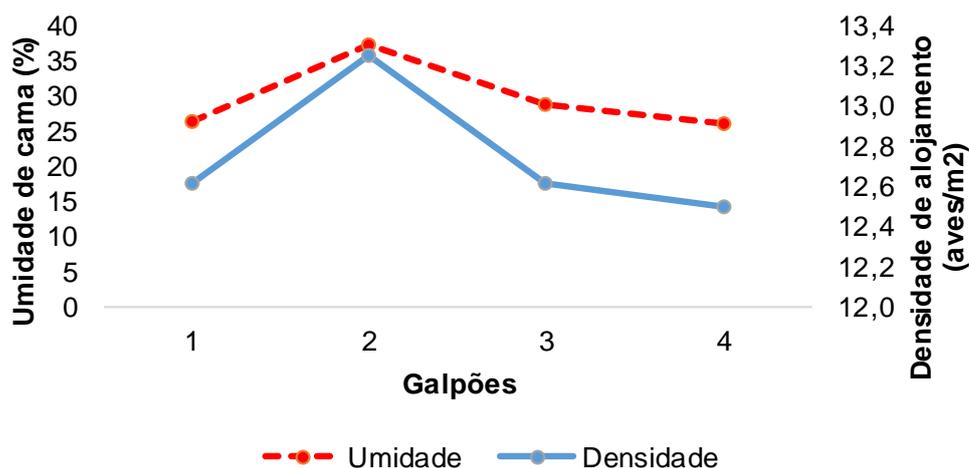


Figura 14. Relação entre a densidade de alojamento (aves/m²) e o valor da média da porcentagem geral de umidade de cama (%) nos galpões estudados.

4.3.2. Lesões: Limpeza de plumagem, lesão de joelho e pododermatite

As variáveis limpeza de plumagem, lesão de joelho e pododermatite foram analisadas em porcentagem de prevalência e relacionados com o valor da média de umidade de cama nos galpões estudados, conforme a Tabela 13 e Figura 15.

Tabela 13. Valores das porcentagens de aves (%) acometidas pela presença de sujidade de plumagem, lesão de joelho e pododermatite em comparação com a média da porcentagem de umidade de cama geral (%) do galpão

Galpão	Sujidade de plumagem (%)	Lesão de joelho (%)	Pododermatite (%)	Umidade de cama geral (%)
1	90,00	77,50	100,00	26,23
2	100,00	98,75	98,75	37,35
3	100,00	35,00	76,25	28,78
4	100,00	47,50	66,25	26,06
Média Geral	97,50	64,69	85,31	29,61

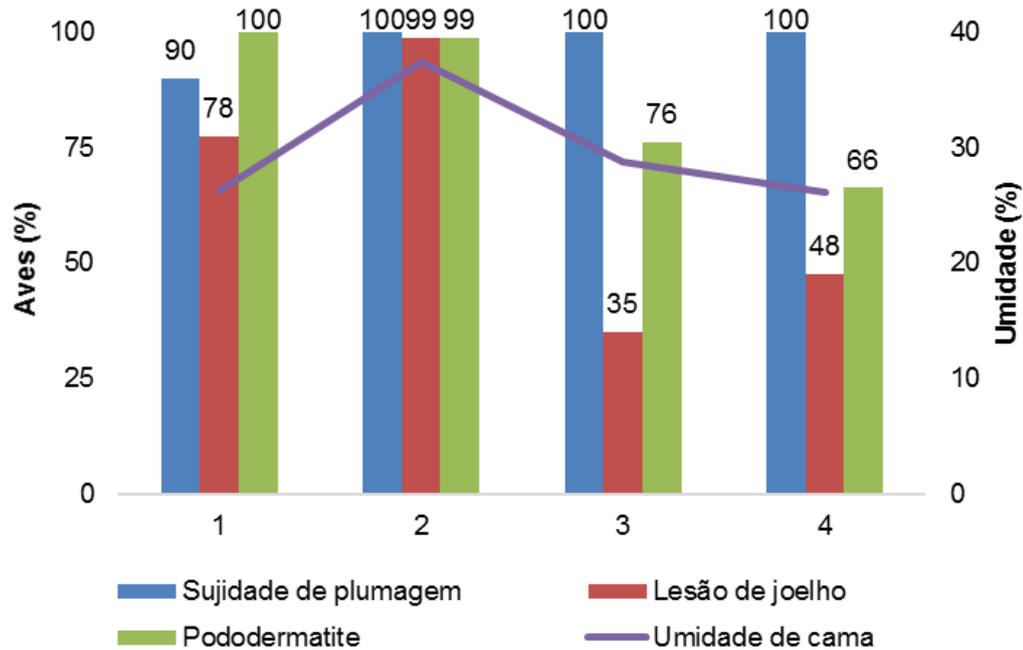


Figura 15. Valores das porcentagens de aves (%) acometidas pela presença de sujeira na plumagem, lesão de joelho e pododermatite em comparação com a média da porcentagem de umidade de cama (%) do galpão

A limpeza de plumagem é uma variável de fácil mensuração e pode ser um bom indicador das condições de criação das aves, do manejo e da qualidade de cama no galpão (WELFARE QUALITY, 2009b).

A importância de uma plumagem limpa e seca está relacionada com uma boa capacidade de termorregulação das aves, pois uma plumagem úmida ou suja com material da cama perde a função de proteção e prejudica o bem-estar das aves (WELFARE QUALITY, 2009a). Além disso, a presença de sujeira na plumagem pode ser considerada uma fonte de contaminação no frigorífico (WILKINS et al., 2003).

A média da porcentagem de aves que apresentaram alguma sujeira foi 97,50%, acima do relatado por Saraiva et al. (2016) de 55,03% aves moderadamente e 14,39% severamente sujas. Já no estudo de Wilkins et al. (2003), 87% das aves apresentaram elevado grau de sujeira, escore 6 ou acima deste (escore de 1 - plumagem limpa a 8 - plumagem suja).

Existe um desencontro entre as classificações dos escores de limpeza de plumagem, pois cada autor utiliza um critério. Porém, nesse trabalho consideramos o protocolo Welfare Quality, dessa forma a nossa comparação será com autores que usaram o mesmo critério.

Sendo assim, considerando os escores de limpeza de acordo com a tabela 14, verifica-se que o valor médio dos escores de limpeza de plumagem de todos os galpões estudados foi 2,17, valor acima de 1,18 encontrado na Bélgica por Jacobs et al. (2016b); 1,16 na Bélgica e 0,75 no Brasil por Tuytens et al. (2015). Porém, abaixo do relatado de 2,5 na Holanda, 2,3 na Itália e 2,4 no Reino Unido em um estudo pelo Welfare Quality (2010).

No galpão 1, ocorreu a maior prevalência de sujeira leve, sendo diferente estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais. Nos galpões 2, 3 e 4 a sujeira severa prevaleceu e diferiu ($p < 0,05$) dos demais escores (Tabela 14).

Tabela 14. Valores das porcentagens de aves (%) por escore de limpeza de plumagem e a porcentagem de umidade de cama geral (%) em cada galpão

Galpão	Limpeza de plumagem (%)				Umidade de cama geral (%)
	Sem sujidade	Sujidade leve	Sujidade severa		
	Escore 0	Escore 1	Escore 2	Escore 3	
1	10,00 ^{c, A}	63,75 ^{a, A}	26,25 ^{b, B}	0,00 ^{d, C}	26,23
2	0,00 ^{d, B}	8,75 ^{c, B}	30,00 ^{b, A, B}	61,25 ^{a, A, B}	37,35
3	0,00 ^{c, B}	10,00 ^{b, B}	50,00 ^{a, A}	40,00 ^{a, B}	28,78
4	0,00 ^{c, B}	0,00 ^{c, C}	31,25 ^{b, A, B}	68,75 ^{a, A}	26,06
Média Geral	2,50	20,63	34,38	42,50	29,61

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

O que deve se considerar desses dados é a relação entre a predominância de sujidade severa (escore 2 e 3) nos galpões com alta umidade de cama (Figura 16). Esse fato é evidenciado pela tabela 14 acima e tem grande influência no bem-estar das aves e nas perdas produtivas.

De acordo com o cálculo de escore do Welfare Quality para limpeza de plumagem que varia entre 0 a 100, onde maiores escores indicam maior porcentagem de aves limpas, os valores encontrados foram 47,44 no galpão 1, 13,90 no galpão 2, 13,80 no galpão 3 e 11,30 no galpão 4. Estes valores refletem o alto grau de sujidade das aves, prejudicando as trocas térmicas e consequentemente o bem-estar das aves.

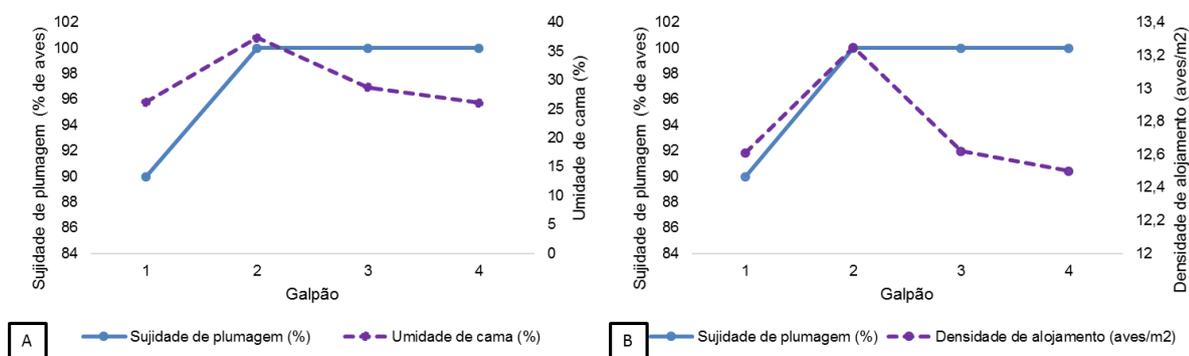


Figura 16. Porcentagem de aves acometidas por algum grau de sujidade (%) em relação ao valor da média geral de umidade de cama (%) (A) e densidade de alojamento do galpão (aves/m²) (B)

A média da porcentagem de aves que apresentaram algum grau de lesão de joelho neste estudo foi 64,69% (55,63% leve e 9,07% severa), bem acima do valor recomendado por Grandin (2009) de até 19,4% de aves com lesão de joelho no lote. Empresas avícolas do Reino Unido penalizam lotes com mais de 5% de aves com lesão de joelho (HEPWORTH et al., 2010). Em alguns países, como Nova Zelândia, por exemplo, quando mais de 2% do plantel possui alguma lesão de joelho, medidas têm que ser tomadas para diminuir esse índice (NEW ZELAND, 2012).

Os dados encontrados nessa pesquisa estão acima dos valores relatados na literatura por Haslam et al. (2008) de 1,29%, Allain et al. (2009) de 59%, Hepworth et al. (2011) de 12%, Bassler et al. (2013) de 7,9%, Frederici et al. (2016) de 43%, Saraiva et al. (2016) de 9,67% (7,34% leve e

2,33% severa). E abaixo do encontrado por Kjaer et al. (2006) de 88% e Kristensen et al. (2006) de 81,5%. Deve-se considerar que a maioria dos autores apresentou dados acima do recomendado por Grandin (2009).

De acordo com a tabela 15, observa-se que nos galpões 1 e 2 ocorreram a maior incidência de aves com lesão de joelho leve e estes escores se diferenciaram ($p < 0,05$) em relação aos demais. Nos galpões 3 e 4, predominou a ausência de lesão de joelho, sendo diferente estatisticamente dos demais, exceto no galpão 4, o escore 0 não foi diferente estatisticamente ($p > 0,05$) do escore 1 (lesão leve) (Tabela 15).

A influência da umidade da cama no nível de lesões pode ser observada nitidamente na tabela 15, em que o galpão 2 apresentou a maior umidade de cama, e conseqüentemente maiores porcentagens de aves com lesões leves e severas, diferindo dos demais. Esse fato ainda poderá ter uma relação direta com a densidade de alojamento (Figura 17), pois estas aves se moveram menos e passaram a maior parte do tempo deitadas em contato com a cama com maior umidade (SARAIVA et al., 2016).

Tabela 15. Valores das porcentagens de aves (%) acometidas por escore de lesão de joelho, a porcentagem de umidade de cama geral (%) e mortalidade na granja e no frigorífico em cada galpão

Galpão	Lesão de joelho (%)					Umidade de cama geral (%)	Mortalidade (%)	
	Sem lesão	Lesão leve		Lesão severa			Granja (DOF)	Frigorífico (DOA)
		Escore 0	Escore 1	Escore 2	Escore 3			
1	22,50 ^{b, B}	77,50 ^{a, A}	0,00 ^{c, B}	0,00 ^{d, B}	0,00 ^{e, B}	26,23	7,24	0,19
2	1,25 ^{c, C}	15,00 ^{b, C}	51,25 ^{a, A}	23,75 ^{b, A}	8,75 ^{b, c, A}	37,35	4,62	0,05
3	65,00 ^{a, A}	27,50 ^{b, B, C}	6,25 ^{c, B}	1,25 ^{c, B}	0,00 ^{c, C}	28,78	1,18	0,09
4	52,50 ^{a, A}	38,75 ^{a, B}	6,25 ^{b, B}	2,50 ^{b, B}	0,00 ^{b, C}	26,06	3,35	0,09
Média Geral	35,31	39,69	15,94	6,88	2,19	29,61	4,10	0,11

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

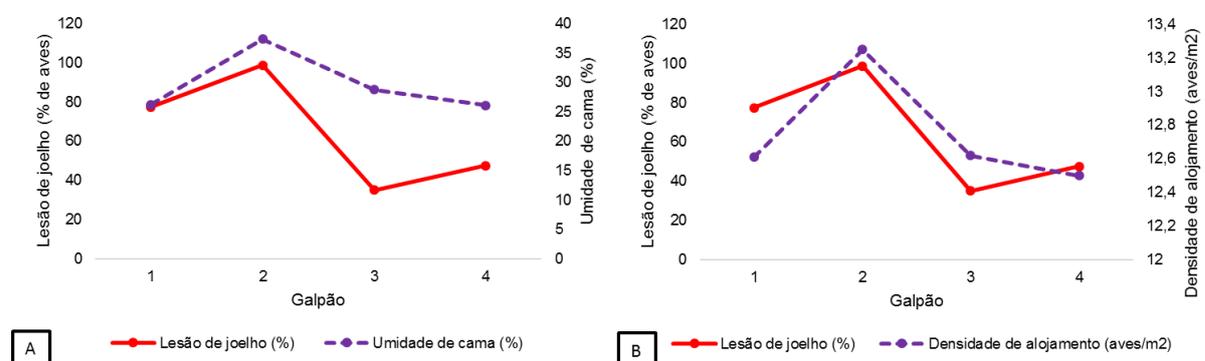


Figura 17. Porcentagem de aves acometidas por algum grau de lesão de joelho (%) em relação ao valor da média geral de umidade de cama (%) (A) e densidade de alojamento do galpão (aves/m²) (B)

A alta incidência de lesão de joelho no galpão 1 em relação aos galpões 3 e 4 pode estar relacionada com a maior mortalidade DOF e DOA, pois, pode sugerir a presença de uma doença ou injúria nas aves, assim estas permaneceram mais tempo deitadas com o joelho em contato com a

cama, desenvolvendo lesão de joelho e por serem mais frágeis morreram durante a criação ou transporte (HASMLAM et al., 2007). Podendo ser utilizado como um indicador de saúde do lote (HEPWORTH et al., 2011).

O valor da média da proporção de aves acometidas por algum grau de pododermatite neste estudo foi 85,31% (61,56% leve e 23,75% severa), bem acima do valor recomendado por Grandin (2009) de 18,8% de aves com pododermatite no lote. Já na Nova Zelândia, quando mais de 2% do plantel é acometido por pododermatite, medidas corretivas são colocadas em prática.

Acima dos valores de prevalência na literatura para esta lesão de 44% (KJAER et al., 2006), 18,1% (PAGAZAURTUNDU; WARRISS, 2006), 11,1% (HASLAM et al., 2008), 74,8% (GOUVEIA et al., 2009), 64,5% (26,1% leves e 38,4% severas) (DE JONG et al., 2012), 37,3% (BASSLER et al., 2013), 4,6% (GRILLI et al., 2015), 43% (FREDERICI et al., 2016), 64% (KAUKONEN et al., 2016), 48,92% (20,20% leve e 28,72% grave) (SARAIVA et al., 2016). Porém, abaixo dos valores encontrados por Allain et al. (2009) de 98,50% (70,8% severas).

A pododermatite foi a lesão mais observada neste estudo, corroborando com o estudo de Saraiva et al. (2016), Allain et al. (2009) e Kjaer et al. (2006). Diferente de Haslam et al. (2008) que encontrou baixas prevalências de lesões leves ou severas de pododermatite (11,02%).

Avaliando qualitativamente os escores de pododermatite, verifica-se pela tabela 16 que no galpão 1, a lesão leve (escore 2) obteve maior prevalência, diferindo ($p < 0,05$) de todos os demais. No galpão 2, a lesão leve (escores 2) e severa (escores 3) se sobressaíram em relação aos demais, não tendo diferença estatística ($p > 0,05$) entre si, porém diferindo do restante. No galpão 3, a lesão leve (escore 1) foi de maior incidência, mas não diferiu dos escores 0 e 2, prevalecendo ausência de lesão e lesão leve. No galpão 4, os maiores índices foram ausência de lesão (escore 0) e lesão leve (escore 2), porém não diferiram entre si (Tabela 16).

Tabela 16. Valores das porcentagens de aves (%) acometidas por escore de pododermatite e a porcentagem de umidade de cama geral (%) em cada galpão

Galpão	Pododermatite (%)					Umidade de cama geral (%)
	Sem lesão	Lesão leve		Lesão severa		
	Escore 0	Escore 1	Escore 2	Escore 3	Escore 4	
1	0,00 ^{c, B}	31,25 ^{a, b, A}	47,50 ^{a, A}	18,75 ^{b, B}	2,50 ^{c, B}	26,23
2	1,25 ^{b, B}	6,25 ^{b, B}	40,00 ^{a, A}	41,25 ^{a, A}	11,25 ^{b, A}	37,35
3	23,75 ^{a, c, A}	35,00 ^{a, A}	28,75 ^{a, c, A}	12,50 ^{b, B}	0,00 ^{c, B}	28,78
4	33,75 ^{a, A}	22,50 ^{a, b, A}	35,00 ^{a, A}	8,75 ^{b, c, B}	0,00 ^{c, B}	26,06
Média Geral	14,69	23,75	37,81	20,31	3,44	29,61

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

O predomínio de lesão leve e severa no galpão 2, pode ser explicado pela maior densidade de alojamento durante a criação neste galpão, corroborando com outros estudos que relacionam pododermatite a altas densidades de alojamento (DAWKINS et al., 2004; HEPTWORTH et al., 2010) (Figura 18).

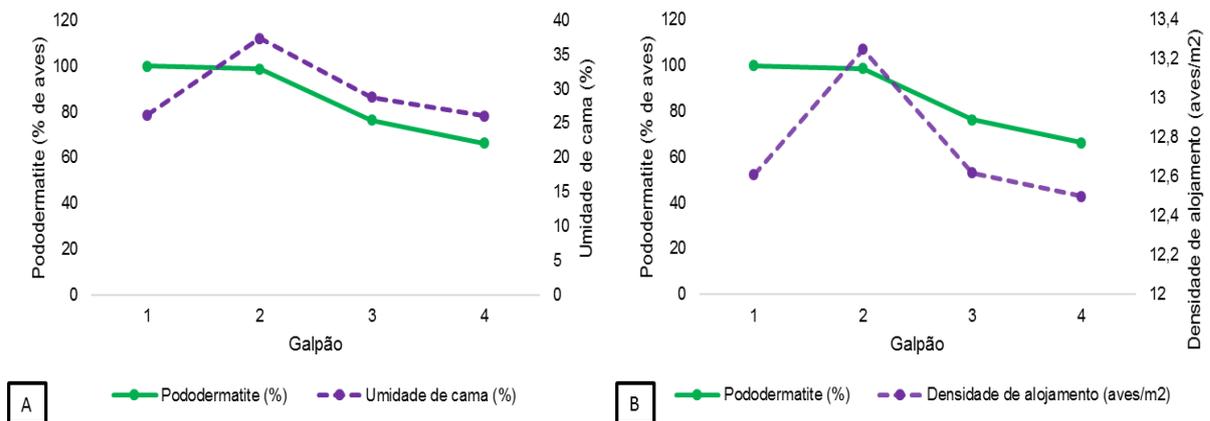


Figura 18. Porcentagem de aves acometidas por algum grau de pododermatite (%) em relação ao valor da média geral de umidade de cama (%) (A) e densidade de alojamento do galpão (aves/m²) (B)

Em relação a uma análise geral das lesões que ocorreram nas granjas de produção, pode-se dizer que as diferenças nas prevalências de escores de limpeza de plumagem, lesão de joelho e pododermatite entre os estudos se deve às condições de criação, que variam muito entre as granjas e os países onde ocorreram os estudos.

Além da falta de padronização de um sistema de escore, que dificulta a comparação dos resultados entre os diferentes estudos realizados em países diversos. Assim os escores finais podem diferir (SARAIVA et al., 2016).

Vários estudos relatam que a origem da dermatite de contato é multifatorial e a prevalência é alta (SARAIVA et al., 2016) devido ao contato prolongado com uma cama de frango de baixa qualidade, sendo uma combinação de umidade, alta amônia e a presença de outros componentes químicos na cama de frango (WEEKS; BUTTERWORTH, 2004).

Quando a umidade da cama excede 30% pode refletir o desenvolvimento de pododermatite (WU; HOCKING, 2011), o que poderia explicar as altas taxas de incidência nos galpões estudados, principalmente no galpão 2 que obteve a maior umidade de cama, refletindo também em maiores taxas de sujidade de plumagem e lesão de joelho (DE JONG et al., 2014).

A densidade de alojamento mais alta do galpão 2 também poderia ter um efeito negativo nas dermatites de contato devido a piora da qualidade de cama pelo aumento de dejetos (HASLAM et al., 2008), justificando o aumento da prevalência de pododermatite e lesão de joelho.

A reutilização da cama de frango em sucessivos ciclos de produção pode aumentar a severidade da pododermatite (BILGILI et al., 2009), que justificaria a alta incidência de pododermatite no galpão 1 que a cama foi reutilizada pelo quinto ciclo. O manejo na granja possui uma grande influência no grau de severidade da pododermatite (SHEPHERD; FAIRCHILD, 2010), pois granjas com linhagens de aves, incubatórios, fornecedores de ração, práticas veterinárias e local de abate semelhantes, podem diferir nos níveis de pododermatite (DE JONG et al., 2012), o que pode explicar os diferentes níveis de pododermatite encontrados neste estudo.

Além dos valores quantitativos, existem os qualitativos relacionados aos escores estabelecidos e recomendados pelo protocolo Welfare Quality. Essa caracterização qualitativa pode ser observada na figura 19.

A prevalência de severa pododermatite e lesão de joelho como ocorreu neste estudo, foi observada por Meluzzi et al. (2008). Já Kjaer et al. (2006) e Saraiva et al. (2016) relataram uma correlação mais forte entre as lesões de joelho leve, pois as lesões se iniciaram nas patas, e quando progrediram para severas, as lesões de joelho leve surgiram.

As altas incidências de dermatites neste estudo corroboram com estudos anteriores que relataram alta incidência de pododermatite durante o inverno, devido à alta umidade relativa do ar e um sistema de ventilação deficiente, que resulta no aumento da umidade da cama (DAWKINS et al 2004; GOUVEIA et al., 2009; DE JONG et al., 2012; KYVSGAARD et al., 2013).

Apesar destas lesões indicarem uma baixa situação de bem-estar e perdas econômicas, encontra-se uma falta de informações sobre as taxas máximas aceitáveis no plantel, o que dificulta as empresas avícolas implantarem padrões (SOUZA et al., 2015).

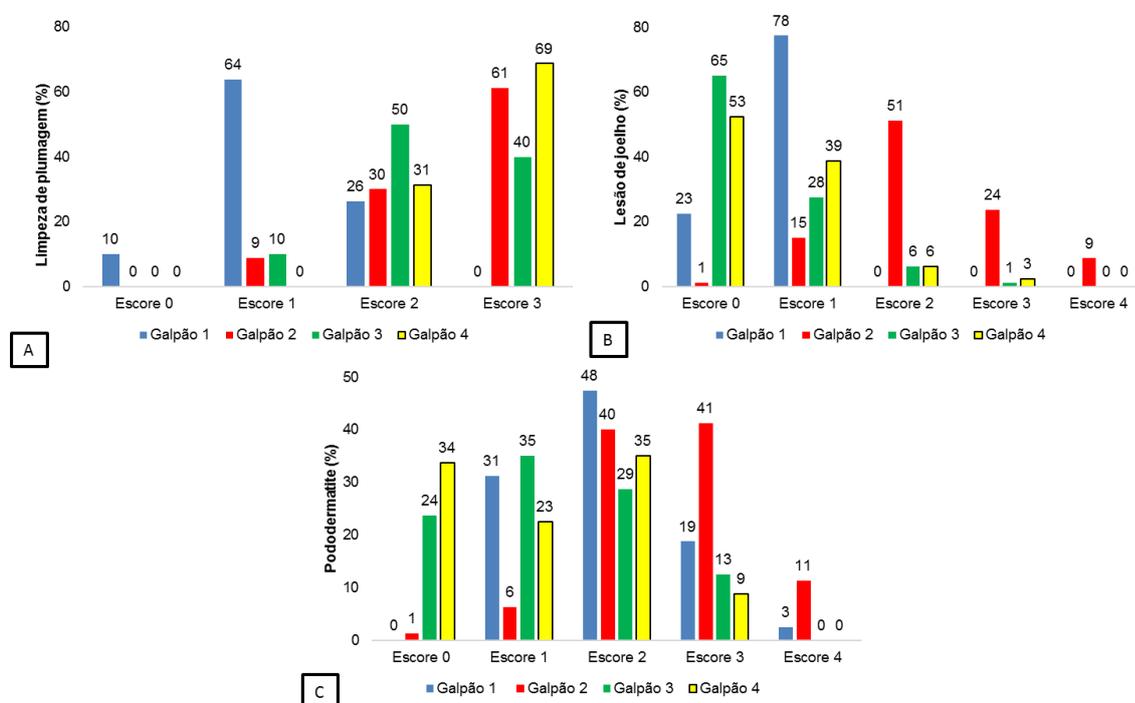


Figura 19. Valores das porcentagens de aves (%) acometidas por escore de limpeza de plumagem (A), lesão de joelho (B) e pododermatite (%) em cada galpão

4.3.3. Lesões oriundas do período de criação e pré-abate

O valor da média da proporção de aves que apresentaram algum arranhão foi 61,09%, sendo 96,25% durante o período de criação e 25,94% pré-abate (Tabela 17). Acima dos 22% relatados na literatura por Gouveia et al. (2009), e abaixo do encontrado por Allain et al. (2009) de 79,7%.

Apesar das densidades de alojamento estarem dentro dos padrões recomendados nos galpões estudados, a alta incidência de arranhões pode estar relacionada com a quantidade insuficiente de bebedouros por aves, aumentando a competição e gerando lesões (ALLAIN et al.,

2009), além do manejo na granja, pois no galpão 2 o granjeiro não acessava o galpão com a frequência adequada para verificar o lote, assim quando o fazia a aves não estavam acostumadas com a presença do funcionário, se amontoavam e acabavam gerando arranhões.

Tabela 17. Valores das porcentagens de aves (%) acometidas por arranhão, fratura de perna e asa durante a criação (C) e período pré-abate (PA), e as entalpias específicas do ar (kJ/kg de ar seco) durante o transporte e espera de cada galpão

Galpão	Arranhão		Fratura de perna		Fratura de asa		Entalpia (kJ/kg de ar seco)	
	C	PA	C	PA	C	PA	Transporte	Espera
1	90,00	7,50	1,25	0,00	0,00	0,00	53,09 ± 6,58 ^B	56,08 ± 11,60 ^A
2	100,00	37,50	0,00	0,00	5,00	0,00	56,64 ± 2,81 ^A	55,32 ± 6,74 ^A
3	98,75	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	45,07 ± 1,43 ^D	55,49 ± 11,80 ^B
4	96,25	46,25	0,00	0,00	3,75	1,25	46,43 ± 4,03 ^C	54,77 ± 9,87 ^B
Média Geral	96,25	25,94	0,31	0,00	2,19	0,31	51,04 ± 6,24	55,21 ± 10,23

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

O galpão 4 apresentou o maior predomínio de arranhões oriundos do período pré-abate em relação aos outros galpões (Figura 20), fato que pode ser explicado pela maior duração do período de espera (5h 27min), pois na literatura já foi relatada uma associação entre maior período de espera e maior incidência de arranhões (GOUVEIA et al., 2009).

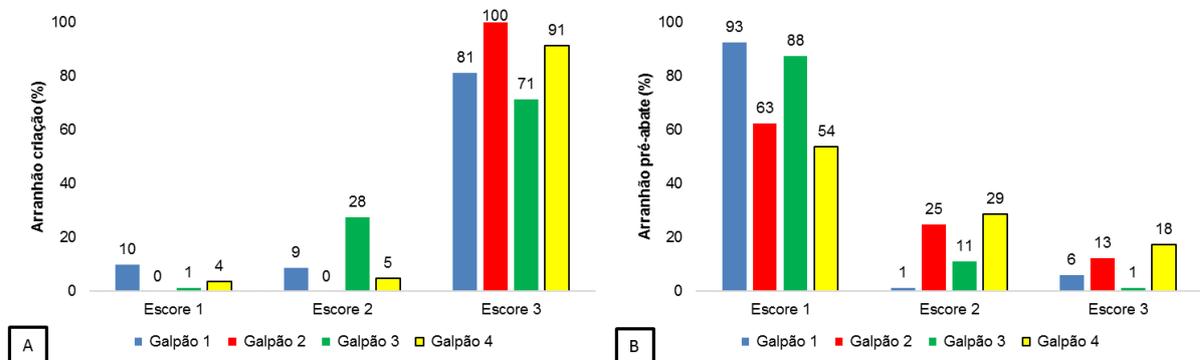


Figura 20. Valores das porcentagens de aves (%) acometidas por escore de arranhão na criação (A) e no período pré-abate (B) em cada galpão

A baixa incidência de arranhão no pré-abate no galpão 3, que possuiu quase a mesma duração de espera no frigorífico que o galpão 4, pode ser explicada pelo molhamento das aves na granja e chuva durante o transporte que pode ter acarretado uma menor movimentação das aves e menor geração de arranhões.

No galpão 2 a segunda maior incidência de arranhão pode ser justificada pelo estresse térmico por calor (EFSA, 2011), pois a entalpia específica do ar esteve acima da faixa de conforto, o que pode ter ocasionado agitação das aves durante o transporte e a geração de arranhões no período pré-abate.

Apesar das aves do galpão 1 também estarem em desconforto térmico, a baixa incidência de arranhão, pode ter ocorrido devido a apatia aves, em decorrência de um problema no lote, o que justificaria a alta mortalidade durante a criação e período pré-abate.

Os valores das médias de porcentagens de incidência de fratura de perna foi 0,31% na criação, e fratura de asa foram 2,19% na criação e 0,31% no pré-abate. Acima dos valores encontrados no estudo de Jacobs et al. (2016a) para fratura de perna durante a criação de 0,00% e pré-abate de 0,14%, e fratura de asa na criação de 0,12%, porém abaixo no pré-abate de 1,90%.

Os resultados também ficaram abaixo do valor de fratura de asa relatado por Grilli et al. (2015) de 7,8% e Kittelsen et al. (2015b) de 0,80% no período pré-abate. No estudo de Langkabel et al. (2015), as fraturas de perna também foram raras, porém, os valores das fraturas de asa foram acima do encontrado neste estudo, com valores entre 11,62% e 13,97%.

Apesar das baixas porcentagens de fratura de asa, estas estão acima do valor máximo recomendado de 1% para aves até 3 kg (GRANDIN, 2009), que em geral estão associadas a apanha, colocação das aves nas caixas, carregamento e transporte até frigorífico (MENDES; KOMIYAMA, 2011). E devido à baixa incidência das fraturas de perna e asa neste estudo nenhuma estatística foi realizada.

Na visão geral das lesões causadas durante a criação das aves e período pré-abate (Figura 21) pode-se observar que a maior ocorrência dos danos (limpeza de plumagem, lesão de joelho, pododermatite, arranhão, fratura de asa e perna) se sucedeu durante a fase de criação. O que pode ser devido a problemas de manejo durante esta fase, mostrando a importância deste procedimento, que requer atenção, padronização e treinamento dos colaboradores para evitar falhas e erros que serão convertidos em perdas no final do ciclo de produção.

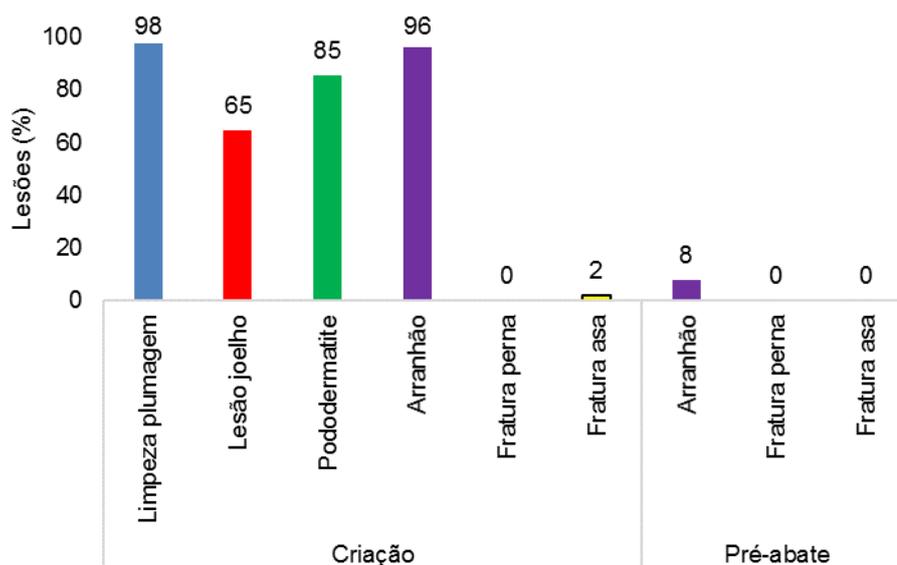


Figura 21. Valores das porcentagens de aves (%) acometidas por danos oriundos da criação e do período pré-abate em todos os galpões estudados

4.4. Conclusões parciais

De acordo com este estudo em galpões convencionais com pressão positiva pode-se concluir que:

- A relação de um aumento na densidade de alojamento e alta umidade de cama pode impactar no aumento da quantidade de aves afetadas e na severidade de sujidade de plumagem, lesão de joelho e pododermatite.
- A alta incidência de lesão de joelho pode ter relação com maior mortalidade DOF e DOA, podendo servir como um indicador de sanidade do lote.
- A lesão de joelho, pododermatite e arranhão da criação podem ser influenciados pela densidade de alojamento, manejo de cama e das aves.
- O arranhão gerado durante o período pré-abate pode estar relacionado com maior tempo de espera e estresse térmico.
- A fase de criação foi responsável pelos maiores níveis de ocorrência e severidade de lesões de carcaça em frangos de corte.

Referências

- ADZITEY, F. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. **International Food Research Journal**, v. 18, n. 2, p. 485-491, 2011.
- ALLAIN, V.; MIRABITO, L.; ARNOULD, C.; COLAS, M.; LE BOUQUIN, S.; LUPO, C.; MICHEL, V. Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. **British Poultry Science**, v. 50, n. 4, p. 407-417, 2009.
- BASSLER, A.W.; ARNOULD, C.; BUTTERWORTH, A.; COLIN, L.; DE JONG, I.C.; FERRANTE, V.; HASLAM, S.; WEMELSFELDER, F.; BLOKHUIS, H.J. Potential risk factors associated with contact dermatitis, lameness, negative emotional state, and fear of humans in broiler chicken flocks. **Poultry Science**, v. 92, n. 11, p. 2811-2826, 2013.
- BESSEI, W. Welfare of broilers: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, n. 03, p. 455-466, 2006.
- BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, C. Effects of transport and lairage on mortality, liveweight loss and carcass quality in broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, n. sup2, p. 516-518, 2005.
- BILGILI, S.F.; HESS, J.B.; BLAKE, J.P.; MACKLIN, K.S.; SAENMAHAYAK, B.; SIBLEY, J.L. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, n. 3, p. 583-589, 2009.
- BROOM, D.M.; REEFMANN, N. Chicken welfare as indicated by lesions on carcasses in supermarkets. **British Poultry Science**, v. 46, n. 4, p. 407-414, 2005.

- CENGIZ, Ö.; HESS, J.B.; BILGILI, S.F. Effect of bedding type and transient wetness on footpad dermatitis in broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, n. 4, p. 554-560, 2011.
- COLLETT, S.R. Nutrition and wet litter problems in poultry. **Animal Feed Science and Technology**, v. 173, n. 1, p. 65-75, 2012.
- DAWKINS, M.S.; DONNELLY, C.A.; JONES, T.A. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. **Nature**, v. 427, n. 6972, p. 342-344, 2004.
- DE 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. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n. 1, p. 51-58, 2014.
- DE JONG, I.C.; VAN HARN, J.; GUNNINK, H.; HINDLE, V.A.; LOURENS, A. Footpad dermatitis in Dutch broiler flocks: Prevalence and factors of influence. **Poultry Science**, v. 91, n. 7, p. 1569-1574, 2012.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion Concerning the Welfare of Animals during Transport. **EFSA Journal**, v. 9, N. 1, p. 1966–2091, 2011.
- EKSTRAND, C.; ALGERS, B.; SVEDBERG, J. Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 31, n. 3-4, p. 167-174, 1997.
- ELFADIL, A.A.; VAILLANCOURT, J.P.; MEEK, A.H. Impact of stocking density, breed, and feathering on the prevalence of abdominal skin scratches in broiler chickens. **Avian Diseases**, p. 546-552, 1996.
- FEDDES, J.J.; EMMANUEL, E.J.; ZUIDHOFT, M.J. Broiler performance, body weight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. **Poultry Science**, v. 81, n. 6, p. 774-779, 2002.
- FEDERICI, J.F.; VANDERHASSELT, R.; SANS, E.C.O.; TUYTTENS, F.A.M.; SOUZA, A.P.O.; MOLENTO, C.F.M. Assessment of Broiler Chicken Welfare in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 18, n. 1, p. 133-140, 2016.
- GOUVEIA, K.G.; VAZ-PIRES, P.; COSTA, P.M. Welfare assessment of broilers through examination of haematomas, foot-pad dermatitis, scratches and breast blisters at processing. **Animal Welfare**, v. 18, n. 1, p. 43-48, 2009.
- GRANDIN, T. Poultry slaughter plant and farm audit: critical control points for bird welfare. Disponível em: <<http://www.grandin.com/poultry.audit.html>>. Acesso em: 29 dez. 2016.
- GRANDIN, T. Auditing animal welfare at slaughter plants. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 56-65, 2010.
- GRILLI, C.; LOSCHI, A.R.; REA, S.; STOCCHI, R.; LEONI, L.; CONTI, F. Welfare indicators during broiler slaughtering. **British Poultry Science**, v. 56, n. 1, p. 1-5, 2015.
- HASLAM, S.M., BROWN, S.N., WILKINS, L.J., KESTIN, S.C., WARRISS, P.D., NICOL, C. J. Preliminary study to examine the utility of using foot burn or hock burn to assess aspects of housing conditions for broiler chicken. **British Poultry Science**, v. 47, n. 1, p. 13-18, 2006.
- HASLAM, S.M.; KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; WILKINS, L.J.; KESTIN, S.C.; WARRISS, P.D.; NICOL, C.J. Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. **British Poultry Science**, v. 48, n. 3, p. 264-275, 2007.

- HEPWORTH, P.J.; NEFEDOV, A.V.; MUCHNIK, I.B.; MORGAN, K.L. Early warning indicators for hock burn in broiler flocks. **Avian Pathology**, v. 39, n. 5, p. 405-409, 2010.
- HEPWORTH, P.J.; NEFEDOV, A.V.; MUCHNIK, I.B.; MORGAN, K.L. Hock burn: an indicator of broiler flock health. **Veterinary Record: Journal of the British Veterinary Association**, v. 168, n. 11, 2011.
- JACOBS, L.; DELEZIE, E.; DUCHATEAU, L.; GOETHALS, K.; TUYTTENS, F.A. Impact of the separate pre-slaughter stages on broiler chicken welfare. **Poultry Science**, v. 96, n. 2, p. 1-8, 2016a.
- JACOBS, L.; DELEZIE, E.; DUCHATEAU, L.; GOETHALS, K.; TUYTTENS, F.A. Broiler chickens dead on arrival: associated risk factors and welfare indicators. **Poultry Science**, v. 96, n. 2, p. 1-7, 2016b.
- JONES, T.A.; DONNELLY, C.A.; DAWKINS, M. Stamp. Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the United Kingdom and Denmark stocked at five densities. **Poultry Science**, v. 84, n. 8, p. 1155-1165, 2005.
- 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. **Avian Pathology**, n. 45, n. 6, p. 667-673, 2016.
- KITTELSEN, K.E.; GRANQUIST, E.G.; KOLBJØRNSEN, Ø.; NAFSTAD, O.; MOE, R.O. A comparison of post-mortem findings in broilers dead-on-farm and broilers dead-on-arrival at the abattoir. **Poultry Science**, v. 94, n. 11, p. 2622-2629, 2015a.
- KITTELSEN, K.E.; GRANQUIST, E.G.; VASDAL, G.; TOLO, E.; MOE, R.O. Effects of catching and transportation versus pre-slaughter handling at the abattoir on the prevalence of wing fractures in broilers. **Animal Welfare**, v. 24, n. 4, p. 387-389, 2015b.
- KJAER, J.B.; SU, G.; NIELSEN, B.L.; SØRENSEN, P. Foot pad dermatitis and hock burn in broiler chickens and degree of inheritance. **Poultry Science**, v. 85, n. 8, p. 1342-1348, 2006.
- KRISTENSEN, H.H.; PERRY, G.C.; PRESCOTT, N.B.; LADEWIG, J.; ERSBØLL, A.K.; WATHES, C.M. Leg health and performance of broiler chickens reared in different light environments. **British Poultry Science**, v. 47, n. 3, p. 257-263, 2006.
- KYVSGAARD, N.C.; JENSEN, H.B.; AMBROSEN, T.; TOFT, N. Temporal changes and risk factors for foot-pad dermatitis in Danish broilers. **Poultry Science**, v. 92, n. 1, p. 26-32, 2013.
- LANGKABEL, N.; BAUMANN, M.P.; FEILER, A.; SANGUANKIAT, A.; FRIES, R. Influence of two catching methods on the occurrence of lesions in broilers. **Poultry Science**, v. 94, n. 8, p. 1735-1741, 2015.
- MASON, G.; MENDEL, M. Why is there no simple way of measuring animal welfare? **Animal Welfare**, v. 2, n. 4, p. 301-319, 1993.
- MCILROY, S.G.; GOODALL, E.A.; MCMURRAY, C.H. A contact dermatitis of broilers-epidemiological findings. **Avian Pathology**, v. 16, n. 1, p. 93-105, 1987.
- MELUZZI, A.; FABBRI, C.; FOLEGATTI, E.; SIRRI, F. Survey of chicken rearing conditions in Italy: effects of litter quality and stocking density on productivity, foot dermatitis and carcass injuries. **British Poultry Science**, v. 49, n. 3, p. 257-264, 2008.

- MENDES, A.A.; KOMIYAMA, C.M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaças e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 352-357, 2011.
- NATIONAL ANIMAL WELFARE ADVISORY COMMITTEE. 2012. Code of welfare 2012 (meat chickens) under section 75 of the Animal Welfare Act 1999. Disponível: <<https://www.mpi.govt.nz/document-vault/1441>>. Acesso em 01 fev. 2015.
- NIJDAM, E.; ARENS, P.; LAMBOOIJ, E.; DECUYPERE, E.; STEGEMAN, J.A. Factors influencing bruises and mortality of broilers during catching, transport, and lairage. **Poultry Science**, v. 83, n. 9, p. 1610-1615, 2004.
- PAGAZAURTUNDUA, A.; WARRISS, P.D. Measurements of footpad dermatitis in broiler chickens at processing plants. **Veterinary Record: Journal of the British Veterinary Association**, v. 158, n. 20, 2006.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. 2016. Disponível em <https://www.R-project.org/>. Acesso: 13 jan. 2017.
- RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2010.
- SARAIVA, S.; SARAIVA, C.; STILWELL, G. Feather conditions and clinical scores as indicators of broilers welfare at the slaughterhouse. **Research in Veterinary Science**, v. 107, p. 75-79, 2016.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FAUCITANO, L.; DADGAR, S.; SHAND, P.; GONZÁLEZ, L.A.; CROWE, T.G. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 92, n. 3, p. 227-243, 2012.
- SHEPHERD, E.M.; FAIRCHILD, B.D. Footpad dermatitis in poultry. **Poultry Science**, v. 89, n. 10, p. 2043-2051, 2010.
- SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba, Editora UFPR, 2004. 195p.
- SOUZA, A.P.O.; MOLENTO, C.F.M. Good agricultural practices in broiler chicken production in the state of Paraná: focus on animal welfare. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2239-2244, 2015.
- STØIER, S.; LARSEN, H.D.; AASLYNG, M.D.; LYKKE, L. Improved animal welfare, the right technology and increased business. **Meat Science**, v. 120, p. 71-77, 2016.
- TUYTTENS, F.A.M.; FEDERICI, J.F.; VANDERHASSELT, R.F.; GOETHALS, K.; DUCHATEAU, L.; SANS, E.C.O.; MOLENTO, C.F.M. Assessment of welfare of Brazilian and Belgian broiler flocks using the Welfare Quality protocol. **Poultry Science**, v. 94, p. 1758-1766, 2015.
- VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, A.M.C.; BROOM, D.M. Preslaughter mortality of broilers in relation to lairage and season in a subtropical climate. **Poultry Science**, v. 90, n. 10, p. 2127-2133, 2011.
- VISSER, E.K.; OUWELTJES, W.; NEIJENHUIS, F.; LOURENS, A.; VAN DER WERF, J.T.N.; GUNNINK, H.; HINDLE, V.A.; VERKAIK, J.C.; BINNENDIJK, G.P.; GERRITZEN, M.A. Jaarrapportage Onderzoek Animal Welfare Check Points 2013. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research. Livestock Research Report 753, 2014.
- WEEKS, C.; BUTTERWORTH, A. Measuring and auditing broiler welfare. CABI Pub., 2004. 37-49p.

- WELFARE QUALITY®. 2009a. Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Disponível em: <<http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>>. Acesso em 28 dez. 2016.
- WELFARE QUALITY®. 2009b. Assessment of animal welfare measures for layers and broilers [Report 9]. Disponível em: <<http://www.welfarequality.net/everyone/43217/7/0/22>>. Acesso em 29 dez. 2016.
- WELFARE QUALITY®. 2010. The assessment of animal welfare on broiler farms [Report 18]. Disponível em: <<http://www.welfarequality.net/everyone/44897/7/0/22>>. Acesso em 29 dez. 2016.
- WILKINS, L.J.; BROWN, S.N.; PHILLIPS, A.J.; WARRISS, P.D. Cleanliness of broilers when they arrive at poultry processing plants. **Veterinary Record**, v. 153, n. 23, p. 701-703, 2003.
- WU, K.; HOCKING, P.M. Turkeys are equally susceptible to foot pad dermatitis from 1 to 10 weeks of age and foot pad scores were minimized when litter moisture was less than 30%. **Poultry Science**, v. 90, n. 6, p. 1170-1178, 2011.

5. QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE: CASE NOS AVIÁRIOS CONVENCIONAS COM DIFERENTES LINHAGENS

RESUMO

A qualidade da carne de frango é afetada por múltiplos fatores, dentre estes, a genética e o período pré-abate. Os objetivos da pesquisa foram avaliar a influência de diferentes linhagens (HUBB, ROSS/COBB e COBB), criadas em sistema de pressão positiva, sobre a qualidade final do produto com as características bioclimáticas locais do transporte e a espera no frigorífico. A pesquisa foi realizada durante os meses de junho a setembro de 2016 em uma empresa integradora comercial e frigorífico, onde foram estudadas 3 granjas com galpões convencionais, de onde foram selecionados aleatoriamente 10 aves por galpão (totalizando 30 aves) ao final do ciclo de produção (42-44 dias). A duração do transporte da granja até o frigorífico foi mensurada, juntamente com as características bioclimáticas (temperatura, umidade relativa e entalpia específica do ar) durante o transporte e período de espera. Após 24 horas do abate das aves, os peitos de frango foram analisados com relação à cor (L*- luminância, a*- vermelho e b*- amarelo), pH, perda de peso por gotejamento (PPG), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). E classificados em grupos de qualidade em carne DFD-like (escura, dura e seca), normal e PSE-like (pálida, mole e exsudativa). Verificou-se que a palidez dos peitos de frango está relacionada com a genética e ao desconforto térmico no período de espera no frigorífico. A incidência de carne PSE-like foi 15% e possuiu relação com a linhagem e com o estresse térmico das aves durante o transporte, refletido por meio dos altos valores de entalpia específica do ar e também pela duração deste procedimento. Levando a alteração das análises de cor, pH, PPG, PPC e FC. Assim a qualidade do produto final, no caso peito de frango esteve relacionada com a genética e as características do período pré-abate.

Palavras-chave: Peito de frango; Galpão convencional; Carne PSE-like

ABSTRACT

The quality of chicken meat is affected by multiple factors, including genetics and the pre-slaughter period. The aim of the research was to evaluate the influence of different breeds (HUBB, ROSS/COBB, and COBB), raised in a positive pressure system, on the final quality of the product with the local bioclimatic characteristics of the transport and lairage at the slaughterhouse. The study was carried out during the months of June to September of 2016 in a commercial company and slaughterhouse, where 3 farms with conventional barns were studied, from which 10 birds per barn (totaling 30 birds) were randomly selected at the end of the production cycle (42-44 days). The duration of transport from the farm to the slaughterhouse was measured along with the bioclimatic characteristics (air temperature, relative humidity, and specific enthalpy of air) during transport and lairage period. After 24 hours postmortem, the chicken breasts were analyzed for color (L*- luminance, a*- red and b*- yellow), pH, drip loss (PPG), cooking loss (PPC), and shear force (FC). And classified into quality groups in DFD-like (dark, firm, and dry), normal and PSE-like (pale, soft, and exudative) meat. It was verified that the pallor of 77.50% of the chicken breasts is related to genetics and thermal discomfort at the lairage period in the slaughterhouse. The incidence of PSE-like meat was 15% and was related to the breed and thermal stress of the birds during transport, reflected by the high specific enthalpy of air values and by the duration of this procedure. Taking the change in the color, pH, PPG, PPC and FC. Thus, the quality of the final product in the

case of chicken breast was related to the genetics and characteristics of the pre-slaughter period.

Keywords: Chicken breast; Conventional barn; PSE-like meat

5.1. Introdução

A qualidade da carne de frango é uma questão multifatorial com interação entre si, envolvendo genética, alimentação, manejo na granja e no pré-abate, procedimentos de atordoamento e de abate, refrigeração, processamento e condições de armazenamento. Porém, os efeitos do manejo pré-abate e abate podem ser mais significativos que a variação das práticas de criação, elevando a taxa de mortalidade, degradação das carcaças e prejudicando a qualidade final do produto (PETRACCI et al., 2010). De maneira geral, falhas no bem-estar animal podem indiretamente ter um impacto adverso na qualidade da carne destes animais (GRANDIN, 2010).

As linhagens genéticas comerciais utilizadas atualmente na indústria avícola de corte foram desenvolvidas para um rápido crescimento e conformação corporal adequada, visando o desenvolvimento do músculo do peito em detrimento de outros fatores e levando a alterações na qualidade da carne (ABDULLAH et al., 2010b).

Alterando a composição bioquímica e tamanho das fibras musculares devido a seleção das aves para um rápido desenvolvimento (BERRI et al., 2001), provocando mudanças nas propriedades de qualidade, como cor, pH, perda de peso por gotejamento e por cocção (DRANSFIELD et al., 1999; ALNAHHAS et al., 2014; ALMASI et al., 2015).

Outro problema emergente na qualidade em linhagens de aves de rápido crescimento é a baixa coesão da carne, por causa da tendência dos feixes de fibras musculares de se separar, que pode ter relação com a imaturidade intramuscular do tecido conjuntivo (SIRRI et al., 2016). Devido a ênfase do melhoramento genético no crescimento da ave (PETRACCI; CAVANI, 2012), acarretando maciez da carne, porém tornando-a frágil e sem consistência (PUOLANNE; VOUTILA, 2009).

As atividades do período pré-abate são pontos críticos para manutenção da qualidade da carne (SPURIO et al., 2015), pois um aumento imediato da temperatura ambiente durante o transporte pode afetar a qualidade da carne do peito, causando variações na cor, pH e capacidade de retenção de água (DADGAR et al., 2010), principalmente em regiões subtropicais e tropicais, onde as aves são expostas a temperaturas mais altas.

Os principais defeitos de qualidade da carne na indústria são a carne pálida, flácida e exsudativa (PSE-like) e a carne escura, dura e seca (DFD-like), que reduzem a aceitação pelos consumidores, a vida útil, o rendimento de carne e os lucros da indústria avícola (ADZITEY; NURUL, 2011).

Segundo os mesmos autores, a principal causa que leva a carne PSE-like e DFD-like é o estresse *ante mortem*, pois o estresse agudo ou de curta duração antes do abate, leva a uma acidificação mais rápida e queda do pH (menor que 6 após 45 minutos depois do abate) enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta, ocorrendo a desnaturação de proteínas, e assim a carne

PSE-like; já o estresse crônico ou de longa duração antes do abate, leva a depleção das reservas de glicogênio, afetando o processo de acidificação e deixando o pH alto (maior que 6 após 12-48 horas depois do abate) ocasionado a carne DFD-like.

O estresse térmico pelo calor no período pré-abate pode acelerar a taxa e extensão do desenvolvimento do *rigor mortis*, glicólise, metabolismo e mudanças bioquímicas *post mortem* no músculo (SAMS, 1999), induzindo a carne PSE-like, comprometendo o processamento devido à baixa capacidade de retenção de água, rendimento após cocção e alteração da textura (NAPPER et al., 2015).

A maioria dos estudos relatam declínio do pH e da capacidade de retenção de água no peito de frango pelo aumento da perda de água por gotejamento e por cocção, e luminância da carne como resultado de um estresse térmico por calor agudo (SAMS et al., 1999; PETRACCI et al., 2004; BIANCHI et al., 2005, 2006).

Na indústria avícola mundial a carne PSE-like tem se tornado um problema econômico, sendo no Brasil responsável por uma perda de US\$ 30 milhões causada somente pela redução do peso da carcaça entre 1 a 1,5% (DROVAL et al., 2012). Além de se tratar de um defeito de qualidade, por ter baixa capacidade de retenção de água e baixo pH, comprometendo a qualidade dos produtos processados (GARCIA et al., 2010). Assim estudos devem ser realizados para tentar minimizar essas perdas que impactam toda cadeia avícola.

As diferentes linhagens de produção de frangos de corte, visam o rendimento da carcaça, os bons índices zootécnicos e alta resistência aos estressores do meio. De uma forma geral, cada linhagem apresenta suas vantagens e desvantagens, porém, é importante considerar a influência das linhagens na qualidade final da carne de frango.

Os objetivos desta investigação foram avaliar a influência de diferentes linhagens, criadas em sistemas convencionais, sobre a qualidade final do produto (análise de cor, pH, perda por gotejamento e por cocção, e força de cisalhamento), com as características bioclimáticas locais do período pré-abate relacionadas ao transporte e espera no frigorífico.

5.2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada durante os meses de junho a setembro de 2016 em uma empresa integradora comercial e frigorífico no Estado de São Paulo, onde foram estudadas 3 granjas com galpões convencionais de frango de corte de linhagens HUBB, ROSS/COBB e COBB; com idades entre 42 e 44 dias, de onde foram selecionados aleatoriamente 80 aves por galpão (totalizando 240 aves) ao final do ciclo de produção. O resumo geral da proposta pode ser observado no fluxograma da figura 22.

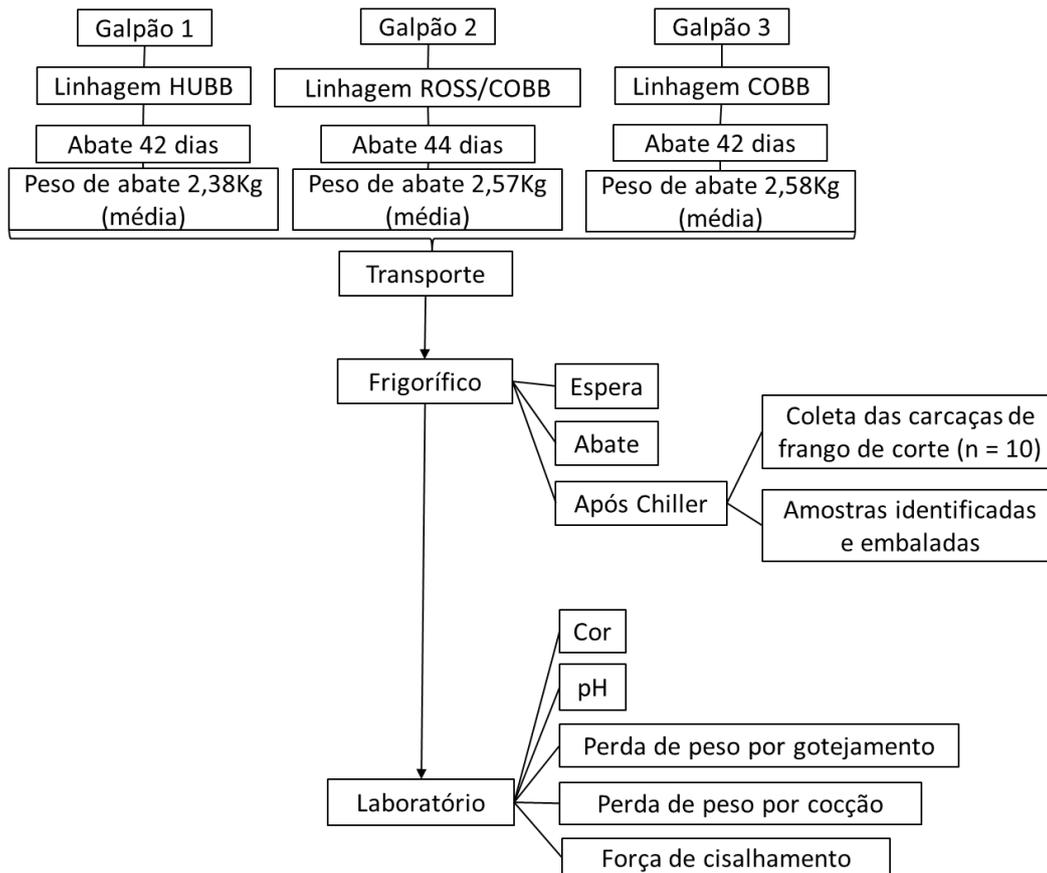


Figura 22. Fluxograma geral da pesquisa

Na etapa de transporte foram mensuradas a duração da viagem e a distância percorrida, bem como a capacidade de aves transportadas por caixa e pelos caminhões. Nesta etapa e na espera das aves no frigorífico foram analisadas as características climáticas, como temperatura e umidade relativa do ar em intervalos de 1 minuto por meio de *data loggers* (LOGEN Scientific® modelo LS8856), instalados nas caixas de transporte. Para a determinação do perfil climático durante estas etapas, adotou-se os valores da entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco), determinados de acordo com a equação proposta por Rodrigues et al. (2010) (Equação 11):

$$H = 1,006 * t + \left(\frac{UR}{p_B}\right) * 10^{\left[\frac{7,5*t}{237,31+t}\right]} * (71,28 + 0,052 * t) \quad (\text{Equação 11}),$$

em que:

H – Entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco);

t – Temperatura de bulbo seco (°C);

UR – Umidade relativa do ar (%);

pb – Pressão barométrica, mmHg

A pressão barométrica, em mmHg, foi obtida a partir da fórmula proposta por Soares e Batista (2004) (Equação 12):

$$P = 760 * \left(1 - \left(\frac{0,0065z}{288}\right)\right)^{5,2568} \quad (\text{Equação 12}),$$

onde:

P – Pressão atmosférica do local (mmHg);

z – Altitude (m)

Após o período de espera, foram selecionadas 10 aves de cada caminhão (1 ave de cada caixa) que foram identificadas de acordo com o protocolo específico do frigorífico, por meio de um disco plástico fixado por anilha, e direcionadas para a plataforma de abate, onde foram abatidas de acordo com padrão de uma planta de abate industrial.

Após o processo de pré-chiller e chiller, as 10 carcaças de frango foram coletadas para realização dos cortes dos músculos do peito (*Pectoralis major*) para serem embalados em sacos plásticos, acondicionados em caixas térmicas com gelo e direcionados para o Laboratório de Qualidade de Carnes e Planta de Processamento no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (LAN) – ESALQ/USP, para realização das análises de qualidade de carne.

5.2.1. Análises dos parâmetros de qualidade da carne

No laboratório de qualidade de carne, os cortes de músculo de peito (*Pectoralis major*) foram acondicionados em sacos plásticos identificados, embalados à vácuo, e colocados em uma câmara fria ($2 \pm 1^\circ\text{C}$) durante 24 horas.

Após esse período, as análises dos parâmetros de qualidade da carne dos músculos do peito (*Pectoralis major*) foram realizadas por meio da mensuração da cor, pH, perda de peso por gotejamento, perda de peso por cocção e força de cisalhamento.

5.2.2. Análise da cor do peito

A cor foi avaliada utilizando um colorímetro portátil, Minolta Chroma Meter modelo CR-400, conectado ao computador para realização da leitura dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde), b* (intensidade de amarelo/azul) do sistema CIELab, com fonte iluminante D65, calibrado em porcelana branca padrão com Y=93,7, x=0,3160 e y=0,3323 (INTERNACIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION - CIE, 1978).

O valor final foi a média das triplicadas em um ângulo de 90° sobre uma superfície opaca, obtidas em 3 diferentes pontos ao longo do músculo do peito (*Pectoralis major*) na parte esquerda, em áreas livres de contusão ou lesões, na região ventral para se evitar o efeito da escalda (DADGAR et al., 2011; LI et al., 2015).

5.2.2.1. Análise do pH do peito

A medição de pH foi realizada por meio de eletrodo de penetração de corpo de vidro, sendo o valor final a média das leituras em 3 diferentes posições na região ventral da parte cranial do músculo do peito (*Pectoralis major*) parte esquerda. Utilizando-se um potenciômetro de punção, Oakton modelo pH 300 série 35618, com compensação automática de temperatura (LI et al., 2015).

5.2.2.2. Análise da perda de peso por gotejamento do peito

A perda de peso por gotejamento foi analisada de acordo com Honikel e Hamm (1994), Dirinck et al. (1996) e Van Laack et al. (2000), por meio de amostras de 100g do músculo do peito (*Pectoralis major*) parte esquerda, que foram envoltas em embalagens plásticas reticuladas e suspensas no interior de bolsas plásticas, mantidos em câmara fria à temperatura de $2 \pm 1^\circ\text{C}$, de modo que o exsudado não permaneça em contato com a carne. Após 72 horas, as amostras foram retiradas da câmara fria, a umidade superficial removida com auxílio de papel absorvente e pesadas. O resultado foi expresso em porcentagem de peso perdido em 72 horas comparado com o peso da amostra inicial (LI et al., 2015).

5.2.2.3. Análise da perda de peso por cocção do peito

Para avaliação da perda de peso por cocção, a parte direita intacta do músculo do peito (*Pectoralis major*) foi pesada, embalada individualmente à vácuo e cozida à 85°C em banho maria por 30 minutos (CASON et al., 1997). Após a cocção, foi drenado o líquido das embalagens e as amostras foram acondicionadas na câmara fria ($2 \pm 1^\circ\text{C}$) durante 24 horas, sendo pesadas e posteriormente usadas para força de cisalhamento (DADGAR et al., 2010). A perda de peso por cocção foi determinada pela porcentagem de peso perdida durante a cocção.

5.2.2.4. Análise da força de cisalhamento do peito

Para análise de força de cisalhamento do músculo do peito (*Pectoralis major*), os filés de peito de frango cozidos foram cortados em quatro blocos retangulares de 1 cm^2 de área com comprimento 2 cm paralelo a direção das fibras musculares, para determinação da força de cisalhamento Warner Bratzler (FERNANDES et al., 2013).

A força de cisalhamento foi determinada usando um analisador de textura modulado, modelo TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd.; equipado com a lâmina Warner Bratzler que cortava as amostras perpendiculares na direção das fibras musculares (DADGAR et al., 2010) (Figura 23).



Figura 23. Analisador de textura modulado, modelo TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd.; equipado com a lâmina Warner Bratzler utilizado neste projeto

A força de cisalhamento foi calculada como o valor da média da força de cisalhamento das 4 amostras, expressos em kgf. Na Tabela 18 se encontra a classificação da maciez da carne de acordo com a força de cisalhamento.

Tabela 18. Classificação de maciez da carne de frango de acordo com a força de cisalhamento

Classificação	Força de cisalhamento (kgf/g)	Referência
Macia	8,0	SIMPSON; GOODWIN, 1974
	7,5	LYON et al., 1995
	4,07 até 5,27	GAYA et al., 2008
Altamente macia	2,92 e 3,50	BRESSAN; BERAQUET, 2004

5.2.2.5. Classificação das amostras em grupos de qualidade

A combinação das análises de pH e cor (L^*) foram usadas para classificar as amostras do músculo do peito (*Pectoralis major*) em DFD-like, normal e PSE-like de acordo com a tabela 19 (BARBUT et al., 2005; DADGAR et al., 2010, 2011, 2012)

Tabela 19. Classificação do músculo do peito (*Pectoralis major*) em normal e PSE-like com relação ao pH 24h e cor (L^*_{24h}).

Classificação	pH	Cor (L^*)	Referência
DFD-like (escura, dura e seca)	pH > 6,1	$L^* < 46,0$	BARBUT et al., 2005; DADGAR et al., 2010, 2011, 2012
Normal	$5,7 \leq \text{pH} \leq 6,1$	$46,0 \leq L^* \leq 53,0$	
PSE-like (pálida, mole e exsudativa)	pH < 5,7	$L^* > 53$	

5.2.2.6. Análise estatística

Os dados referentes à cor (L^* , a^* e b^*), pH, perda de peso por gotejamento (PPG), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) foram analisados pela Análise da Variância, com Delineamento Inteiramente ao Acaso (10 frangos para cada um dos 3 grupos de linhagens), para comparar se as médias foram iguais entre os grupos de linhagens estudados. Quando as pressuposições do modelo não foram satisfeitas a 5% de significância, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis.

Os dados referentes entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco) durante o transporte e espera foram analisados pela Análise da Variância, com Delineamento Inteiramente ao Acaso (4 galpões, com dados mensurados a cada 1 hora durante as 6 semanas de criação), para comparar se as médias das variáveis estudadas são iguais para cada um dos aviários. Quando as pressuposições do modelo não foram satisfeitas a 5% de significância, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Em todos os casos, as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R CORE TEAM, 2016).

5.3. Resultados e Discussão

Os resultados das análises de cor (L^* , a^* e b^*), pH, perda de peso por gotejamento (PPG), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC), realizadas neste estudo se encontram na Tabela 20.

Os valores absolutos dos parâmetros de qualidade da carne das análises nos peitos de frango são complicados de serem comparados com outros estudos na literatura, devido as diferenças nas linhagens, dietas, idade das aves, preparação das amostras e metodologias utilizadas (BIANCHI; FLETCHER, 2002; JANISCH et al., 2011).

A coloração da carne é importante para a aceitabilidade do consumidor final. Assim, o peito de frango deve possuir uma coloração rósea quando in natura, e uma pequena alteração nesse fator pode causar rejeição do consumidor (BAKER; BRUCE, 1995).

Nas análises de cor, o valor da média de luminância (L^*) encontrado neste estudo foi de 60,50. Os valores das médias de L^* (luminância) foram diferentes estatisticamente ($p < 0,05$) entre as linhagens HUBB e ROSS/COBB em comparação com COBB (Tabela 20). Corroborando com os resultados encontrados por Abdullah et al. (2010)a, que estudaram as linhagens Hubbard e Lohman; Abdullah et al. (2010)b, que estudaram as linhagens Lohman, Hubberd JV, Hubbard *classic* e Ross; Mehaffey et al. (2006), que estudaram cinco linhagens comerciais; e Anadón (2002) que estudou duas linhagens comerciais de frango de corte de crescimento rápido, pois estes estudos também relataram uma diferença no valor de L^* entre diferentes linhagens. No estudo de Janisch et al. (2011), também relatou um maior valor de L^* na linhagem COBB 700 em relação ROSS 308 e ROSS 708.

O valor da média de a^* (vermelho) encontrado neste estudo foi de 2,39. Os valores das médias de a^* (vermelho) não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) entre as linhagens; o que corrobora com os resultados encontrados por Abdullah et al. (2010)b citado anteriormente; e Roberson et al. (2004) que estudaram linhagens de peru, e estudo de Janisch et al. (2011) com as

linhagens COBB 700 em relação ROSS 308 e ROSS 708. E contrário aos resultados de Musa et al. (2006) que estudaram linhagens chinesas Anka e Rugao de frango de corte; Abdullah et al. (2010)a, que estudaram as linhagens Hubbard e Lohman; e Kralik et al. (2014) que encontraram maior valor de a^* para a linhagem Hubbard Classic em comparação com COBB 500.

Tabela 20. Valores das médias e desvios padrão (DP) das variáveis cor (L^* , a^* e b^*), força de cisalhamento (FC), perda de peso por cocção (PPC), perda de peso por gotejamento (PPG) e pH do peito das aves

Variáveis	Galpão 1 (HUBB) Média ± DP	Galpão 2 (ROSS/COBB) Média ± DP	Galpão 3 (COBB) Média ± DP	Média Geral ± DP
L^* ¹	59,57 ± 2,30 ^b	58,34 ± 3,30 ^b	62,49 ± 1,81 ^a	61,03 ± 2,54
a^* ²	2,49 ± 1,02 ^a	2,56 ± 1,26 ^a	2,13 ± 1,33 ^a	2,31 ± 1,20
b^* ¹	4,62 ± 2,48 ^a	5,23 ± 1,79 ^a	5,64 ± 2,67 ^a	5,13 ± 2,60
pH ²	5,87 ± 0,14 ^a	6,00 ± 0,28 ^a	5,86 ± 0,11 ^a	5,91 ± 0,19
PPG (%) ²	4,72 ± 1,19 ^a	3,40 ± 1,08 ^b	3,59 ± 2,07 ^b	3,90 ± 1,55
PPC (%) ²	32,09 ± 9,27 ^a	27,97 ± 3,16 ^a	19,87 ± 3,76 ^b	26,64 ± 7,68
FC (kgf/g) ²	4,72 ± 1,56 ^a	5,27 ± 2,04 ^a	4,99 ± 2,19 ^a	5,03 ± 1,99
Incidência de PSE-like (%)	10	20	0	10,00
Entalpia no transporte (kJ/kg de ar seco) ²	53,09 ± 6,58 ^b	56,64 ± 2,81 ^a	45,07 ± 1,43 ^c	51,60 ± 6,15
Duração do transporte (min)	70	59	28	52,33
Distância percorrida no transporte (km)	90	28	38	52,00
Densidade de aves por caixa	8	8	8	8,00
Densidade de aves por caminhão	3888	3888	4364	4046,67
Entalpia na espera (kJ/kg de ar seco) ²	56,08 ± 11,60 ^a	55,32 ± 6,74 ^a	55,49 ± 11,80 ^b	55,46 ± 10,42

¹Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey

²Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não apresentaram diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Kruskal Wallis

O valor da média de b^* (amarelo) encontrado neste estudo foi de 5,91. Nos valores das médias b^* (amarelo), não houve diferença estatística ($p > 0,05$) em relação as linhagens do estudo. O mesmo foi relatado por Abdullah et al. (2010)a,b e Janisch et al. (2011).

A coloração da carne pode ser afetada pela linhagem genética, idade, sexo, porcentagem de umidade na carne, estresse, desenvolvimento do *rigor mortis*, e outras variações no processamento (MUGLER; CUNNINGHAM, 1972; MCKEE; SAMS, 1997; MCKEE; SAMS, 1998; OWENS et al., 2000; WOELFEL et al., 2002).

O alto valor de luminância encontrado neste estudo, apesar de realizado no inverno e início da primavera, apresentou valores de L^* maiores que encontrados no verão, que tendem a ter uma palidez maior de carne em outros estudos (PETRACCI et al., 2004)

A luminância acima do padrão normal ($46,0 \leq L^* \leq 53,0$) nos peitos de frango de corte pode ser explicada em decorrência do desconforto térmico durante a espera das aves no frigorífico (MCKEE; SAM, 1997), já que a entalpia específica do ar em todas as linhagens durante a espera permaneceu acima da faixa de conforto térmico, mostrando ineficiência dos mecanismos de controle

ambiental (ventiladores e molhamento das aves na chegada ao frigorífico) no conforto térmico das aves. Evidenciando a influência das condições bioclimáticas na qualidade da carne.

O estresse agudo durante a espera de todas as linhagens, induz a alterações glicolíticas e desnaturação de proteínas sarcoplasmáticas que possibilitam a maior passagem de luz (MCKEE; SAMS, 1997; OWENS et al., 2000), e levam a alterações na qualidade de carne. E consequentemente, acarretando diminuição dos valores de a^* (vermelho) e b^* (amarelo) nos peitos de frango (MCCURDY et al., 1996; WYNVEEN et al., 1999; PETRACCI et al., 2004; AKŞIT et al., 2006), devido a maior oxidação da mioglobina nos músculos das aves expostas ao estresse térmico (MANCINI; HUNT, 2005).

Outra justificativa para os altos valores de L^* , pode ser devido a questão genética, pois linhagens de frango de corte selecionadas para alto rendimento de peito, como neste estudo, possuem altos valores de luminância em comparação com linhagens selecionadas para desenvolvimento corporal de modo geral (SANTIGO et al., 2005).

Neste estudo 77,5% apresentaram pH normal ($5,7 \leq \text{pH} \leq 6,1$), 7,5% apresentaram pH característico de PSE-like ($5,7 < \text{pH}$) e 15% pH característico de DFD-like ($\text{pH} > 6,1$). Os valores das médias de pH não se diferenciaram estatisticamente ($p < 0,01$) entre as três linhagens. Estes resultados se mostram favoráveis aos encontrados na literatura por Janisch et al. (2011), Abdullah et al. (2010)a,b e Anadón (2002). E contrários aos encontrados por Mehaffey (2006) e Musa et al. (2006), onde o pH do peito de frango se apresentou significativamente afetado pela linhagem.

Os resultados divergentes entre os estudos com relação ao pH podem ser explicados devido a variação do peso de abate das aves entre as linhagens, pois as diferentes taxas de crescimento predispõem que aves de genética de rápido desenvolvimento possuem altas taxas de depleção de pH e menor valor de pH final no músculo do peito quando comparadas com aves de genética de crescimento lento (SCHREURS et al., 1995; ABDULLAH et al., 2010b). E como as aves deste estudo se apresentaram com valores das médias de peso de abate semelhantes entre 2,38 até 2,58 kg; não foi relatado diferença nos valores das médias de pH final.

O pH final afeta a capacidade de retenção de água (perda de peso por gotejamento e por cocção), processamento da carne e a estabilidade microbiológica. Quando o pH do peito de frango excede 6,0; apesar do efeito positivo na capacidade de retenção de água, favorece o crescimento microbiano, causa a deterioração e prejudica as características organolépticas da carne (MALLIA et al., 2000a, 2000b; BARBUT et al., 2008; PETRACCI et al., 2015). Neste estudo o índice de pH $> 6,0$ foi de 15%, demonstrando alto impacto desse problema.

A capacidade de retenção de água está relacionada com o rendimento do produto, tornando-se uma questão de extrema importância na indústria avícola. Além disso, influencia na maciez e suculência da carne (ZHANG et al., 2012). Os valores das médias da perda de peso por gotejamento (PPG) entre as linhagens, somente apresentou diferença estatística ($p < 0,01$) na linhagem HUBB, possivelmente pela incidência de carne PSE-like.

Os valores das médias da perda de peso por cocção (PPC) foram diferentes estatisticamente ($p < 0,01$) entre linhagens HUBB e ROSS/COBB em comparação com COBB. Em estudos anteriores, uma alta perda de peso por cocção foi relatada em carne PSE-like (26,2-27,4%)

em comparação com a carne normal (21,0-23,0%) em peito de frango (WOELFEL; SAMS, 2001; WOELFEL et al., 2002). Esses resultados explicariam os altos valores de PPC nas linhagens HUBB e ROSS/COBB devido a ocorrência de carne PSE-like.

Os resultados de PPG e PPC encontrados neste estudo condizem com os relatados por Mehaffey et al. (2006) que também relatou uma diferença em relação aos valores de PPG e PPC entre 5 linhagens comerciais, e Abdullah et al. (2010)b que encontraram diferença na PPC. Porém, se mostram contrários aos resultados reportados por Janisch et al. (2011), Abdullah et al. (2010)a, Souza et al. (2005) e Liu et al. (2004) que não foram significativamente afetados pela linhagem.

A força de cisalhamento (FC) está relacionada com a maciez da carne. Os valores das médias da força de cisalhamento nas três linhagens podem ser classificados como macias (4,07 até 8,00 kgf/g) de acordo com a tabela de classificação, pois os valores se encontraram entre 4,20 até 5,27 kgf/g, e não foram diferentes estatisticamente ($p > 0,01$) entre as linhagens estudadas. Apresentando-se contrários aos resultados dos estudos de Mehaffey et al. (2006) e Musa et al. (2006), em que a FC foi afetada pela linhagem. No estudo de Janisch et al. (2011), a linhagem ROSS 708 apresentou maior valor de FC em relação as linhagens ROSS 308 e COBB 700. No estudo de Abdullah et al. (2010)b, as linhagens Hubbard *classic* e ROSS apresentaram maiores valores de FC, apesar de estarem dentro do padrão de maciez.

A ausência de diferença em relação a FC entre as linhagens estudadas pode ser explicada pelo fator genético, pois se tratam de linhagens selecionadas para um rápido desenvolvimento, o que resultou também em uma melhora da maciez da carne quando comparadas com carnes oriundas de genéticas de lento crescimento devido à baixa coesão dos feixes de fibras musculares relacionada com imaturidade intramuscular do tecido conjuntivo (DRANSFIELD; SOSNICKI, 1999; SIRRI et al., 2016).

5.3.1. Classificação em grupos de qualidade

Quando considerado somente as linhagens em que ocorreram a incidência de PSE-like, verifica-se uma média de 15% (Tabela 21), estando dentro dos padrões nacionais de 10,2% a 24,3% (GARCIA et al., 2010; DROVAL et al., 2012; CARVALHO et al., 2014), padrão norte-americano (maior produtor mundial de frango) de 5 a 47% (WOELFEL et al., 2012; DESAI et al., 2016), e abaixo do relatado pela China (3º maior produtor mundial de frango) de 24,0% (ZHU et al., 2012).

A incidência de carne PSE-like na linhagem HUBB foi de 10% e na ROSS/COBB foi de 20%. Já no trabalho realizado por Kralik et al. (2014), a incidência de carne PSE-like na linhagem COBB 500 foi 20% e na HUBB Classic foi 27,12%. E no estudo realizado por Queiroz (2015), a incidência de carne PSE-like foi de 19,5% na linhagem COBB, e 39,6% na linhagem HUBB.

A ocorrência de carne PSE-like apenas nas linhagens HUBB e ROSS/COBB, pode ser justificada além da questão genética, pela longa duração do transporte de 70 minutos para HUBB e 59 minutos para ROSS/COBB (WARRIS et al., 1993; XING et al., 2015) e aos altos valores de entalpia específica do ar de 53,09 kJ/kg de ar seco para HUBB e 56,64 kJ/kg de ar seco para ROSS/COBB, devido à alta temperatura em relação a linhagem COBB, e a elevada umidade relativa

do ar (LANGER et al., 2010; OBA et al., 2009; SIMÕES et al., 2009) durante esse procedimento. De acordo com Xing et al. (2016), transportes com altas temperaturas ambientais podem afetar o metabolismo *post mortem* (via glicólica), causar alterações na qualidade de carne e também o desconforto térmico no período de espera das aves.

Tabela 21. Características físicas da carne PSE-like encontrada na pesquisa: cor, pH, perda de peso por gotejamento (PPG), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) das amostras de peito de frango

Variáveis	Carne PSE-like
Incidência (%)	15
L*	60,91 ± 1,85
a*	2,72 ± 1,01
b*	4,93 ± 4,17
pH	5,64 ± 0,26
PPG (%)	5,24 ± 1,05
PPC (%)	33,27 ± 6,12
FC (kgf/g)	5,70 ± 0,41

Nos peitos de frango que apresentaram defeito de qualidade PSE-like, o valor da média de pH foi 5,64. Ocasionalmente assim uma maior perda de peso por gotejamento e cocção, pois o estresse térmico aumenta a taxa metabólica do *rigor mortis*, levando a severa desnaturação das proteínas e uma baixa capacidade de retenção de água (CHANNON et al., 2000; DENG et al., 2002; ZANG et al., 2012).

Os valores das médias da força de cisalhamento (5,70 kgf/g) corroboram com estudos na literatura, que relataram uma alta força de cisalhamento em carne PSE-like, de 4,79 kgf para L* > 60 e 3,20 kgf para L* < 55 (ZUANG; SAVAGE, 2010), e 2,51 kgf para carne normal e 4,16 kgf para carne PSE-like (DROVAL et al., 2012).

Diversos autores relataram uma alta heritabilidade para L* em linhagens de frangos (LE BIHAN-DUVAL et al., 2001, 2008; GAYA et al., 2006; HARFORD et al., 2014), resultando em diminuição da coloração vermelha, aumento da coloração amarela, aumento da taxa de declínio de pH e aumento da perda de peso por gotejamento; podendo assim estar relacionada com a carne PSE-like (ALLEN et al., 1998; SOSNICKI et al., 1998; QIAO et al., 2001) ou outras miopatias (KUTTAPPAN et al., 2012, 2013; SIHVO et al., 2014). Harford et al. (2014) sugerem que a exclusão de linhagens com problemas de carne PSE-like ou DFD-like possam ser realizadas por meio da seleção de L*.

Uma justificativa da incidência de alterações de qualidade da carne de peito de frango neste estudo, pode ser devido às linhagens de aves de crescimento rápido utilizadas, pois estas podem ter uma perda na capacidade termorreguladora em comparação com linhagens precursoras, podendo assim, serem mais suscetíveis ao estresse térmico durante o período pré-abate e conseqüentemente ter problemas musculares, distúrbios metabólicos e redução da qualidade da carne (SANDERCOCK et al., 2006; BARBUT et al., 2009).

Consequentemente, a qualidade da carne pode ser afetada por múltiplos fatores, como idade, sexo, linhagem genética, estresse ambiental e nutricional (SIMPSON; GOODWIN, 1974; SMITH; FLETCHER, 1988; POOLE et al., 1999). Interagindo com estes múltiplos fatores de maneira complexa, mostrando a importância de um trabalho conjunto com todas as áreas envolvidas para obtenção de um produto final adequado.

5.4. Conclusões parciais

De acordo com este estudo em galpões convencionais com pressão positiva pode-se concluir que:

- As linhagens HUBB, ROSS/COBB e COBB podem influenciar na qualidade de carne, juntamente com as características bioclimáticas do transporte e espera.
- A palidez dos peitos de frango pode ter relação com a genética e ao estresse térmico por calor no período de espera no frigorífico.
- A incidência de carne PSE-like pode ter relação com a genética, ocorrendo nas linhagens HUBB e ROSS/COBB, e com o desconforto térmico das aves durante o transporte, refletido por meio dos altos valores de entalpia específica do ar e também pela duração deste procedimento.

Referências

- ABDULLAH, A.Y.; AL-BEITAWI, N.A.; RJOUP, M.M.; QUDSIEH, R.I.; ISHMAIS, M.A. Growth performance, carcass and meat quality characteristics of different commercial crosses of broiler strains of chicken. **The Journal of Poultry Science**, v. 47, n. 1, p. 13-21, 2010a.
- ABDULLAH, A.Y.; MUWALLA, M.M.; MAHARMEH, H.O.; MATARNEH, S.K.; ISHMAIS, M.A.A. Effects of strain on performance, and age at slaughter and duration of post-chilling aging on meat quality traits of broiler. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 12, p. 1645-1656, 2010b.
- 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**, v. 18, n. 1, p. 11-20, 2011.
- AKŞIT, M.; YALCIN, S.; ÖZKAN, S.; METIN, K.; ÖZDEMİR, D. Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers. **Poultry Science**, v. 85, n. 11, p. 1867-1874, 2006.
- ALLEN, C.D.; FLETCHER, D.L.; NORTHCUTT, J.K.; RUSSELL, S. M. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. **Poultry Science**, v. 77, n. 2, p. 361-366, 1998.
- ALMASI, A.; ANDRASSYNE, B.G.; MILISITS, G.; KUSTOSNE, P.O.; SUTO, Z. Effects of different rearing systems on muscle and meat quality traits of slow-and medium-growing male chickens. **British Poultry Science**, v. 56, n. 3, p. 320-324, 2015.

- ALNAHHAS, N.; BERRI, C.; BOULAY, M.; BAEZA, E.; JÉGO, Y.; BAUMARD, Y.; CHABAULT, M.; BIHAN-DUVAL, L. Selecting broiler chickens for ultimate pH of breast muscle: analysis of divergent selection experiment and phenotypic consequences on meat quality, growth, and body composition traits. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 9, p. 3816-3824, 2014.
- ANADÓN, H.L.S. **Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers**. 2002. 171 p. Tese (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) - Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 2002.
- BAKER, R.C.; BRUCE, C.A. Further processing of poultry. In: MEAD, G.C. (Ed.). **Processing of Poultry**, London: Chapman & Hall, 1995. Cap. 8, p. 251-282.
- BARBUT, S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. **Journal of Muscle Foods**, v. 9, n. 1, p. 35-49, 1998.
- BARBUT, S. Pale, soft, and exudative poultry meat—Reviewing ways to manage at the processing plant. **Poultry Science**, v. 88, n. 7, p. 1506-1512, 2009.
- BARBUT, S.; SOSNICKI, A.A.; LONERGAN, S.M.; KNAPP, T.; CIOBANU, D.C.; GATCLIFFE, L.J.; HUFF-LONERGAN, E.; WILSON, E.W. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, v. 79, n. 1, p. 46-63, 2008.
- BARBUT, S.; ZHANG, L.; MARCONE, M. Effects of pale, normal, and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking of marinated fillets. **Poultry Science**, v. 84, p. 797-802, 2005.
- BERRI, C.; WACRENIER, N.; MILLET, N.; LE BIHAN-DUVAL, E. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. **Poultry Science**, v. 80, n. 7, p. 833-838, 2001.
- BIANCHI, M.; FLETCHER, D. L. Effects of broiler breast meat thickness and background on color measurements. **Poultry Science**, v. 81, n. 11, p. 1766-1769, 2002.
- BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, C. Effects of transport and lairage on mortality, liveweight loss and carcass quality in broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, n. sup2, p. 516-518, 2005.
- BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, C. The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. **Poultry Science**, v. 85, n. 1, p. 123-128, 2006.
- BRESSAN, M.C.; BERAQUET, N.J. Tratamentos de pré-resfriamento e resfriamento sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 230-235, 2004.
- CARVALHO, R.H.; SOARES, A.L.; HONORATO, D.C.; GUARNIERI, P.D.; PEDRÃO, M.R.; PAIÃO, F.G.; OBA, A.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. The incidence of pale, soft, and exudative (PSE) turkey meat at a Brazilian commercial plant and the functional properties in its meat product. **LWT-Food Science and Technology**, v. 59, n. 2, p. 883-888, 2014.
- CASON, J.A.; LYON, C.E.; PAPA, C.M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, v. 76, n. 5, p. 785-787, 1997.

- CASTRO, J.B.J.; CASTILLO, C.J.C.; ORTEGA, E.M.M.; PEDREIRA, M.S. Jejum alimentar na qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema convencional. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 470-476, 2008.
- CHANNON, H.A.; PAYNE, A.M.; WARNER, R.D. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. **Meat Science**, v. 56, n. 3, p. 291-299, 2000.
- DADGAR, S.; CROWE, T.G.; CLASSEN, H.L.; WATTS, J.M.; SHAND, P.J. Broiler chicken thigh and breast muscle responses to cold stress during simulated transport before slaughter. **Poultry Science**, v. 91, n. 6, p. 1454-1464, 2012.
- DADGAR, S.; LEE, E.S.; LEER, T.L.V.; BURLINGUETTE, N.; CLASSEN, H.L.; CROWE, T.G.; SHAND, P.J. Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle. **Poultry Science**, v. 89, n. 5, p. 1033-1041, 2010.
- DADGAR, S.; LEE, E.S.; LEER, T.L.V.; CROWE, T.G.; CLASSEN, H.L.; SHAND, P.J. Effect of acute cold exposure, age, sex, and lairage on broiler breast meat quality. **Poultry Science**, v. 90, n. 2, p. 444-457, 2011.
- DENG, Y.; ROSENVOLD, K.; KARLSSON, A.H.; HORN, P.; HEDEGAARD, J.; STEFFENSEN, C.L.; ANDERSEN, H.J. Relationship Between Thermal Denaturation of Porcine Muscle Proteins and Water-holding Capacity. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 5, p. 1642-1647, 2002.
- DESAI, M.A.; JACKSON, V.; ZHAI, W.; SUMAN, S.P.; NAIR, M.N.; BEACH, C.M.; SCHILLING, M.W. Proteome basis of pale, soft, and exudative-like (PSE-like) broiler breast (Pectoralis major) meat. **Poultry Science**, p. 213, 2016.
- DIRINCK, P.; WINNE, A. DE.; CASTEELS, M.; FRIGG, M. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v. 44, p. 65-68, 1996.
- DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A.A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 743-746, 1999.
- DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A.A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 743-746, 1999.
- DROVAL, A.A.; BENASSI, V.T.; ROSSA, A.; PRUDENCIO, S.H.; PAIAO, F.G.; SHIMOKOMAKI, M. Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 3, p. 502-507, 2012.
- FERNANDES, J.I.M.; SAKAMOTO, M.I.; PEITER, D.C.; GOTTARDO, E.T.; TELLINI, C. Relação vitamina E: vitamina C sobre a qualidade da carne de frangos submetidos ao estresse pré-abate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 1, p. 294-300, 2013.
- GARCIA, R.; ALMEIDA, P.I.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; FREITAS, L.W.; SCHWINGEL, A.W.; LIMA, N.D.S.; GRACIANO, J.D. Effect of the litter material on drinking water quality in broiler production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, n. 3, p. 165-169, 2010.
- GAYA, L.G.; FERRAZ, J.B.S.; BALIEIRO, J.C.C.; MATTOS, E.C.; COSTA, A.M.M.A.; MICHELAN FILHO, T.; FELICIO, A.M.; ROSA, A.F.; MOURAO, G.B.; ELER, J.P.; SILVA, M.E.B.; QUEIROZ, L.; AFAZ, A.L.M.; LONGO, N.M.; GARAVAZO, B.R.; NAKASHIMA, S.H. Heritability estimates for

- meat quality traits in a male broiler line. In: PROCEEDINGS OF THE 8TH WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: Instituto Prociencia, 2006.
- GRANDIN, T. Auditing animal welfare at slaughter plants. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 56-65, 2010.
- GUHNE, W. Tenderness of broiler meat dependent on weight, sex, and age of the birds. **World's Poultry Science Journal**, v. 26, p. 739, 1970.
- HARFORD, I.D.; PAVLIDIS, H.O.; ANTHONY, N.B. Divergent selection for muscle color in broilers. **Poultry Science**, v. 93, n. 5, p. 1059-1066, 2014.
- HONIKEL, K.O.; HAMM, R. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.) **Measurement of water-holding capacity and juiciness**. London: Blackie Academic & Professional, v. 9, p. 139-139, 1994.
- INTERNACIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION – CIE. Recommendation on uniform color spaces, color difference equations, psychometric color terms. Bureau Central de la CIE, Paris, n. 2, 1978. Supplement.
- JANISCH, S.; KRISCHEK, C.; WICKE, M. Color values and other meat quality characteristics of breast muscles collected from 3 broiler genetic lines slaughtered at 2 ages. **Poultry Science**, v. 90, n. 8, p. 1774-1781, 2011.
- KRALIK, G.; DJURKIN, I.; KRALIK, Z.; SKRTIC, Z.; RADISIC, Z. Quality indicators of broiler breast meat in relation to colour. **Animal Science Papers and Reports**, v. 32, n. 2, p. 173-178, 2014.
- KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; APPLE, J.K.; WALDROUP, P.W.; OWENS, C.M. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v. 91, n. 10, p. 2677-2685, 2012.
- KUTTAPPAN, V.A.; SHIVAPRASAD, H.L.; SHAW, D.P.; VALENTINE, B.A.; HARGIS, B.M.; CLARK, F.D.; MCKEE, S.R.; OWENS, C.M. Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. **Poultry Science**, v. 92, n. 2, p. 331-338, 2013.
- LANGER, R.O.D.S.; SIMÕES, G.S.; SOARES, A.L.; OBA, A.; ROSSA, A.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Broiler transportation conditions in a Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and -like (Dark, Firm, Dry) meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 5, p. 1161-1167, 2010.
- LE BIHAN-DUVAL, E.; BERRI, C.; BAEZA, E.; MILLET, N.; BEAUMONT, C. Estimation of the genetic parameters of meat characteristics and of their genetic correlations with growth and body composition in an experimental broiler line. **Poultry Science**, v. 80, n. 7, p. 839-843, 2001.
- LE BIHAN-DUVAL, E.; DEBUT, M.; BERRI, C. M.; SELLIER, N.; SANTÉ-LHOUTELLIER, V.; JÉGO, Y.; BEAUMONT, C. Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. **BMC Genetics**, v. 9, n. 1, p. 53, 2008.
- LI, K.; ZHAO, Y.Y.; KANG, Z.L.; WANG, P.; HAN, M.Y.; XU, X.L.; ZHOU, G.H. Reduced functionality of PSE-like chicken breast meat batter resulting from alterations in protein conformation. **Poultry Science**, v. 94, n. 1, p. 111-122, 2015.

- LIU, Y.; LYON, B.G.; WINDHAM, W.R.; LYON, C.E.; SAVAGE, E.M. Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem. **Poultry Science**, v. 83, n. 1, p. 101-108, 2004.
- LYON, C.E.; HAMM, D.; THOMSON, J.E. pH and tenderness of broiler breast meat deboned various times after chilling. **Poultry Science**, v. 64, n. 2, p. 307-310, 1985.
- LYON, C.E.; HAMM, D.; THOMSON, J.E.; HUDSPETH, J.P.; AYRES, J.L.; MARION, J.E. Effects of hot or cold deboning on functional properties of broiler dark meat and quality of sausage. **Poultry Science**, v. 62, n. 6, p. 965-970, 1983.
- MALLIA, J.G.; BARBUT, S.; VAILLANCOURT, J.P.; MARTIN, S.W.; MCEWEN, S.A. Roaster breast meat condemned for cyanosis: a dark firm dry-like condition?. **Poultry Science**, v. 79, n. 6, p. 908-912, 2000a.
- MALLIA, J.G.; HUNTER, B.; VAILLANCOURT, J.P.; IRWIN, R.; MUCKLE, C.A.; MARTIN, S.W. and MCEWEN, S.A. Bacteriological and histological profile of turkeys condemned for cyanosis. **Poultry Science**, v. 79, n. 8, p. 1194-1199, 2000b.
- MANCINI, R.A.; HUNT, M.C. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, n. 1, p. 100-121, 2005.
- MCCURDY, R.D.; BARBUT, S.; QUINTON, M. Seasonal effect on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. **Food Research International**, v. 29, n. 3-4, p. 363-366, 1996.
- MCKEE, S.R.; SAMS, A.R. Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics. **Poultry Science**, v. 77, n. 1, p. 169-174, 1998.
- MCKEE, S.R.; SAMS, A.R. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. **Poultry Science**, v. 76, n. 11, p. 1616-1620, 1997.
- MEHAFFEY, J.M.; PRADHAN, S.P.; MEULLENET, J.F.; EMMERT, J.L.; OWENS, C.M. Meat quality evaluation of minimally aged broiler breast fillets from five commercial genetic strains. **Poultry Science**, v. 85, n. 5, p. 902-908, 2006.
- MUGLER, D.J.; CUNNINGHAM, F.E. Factors affecting poultry meat color—A review. **World's Poultry Science Journal**, v. 28, n. 4, p. 400-406, 1972.
- MUSA, H.H.; CHEN, G.H.; CHENG, J.H.; SHUIEP, E.S.; BAO, W.B. Breed and sex effect on meat quality of chicken. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 6, p. 566-568, 2006.
- NAPPER, S.; DADGAR, S.; ARSENAULT, R.J.; TROST, B.; SCRUTEN, E.; KUSALIK, A.; SHAND, P. Induction of tissue- and stressor-specific kinomic responses in chickens exposed to hot and cold stresses. **Poultry Science**, v. 94, p. 1333-1346, 2015.
- OBA, A.; ALMEIDA, M.D.; PINHEIRO, J.W.; IDA, E.I.; MARCHI, D.F.; SOARES, A.L.; SHIMOKOMAKI, M. The effect of management of transport and lairage conditions on broiler chicken breast meat quality and DOA (Death on Arrival). **Brazilian Archives of Biology And Technology**, v. 52, n. SPE, p. 205-211, 2009.
- OSNICKI, A.A.; GREASER, M.L.; PIETRZAK, M.; POSPIECH, E.; SANTE, V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. **Journal of Muscle Foods**, v. 9, n. 1, p. 13-23, 1998.

- OWENS, C.M.; MCKEE, S.R.; MATTHEWS, N.S.; SAMS, A.R. The development of pale, exudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening. **Poultry Science**, v. 79, n. 3, p. 430-435, 2000.
- PETRACCI, M.; BETTI, M.; BIANCHI, M.; CAVANI, C. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. **Poultry Science**, v. 83, n. 12, p. 2086-2092, 2004.
- PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; CAVANI, C. Pre-slaughter handling and slaughtering factors influencing poultry product quality. **World's Poultry Science Journal**, v. 66, n. 1, p. 17, 2010.
- PETRACCI, M.; CAVANI, C. Muscle growth and poultry meat quality issues. **Nutrients**, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2011.
- PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; SOGLIA, F.; CAVANI, C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v. 71, n. 02, p. 363-374, 2015.
- POOLE, G.H.; LYON, C.E.; BUHR, R.J.; YOUNG, L.L.; ALLEY, A.; HESS, J.B.; BILGILI, J.K.; NORTHCUTT, J.K. Evaluation of age, gender, strain, and diet on the cooked yield and shear values of broiler breast fillets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, n. 2, p. 170-176, 1999.
- POOLE, G.H.; LYON, C.E.; BUHR, R.J.; YOUNG, L.L.; ALLEY, A.; HESS, J.B.; BILGILI, S.F.; Northcutt, J. K. Evaluation of age, gender, strain, and diet on the cooked yield and shear values of broiler breast fillets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, n. 2, p. 170-176, 1999.
- PUOLANNE, E.; VOUTILA, L. The role of connective tissue in poultry meat quality. In: PROCEEDINGS OF XVIII EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF POULTRY MEAT AND XIII EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF EGGS AND EGG PRODUCTS, 2009, Turku. **Proceedings...** Turku: Finnish Branch of World's Poultry Science Association, 2009. p. 26.
- QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; SMITH, D.P.; NORTHCUTT, J.K. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 676-680, 2001.
- QUEIROZ, C.A.U. **Influência de carnes PSE (pale, soft, exudative) na absorção e perda de água por gotejamento em carças de frango**. 2015. 62 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. 2016. Disponível em <https://www.R-project.org/>. Acesso: 13 jan. 2017.
- ROBERSON, K.D.; KALBFLEISCH, J.L.; DRANSFIELD, D. Comparison of growth performance and carcass component yield of a new strain of tom turkeys to other commercial strains. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 12, p. 791-795, 2004.
- RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2010.
- SAMS, A.R. Meat quality during processing. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 798-803, 1999.
- SANDERCOCK, D.A.; HUNTER, R.R.; MITCHELL, M.A.; HOCKING, P.M. Thermoregulatory capacity and muscle membrane integrity are compromised in broilers compared with layers at the same age or body weight. **British Poultry Science**, v. 47, n. 3, p. 322-329, 2006.

- SANTIAGO, H.L.; DENBOW, D.M.; EMMERSON, D.A.; DENBOW, C.; GRAHAM, P.; HOHENBOKEN, W. Effects of strain, plane of nutrition and age at slaughter on performance and meat quality traits of broilers. **Poultry Science**, v. 84 (suplemento 1), p. 128 (Abstr.), 2005.
- SCHREURS, F.J.G.; VAN DER HEIDE, D.; LEENSTRA, F.R.; DE WIT, W. Endogenous proteolytic enzymes in chicken muscles. Differences among strains with different growth rates and protein efficiencies. **Poultry Science**, v. 74, n. 3, p. 523-537, 1995.
- SIHVO, H.K.; IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. **Veterinary Pathology**, v. 51, n. 3, p. 619-623, 2014.
- SIMÕES, G.S.; OBA, A.; MATSUO, T.; ROSSA, A.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Vehicle thermal microclimate evaluation during Brazilian summer broiler transport and the occurrence of PSE (pale, soft, exudative) meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, p. 195-204, 2009.
- SIMPSON, M.D.; GOODWIN, T.L. Comparison between shear values and taste panel scores for predicting tenderness of broilers. **Poultry Science**, v. 53, n. 6, p. 2042-2046, 1974.
- SIRRI, F.; MAIORANO, G.; TAVANIELLO, S.; CHEN, J.; PETRACCI, M.; MELUZZI, A. Effect of different levels of dietary zinc, manganese, and copper from organic or inorganic sources on performance, bacterial chondronecrosis, intramuscular collagen characteristics, and occurrence of meat quality defects of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 95, n. 8, p. 1813-1824, 2016.
- SMITH, D.P.; FLETCHER, D.L. Chicken breast muscle fiber type and diameter as influenced by age and intramuscular location. **Poultry Science**, v. 67, n. 6, p. 908-913, 1988.
- SOUZA, P.A.; KODAWARA, L.M.; PELICANO, E.R.L.; SOUZA, H.B.A.; OBA, A.; LEONEL, F.R.; NORKUS E.A.; LIMA, T.M.A. Effect of deboning time on the quality of broiler breast meat (Pectoralis major). **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 7, n. 2, p. 123-128, 2005.
- SPURIO, R.S.; SOARES, A.L.; CARVALHO, R.H.; SILVEIRA JUNIOR, V.; GRESPAN, M.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. Improving transport container design to reduce broiler chicken PSE (pale, soft, exudative) meat in Brazil. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 2, p. 277-283, 2016.
- VAN LAACK, R.L.; LIU, C.H.; SMITH, M.O.; LOVEDAY, H.D. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 1057-1061, 2000.
- WARRISS, P.D.; KESTIN, S.C.; BROWN, S.N.; KNOWLES, T.G.; WILKINS, L.J.; EDWARDS, J.E.; AUSTIN, S.D.; NICOL, C.J. The depletion of glycogen stores and indices of dehydration in transported broilers. **British Veterinary Journal**, v. 149, n. 4, p. 391-398, 1993.
- WOELFEL, R.L.; OWENS, C.M.; HIRSCHLER, E.M.; MARTINEZ-DAWSON, R.; SAMS, A.R. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. **Poultry Science**, v. 81, n. 4, p. 579-584, 2002.
- WOELFEL, R.L.; SAMS, A.R. Marination performance of pale broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 80, n. 10, p. 1519-1522, 2001.
- WYNVEEN, E.J.; BOWKER, B.C.; GRANT, A.L.; DEMOS, B.P.; GERRARD, D.E. Effects of muscle pH and chilling on development of PSE-like turkey breast meat. **British Poultry Science**, v. 40, n. 2, p. 253-256, 1999.

- XING, T.; XU, X.; JIANG, N.; DENG, S. Effect of transportation and pre-slaughter water shower spray with resting on AMP-activated protein kinase, glycolysis and meat quality of broilers during summer. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 2, p. 299-307, 2016.
- XING, T.; XU, X.L.; ZHOU, G.H.; WANG, P.; JIANG, N.N. The effect of transportation of broilers during summer on the expression of heat shock protein 70, postmortem metabolism and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 1, p. 62-70, 2015.
- ZHANG, Z.Y.; JIA, G.Q.; ZUO, J.J.; ZHANG, Y.; LEI, J.; REN, L.; FENG, D.Y. Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat. **Poultry Science**, v. 91, n. 11, p. 2931-2937, 2012.
- ZHU, X.S.; XU, X.L.; MIN, H.H.; ZHOU, G.H. Occurrence and characterization of pale, soft, exudative-like broiler muscle commercially produced in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, n. 8, p. 1384-1390, 2012.
- ZHUANG, H.; SAVAGE, E.M. Comparisons of sensory descriptive flavor and texture profiles of cooked broiler breast fillets categorized by raw meat color lightness values. **Poultry Science**, v. 89, n. 5, p. 1049-1055, 2010.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avicultura de corte brasileira possui papel de destaque no mercado mundial, e é considerada uma das mais organizadas. Porém, as perdas produtivas ao longo da cadeia de frango de corte impactam profundamente a lucratividade e eficiência deste setor.

O sistema de criação convencional de frangos de corte com pressão positiva pode influenciar nas perdas produtivas (lesões na carcaça, defeitos de qualidade da carne e mortalidade) ao longo da cadeia de produção. A criação pode ser responsável pela maior geração de lesões nos frangos de corte neste estudo. Com influência não apenas durante o período de crescimento das aves, mas também seu impacto nas fases seguintes, como o período pré-abate.

A caracterização bioclimática mostrou-se uma ferramenta útil para a indústria avícola, podendo servir como um indicador das condições de conforto térmico e bem-estar das aves. Sinalizando problemas durante a criação, transporte e espera; podendo assim evitar problemas durante as fases mais críticas das aves: no início da criação (primeira semana) e período pré-abate. Porém, pouca importância é dada a esta ferramenta, pois foi verificada a ausência de um controle das condições ambientais durante estas fases.

O manejo inadequado das aves na granja e no frigorífico possui relação com a geração das lesões na carcaça e mortalidade, revelando a necessidade de treinamentos contínuos para os funcionários, que muitas vezes não tem experiência na função ou conhecimento sobre as consequências de suas ações.

O estresse térmico continua sendo um fator preocupante na avicultura de corte, apesar dos diversos artigos sobre este tema na literatura. Assim, a indústria avícola de corte precisa prestar atenção nestas perdas produtivas e incentivar a pesquisa de soluções para este problema. O estresse térmico esteve relacionado com mortalidade, lesões na carcaça e qualidade de carne. Presente em várias fases de produção, apesar do estudo ter sido realizado durante o inverno.

A linhagem do frango de corte mostrou-se relacionada com a incidência de carne PSE neste estudo, revelando que a manipulação genética pode ter consequências mais amplas e malélicas, pois a busca por linhagens de crescimento rápido pode ter levado a anomalias, como carne PSE e miopatias.

A produção de frango de corte brasileira é desafiadora, pois apesar das grandes cifras monetárias, ainda possui grandes gargalos e a carência de estudos nesta área com uma abordagem mais ampla e integrada com os diferentes processos desde genética das aves até a obtenção do produto final.