

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

Caracterização do sistema de criação de frangos de corte em galpões de pressão negativa, das operações pré-abate e da qualidade do produto final

Natália Cristina Benincasa

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

Piracicaba
2017

Natália Cristina Benincasa
Médica-veterinária

Caracterização do sistema de criação de frangos de corte em galpões de pressão negativa, das operações pré-abate e da qualidade do produto final

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

Benincasa, Natália Cristina

Caracterização do sistema de criação de frangos de corte em galpões de pressão negativa, das operações pré-abate e da qualidade do produto final / Natália Cristina Benincasa. - - Piracicaba, 2017.

133 p.

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

1. Bem-estar animal 2. Lesões 3. Transporte 4. Qualidade de carne I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho e todo o esforço para vê-lo concluído ao meu pai, Sérgio L. Benincasa, à minha avó, Júlia R. Benincasa e ao meu avô, Antônio L. Benincasa (in memoriam), por tudo o que representam na minha vida e pelo incentivo contínuo durante todos os percalços do caminho.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo apoio, força, amor, compreensão e suporte emocional;

Ao Gabriel pela companhia, dedicação, abdicção, parceria e por ter sido a pessoa mais incrível, atenciosa, amorosa e pacienciosa durante todas as etapas dessa caminhada;

À Irene, Odylon, Nilza e à minha mãe Regina pelas orações e todo apoio espiritual;

À Karina, grande amiga que o mestrado me deu. Pessoa que participou de todos os perrengues e alegrias e sempre esteve ao meu lado ajudando em absolutamente tudo o que precisei, mesmo fora dos portões da escola. Gratidão eterna!;

Aos amigos de Jaboticabal, Bérne, Chevy, Croki, Dafs, Doloris, Esporita, Jay, Laris, Leits, Negris, Pats, Per e Rosets, vocês são incríveis! Obrigada por existirem!;

Aos amigos de Campinas João, Mar, Ray, Sergin e Xan por todos os momentos de distração, risadas e suporte que vocês me deram;

Ao meu orientador Prof. Dr. Iran J. O. da Silva, pela oportunidade de realizar esse projeto que marcou muito positivamente a minha vida e pelos muitos aprendizados;

A todos os muitos colegas que passaram pelo NUPEA pela convivência, dicas, boas risadas, suporte e gordices. Em especial ao Miguel, Paulo e Menino Jean por toda a força nas difíceis e exaustivas madrugadas de coleta de dados;

Às colegas do GBAZP pelos bons momentos compartilhados no dia-a-dia;

À Ilzinha, ao Prof. Dr. Jarbas H. Miranda e ao Prof. Dr. Gabriel A. Sarriés pelos conselhos sobre a vida e toda a ajuda em momentos difíceis da pós-graduação;

Aos funcionários do Laboratório de Solos, Gilmar e Paulinha, e aos do Departamento de Engenharia de Biosistemas, Davilmar, Sr. Ivan, Sr. Antônio e Sr. Luís por quebrar tantos galhos e por todas as gentilezas;

Aos técnicos de informática do Departamento de Exatas, Jorge e Eduardo, e ao Edmilson do CENA, por toda a disposição em ajudar nos problemas que pareciam sem solução;

À Prof^ª. Dra. Carmen J. C. Castillo, grande inspiração como profissional, que gentilmente abriu as portas do seu laboratório e sempre esteve presente para sanar quaisquer dúvidas e necessidades, sempre com muita boa vontade;

Aos novos amigos que a vida me deu, Thaís e Caio, obrigada por todas as crises de riso e toda a ajuda durante as análises de carne e também ao Márcio por todas as dicas;

Ao Prof. Dr. Pedro E. D. Augusto e à sua orientada Nanci, por terem sido muito gentis e colaborado grandemente com as análises de força de cisalhamento;

Ao Msc. Juliano Rangel Frangoeste, por ter aberto as portas da empresa para que nós pudéssemos realizar este trabalho, e toda a sua equipe sensacional que tornou tudo mais tranquilo durante as visitas nas granjas e abatedouro: Vado, Paulo Belini, Bernadete, Paulo, Nilson, Alemão, Eliésio, Dora, Cássia, Guto, Ronaldo, Everton, Sr. Tarcísio, Rodrigo e a todos os demais funcionários, sem exceção;

Ao Sr. Zauri e sua família, por terem nos recebido sempre muito bem na sua granja e também aos demais granjeiros e proprietários que permitiram que entrássemos nos galpões para realizar o estudo;

Ao Prof. Dr. Cristian M. V. Lobos pela paciência e por toda a dedicação mesmo à distância;

À CAPES pela bolsa recebida e a possibilidade de realizar esse mestrado.

EPÍGRAFE

“Você nasceu no lar que precisava nascer, vestiu o corpo físico que merecia, mora onde melhor Deus te proporcionou, de acordo com o teu adiantamento.

Você possui os recursos financeiros coerentes com tuas necessidades... nem mais, nem menos, mas o justo para as tuas lutas terrenas.

Seu ambiente de trabalho é o que você elegeu espontaneamente para a sua realização.

Teus parentes e amigos são as almas que você mesmo atraiu, com tua própria afinidade.

Portanto, teu destino está constantemente sob teu controle.

Você escolhe, recolhe, elege, atrai, busca, expulsa, modifica tudo aquilo que te rodeia a existência.

Teus pensamentos e vontades são a chave de teus atos e atitudes.

São as fontes de atração e repulsão na jornada da tua vivência.

Não reclame, nem se faça de vítima.

Antes de tudo, analisa e observa.

A mudança está em tuas mãos.

Reprograma tua meta, busca o bem e você viverá melhor.

Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

Chico Xavier

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1. FATORES QUE AFETAM O BEM-ESTAR DE FRANGOS DE CORTE DURANTE A CRIAÇÃO	22
2.1.1. <i>Operações pré-porteira</i>	22
2.1.2. <i>Operações dentro da porteira</i>	23
2.1.2.1. Cama de frango	23
2.1.2.2. Densidade de criação.....	28
2.1.2.3. Tipologia das construções rurais e conforto térmico.....	30
2.2. FATORES QUE AFETAM O BEM-ESTAR DE FRANGOS DE CORTE DURANTE AS OPERAÇÕES PRÉ-ABATE	33
2.2.1. <i>Apanha</i>	33
2.2.2. <i>Transporte</i>	34
2.2.2.1. Densidade e conforto térmico.....	35
2.2.2.2. Impactos, distância percorrida e duração	36
2.2.3. <i>Espera para o abate</i>	37
2.2.3.1. Mortalidade à chegada ao abatedouro.....	38
2.2.4. <i>Lesões: identificação e classificação</i>	39
2.3. BEM-ESTAR ANIMAL E QUALIDADE DA CARNE	42
2.3.1. <i>Condenações de carcaça</i>	42
2.3.1.1. Qualidade de carne	43
2.3.2. <i>Defeitos de qualidade de carne</i>	45
2.3.2.1. Fatores que influenciam a geração de defeitos de qualidade de carne.....	47
3 CARACTERIZAÇÃO DA AMBIÊNCIA TÉRMICA E QUALIDADE DA CAMA DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM GALPÕES DE PRESSÃO NEGATIVA, DO TRANSPORTE E DA ESPERA EM CONDIÇÕES COMERCIAIS	60
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
3.1. INTRODUÇÃO	62
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	63
Análise estatística	68
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
3.3.1. <i>Características das instalações</i>	69
3.3.2. <i>Caracterização climática da criação</i>	74
3.3.3. <i>Caracterização do transporte</i>	80
3.3.4. <i>Caracterização da espera</i>	85
3.4. CONCLUSÕES PARCIAIS	89
4 AVICULTURA DE CORTE: LESÕES ORIGINADAS DURANTE A CRIAÇÃO E O PRÉ-ABATE DE FRANGOS CRIADOS EM GALPÕES COMERCIAIS DE PRESSÃO NEGATIVA	96
RESUMO.....	96
ABSTRACT.....	97
4.1. INTRODUÇÃO	98
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	99
4.2.1. <i>Pododermatite e lesão de jarrete</i>	101
4.2.2. <i>Arranhões da criação e do pré-abate</i>	101
4.2.3. <i>Fraturas de perna da criação e do pré-abate</i>	102
4.2.4. <i>Fraturas de asa da criação e do pré-abate</i>	103
Análise estatística	103

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
4.3.1. Fase de criação: pododermatite, lesão de jarrete e limpeza de plumagem.....	104
4.3.2. Fase de criação e pré-abate: arranhões e fraturas.....	112
4.4. CONCLUSÕES PARCIAIS.....	118
REFERÊNCIAS.....	119
5 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE DE DIFERENTES LINHAGENS: ESTUDO DE CASO EM AVIÁRIOS COMERCIAIS DE PRESSÃO NEGATIVA.....	123
RESUMO.....	123
ABSTRACT.....	124
5.1. INTRODUÇÃO.....	125
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	126
5.2.1. Atividades realizadas no abatedouro.....	127
5.2.2. Atividades realizadas no laboratório.....	128
5.2.2.1. Cor.....	128
5.2.2.2. pH.....	128
5.2.2.3. Perda de peso por gotejamento.....	129
5.2.2.4. Perda de peso por cocção.....	129
5.2.2.5. Força de cisalhamento.....	129
Análise estatística.....	130
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	132
5.4. CONCLUSÕES PARCIAIS.....	140
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	147
ANEXO.....	150

RESUMO

Caracterização do sistema de criação de frangos de corte em galpões de pressão negativa, das operações pré-abate e da qualidade do produto final

Objetivou-se caracterizar os aspectos gerais de criação e de pré-abate de frangos de corte criados em galpões de pressão negativa; identificar, quantificar e qualificar por meio de escores de severidade lesões decorrentes dessas duas etapas e caracterizar por meio de análises físico-químicas a qualidade da carne de frangos de corte de diferentes linhagens. As variáveis ambientais da criação, transporte e espera, umidade de cama e das análises físicas não apresentaram distribuição normal, sendo assim, as médias foram analisadas estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis. No caso das variáveis-resposta das análises físico-químicas de qualidade de carne, apresentaram normalidade apenas as variáveis de perda de peso por cocção e alguns parâmetros da análise de cor, onde as médias foram analisadas estatisticamente pelo teste de Tukey, enquanto as demais foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis. Os resultados evidenciaram que os galpões de pressão negativa foram eficientes em reduzir o calor da instalação, de modo que os animais não sofreram estresse térmico, entretanto, durante o transporte e espera as condições relativas ao microclima das caixas proporcionaram condições de estresse térmico. Foi constatado que, embora nas avaliações de pododermatite e lesão de jarrete a maioria das lesões tenha sido classificada no escore de severidade leve, o que não foi considerado um excelente resultado, pois um grande número de animais apresentou também lesões severas e o ideal seria que a maioria dos animais não apresentasse lesões de nenhum grau. Na avaliação de limpeza de plumagem, por sua vez, a maioria dos frangos avaliados recebeu a pior classificação, apresentando-se com a plumagem muito suja. Foi observado maior incidência de arranhões e fraturas de asa originadas durante a criação do que quando comparados com as mesmas lesões oriundas durante o período pré-abate, sendo que os arranhões da criação receberam a pior classificação, enquanto que a melhor classificação foi observada para os arranhões do pré-abate. Conclui-se para os resultados da caracterização da qualidade da carne que em sistemas de produção com pressão negativa pode haver diferença significativa entre os parâmetros de qualidade de carne para diferentes linhagens.

Palavras-chave: Bem-estar animal; Lesões; Transporte; Qualidade de carne

ABSTRACT**Characterization of broiler breeding system in commercial negative pressure aviaries, pre-slaughter operations and meat quality**

The objective of this research was to characterize the general aspects of breeding and pre-slaughter of broiler chickens reared in commercial negative pressure aviaries; identify, quantify and qualify injuries resulting from these two stages and characterize by means of physical-chemical analyzes the meat quality of broilers of different strains. The environmental variables of breeding, transport and waiting for slaughter, bedding moisture and physical analyzes were not normally distributed so the mean were analyzed statistically by the Kruskal-Wallis test. Only the variables of cooking loss and some parameters of the color analysis follow a normality (the means were statistically analyzed by the Tukey's test), while the others were analyzed by the Kruskal-Wallis test. The results evidenced that in climatic terms the commercial negative pressure aviaries were efficient in reducing the heat of the barns, so that the animals did not suffer thermal stress, however, during the transport and lairage time the conditions related to the microclimate of the boxes provided conditions of thermal stress. It was observed that, although in the evaluations of footpad dermatitis and hock burns most of the lesions were classified in the score of mild severity, which was not considered an excellent result, since a large number of animals also presented severe lesions and what is considered ideal would be that most of the animals did not present lesions of any degree. In the evaluation of plumage cleanliness, in turn, the majority of broilers evaluated received the worst classification, presenting with very dirty plumage. The animals in this study had more scratches and wing fractures originated during the breeding than when compared to the same lesions during the pre-slaughter period. Breeding scratches received the worst classification, while the best classification was observed for the pre-slaughter scratches. It can be concluded that in commercial negative pressure aviaries there may be a significant difference between the meat quality parameters for different strains, and it is up to the producer and the industry to choose the ones that best meet their requirements.

Keywords: Animal welfare; Injuries; Transport; Meat quality

Lista de Abreviaturas e siglas

a* - Intensidade de vermelho/verde

b* - Intensidade de amarelo/azul

BEA – Bem-estar animal

CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais

CTBEA – Comissão Técnica Permanente de Bem-estar Animal

DFD – *Dark, firm and Dry*

DOA – *Death on Arrival*

DP – Desvio-padrão

FC – Força de Cisalhamento

H – Entalpia Específica

L* - Luminosidade

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ONG – Organização não governamental

pH – Potencial Hidrogeniônico

PPC – Perda de Peso por Cocção

PPG – Perda de Peso por Gotejamento

PSE – *Pale, Soft and Exudative*

RSPCA – *Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals*

SCAHAW – *Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare*

T – Temperatura

UR – Umidade Relativa

WSPA – *World Society for the Protection of Animals*

1 INTRODUÇÃO

Os dois primeiros capítulos dessa dissertação referem-se à introdução e revisão de literatura, respectivamente. No terceiro capítulo são exibidos os resultados do monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar, mensurados durante a criação, transporte e espera e as respostas para as análises de umidade de cama. O quarto capítulo trata da apresentação dos resultados das análises físicas de limpeza de plumagem, lesão de joelho, pododermatite, relacionadas à fase de criação e arranhões e fratura de asas oriundas da criação e das operações pré-abate. No quinto e último capítulo avaliou-se características físico-químicas das carnes do peito (*Pectoralis major*) de uma amostra dos animais do estudo por meio de análises laboratoriais de pH, cor, força de cisalhamento, perda de peso por cocção e por gotejamento.

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores e exportadores de carne de frango do mundo. O país possui disponibilidade de matéria-prima e recursos humanos, condições imprescindíveis para continuar se destacando competitivamente no mercado agropecuário mundial. Apesar disso, grandes são as perdas do setor produtivo. Quando se calculam os prejuízos econômicos, verifica-se que ótimas oportunidades de investimento e retornos financeiros à cadeia são perdidas devido ao menosprezar das pequenas perdas diárias que poderiam ter sido preventivamente evitadas.

Perdas ocorrem ao longo da criação e na rápida fase de pré-abate. Diante disso, faz-se necessário trabalhar no sentido de minimizar ou mitigá-las, contudo, é importante primeiro identificar em que momento as maiores perdas ocorrem e quais são os fatores que as afetam e contribuem para a geração cíclica desses prejuízos.

O tema bem-estar animal passou a ser recorrente fora dos meios acadêmicos nos últimos anos, passando a receber holofotes na mídia, em propagandas televisivas e em redes sociais de grandes empresas comercializadoras de cortes e produtos cárneos, atingindo certas camadas da população que outrora pouco tinha conhecimento sobre o assunto. Ainda que em fase inicial no Brasil, mas bastante observado em países europeus e na América do norte, pressões tem sido impostas pela sociedade para que a produção animal seja repensada e realizada de maneira mais humanitária.

Frangos de corte confinados em diferentes sistemas de produção estão sujeitos a uma série de fatores que afetam negativamente o seu bem-estar, como a densidade de

alojamento e tipo de material de cama. Apesar disso, ainda hoje, mesmo dispondo de tantas tecnologias e informações o controle das variáveis climáticas parece ser um gargalo na produção, visto que são encontradas muitas tipologias de galpões do país em situações precárias e bastante defasadas.

Simple cuidados, como a plantação de árvores ao redor das instalações e pintura em cor branca do telhado, visando atenuar a incidência solar e contribuir para o conforto térmico dos animais são, muitas vezes, negligenciados. As instalações rurais do futuro próximo deverão prover muito mais do que apenas sombra, alimentação e água para os animais, pois tanto as demandas de bem-estar relativas ao consumidor quanto às demandas inerentes a produção em larga escala para suprir a fome da população mundial vão exigir profissionalismo, novos conceitos de projeto e abandono do amadorismo.

A qualidade da carne que chega à mesa ainda não é uma preocupação de grande parte dos consumidores, mas isso vem se tornando realidade por parte da indústria processadora e das empresas integradoras que, de modo geral, têm investido em tecnologias e pesquisas para garantir bons produtos finais. A aparência, o rendimento e o sabor do produto impacta a sobrevivência da sua marca no mercado, bem como a confiabilidade e a preferência dos consumidores, com o conceito agregado do bem-estar animal.

Diante da problemática exposta e seguindo a linha de pesquisa desenvolvida no Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA) da Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), voltada para frangos de corte e à área de bem-estar de animais de produção, objetivou-se por meio desse trabalho caracterizar os aspectos gerais de criação e de pré-abate de frangos de corte criados em galpões de pressão negativa; identificar, quantificar e qualificar lesões ocorridas nessas duas etapas e caracterizar a qualidade da carne de frangos de corte de diferentes linhagens. Mais especificamente objetivou-se:

- Caracterizar os aspectos gerais de criação em relação à ambiência térmica durante toda a produção e à qualidade da cama de frango nas fases iniciais e finais da produção, bem como os aspectos principais relacionados às operações pré-abate durante o transporte e a espera para o abate de frangos de corte criados em galpões comerciais de pressão negativa;

- Identificar, quantificar e qualificar as principais lesões ocorridas na fase de criação e nas operações de pré-abate, buscando observar onde houve os maiores níveis de ocorrência e severidade de lesões de carcaça;
- Caracterizar por meio de análises físico-químicas a qualidade final da carne de frangos de corte de diferentes linhagens.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A União Europeia possui uma legislação relativa ao bem-estar animal (BEA) pautada nas cinco liberdades originadas do documento que ficou conhecido como “*Brambell Report*” de 1965. Além disso, essa importante parceira comercial do Brasil também segue as normas GLOBALG.A.P., organização não governamental (ONG) de adesão voluntária, que estabelece padrões para a certificação de produtos agrícolas. Destaca-se, nas normas para a produção de frangos de corte, o estabelecimento de pontos críticos de controle e critérios de cumprimento nos locais de criação, tais como a capacitação dos colaboradores envolvidos, em questões como abate emergencial, apanha e transporte, que são fortemente relacionados ao BEA (GLOBALGAP, 2005).

No Brasil, por sua vez, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é responsável pelo fomento de ações para promoção do BEA, por meio da Comissão Técnica Permanente de Bem-Estar Animal (CTBEA), que atua em diversas áreas, como inspeção de produtos de origem animal, vigilância agropecuária, relações internacionais e saúde animal.

A partir da publicação do Decreto nº 24.645 de julho de 1943 (BRASIL, 1943) estabeleceu-se medidas de proteção animal no país e, após isso, a Constituição Federal de 1988, no artigo nº 225, passou a dotar o poder público de competência para proteger a fauna, vedando práticas que submetam os animais a crueldade (BRASIL, 1988), entretanto, a legislação brasileira está em processo de aumento no rigor quanto aos cuidados com os animais de produção.

Animais criados com propósitos comerciais são seres com capacidade de sentir dor, emoções e interagir com o meio, sendo considerados sencientes. Suas necessidades devem ser atendidas, pensando em seu bem-estar e em evitar que sofram desnecessariamente. Portanto, o conceito de bem-estar deve ser bem definido e avaliado cientificamente, para que também possa ter utilização na legislação e em diversos debates que existem entre produtores, academia, iniciativas privadas, ONGs e consumidores (SCAHAW, 2000). As definições acerca do tema são muitas, mas talvez a mais completa e aceita no meio científico seja a de Broom (1986) que afirma que o bem-estar de um indivíduo é o seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente.

O internacionalmente conhecido protocolo de avaliação de BEA denominado *Welfare Quality* é dividido em protocolos específicos para cada espécie animal de interesse produtivo. Traz aspectos legais, termos, definições e diretrizes, bem como procedimentos e requisitos técnicos para mensuração do bem-estar.

Todas as etapas de produção de frangos de corte estão propensas a causar algum prejuízo à sua qualidade de vida e bem-estar. O confinamento durante a criação pode vir a causar alterações de comportamento, devido ao estresse térmico (SCHIASI et al., 2015), assim como teores desbalanceados de nutrientes na ração (CARVALHO et al., 2013), altas densidades de criação (CAMPOS, 2000), entre outros fatores. As operações pré-abate, por sua vez, são estressantes para as aves em decorrência do surgimento de lesões, cansaço, privação de água e alimentos, os quais afetam a quantidade e a qualidade da carne direta e indiretamente (CARVALHO et al., 2015).

A sociedade mais informada, principalmente de países europeus e norte americanos, tem se mostrado bastante preocupada em compreender como a proteína animal que chega à mesa foi produzida e exerce uma pressão no mercado e nas indústrias para que a produção, o manejo pré-abate e o abate propriamente dito seja feito de maneira mais humanitária. Apesar disso, no Brasil há uma grande parcela da população que desconhece o modo como os animais são criados e quais são os processos pelos quais passaram até estarem disponíveis nos supermercados (BONAMIGO; BONAMIGO; MOLENTO, 2012).

O MAPA procurou estabelecer, padronizar e modernizar os métodos humanitários de insensibilização dos animais de açougue para o abate, assim como o manejo destes nas instalações dos estabelecimentos aprovados para esta finalidade por meio da Instrução Normativa nº 03 de 2000 (BRASIL, 2000). As grandes indústrias que trabalham com produção animal têm demonstrado interesse em incluir a temática do BEA em seu dia-a-dia nas fazendas e estabelecimentos de abate, tanto para cumprir com a legislação brasileira quanto para atender às demandas locais e internacionais. Outras iniciativas devem ser ressaltadas também, como a da Sociedade Mundial de Proteção Animal (WSPA) que lançou em 2010 uma cartilha para implantação de um programa denominado "Steps", que visa proporcionar melhorias no bem-estar dos animais de produção nas agroindústrias.

Segundo dados do Anualpec (2016) o Brasil produziu em 2015 aproximadamente 13 milhões de toneladas de carne de frango. Dessa quantidade, 69,2% da produção destinaram-

se ao consumo interno e os 30,8% restantes à exportação, sendo que a maioria das exportações foi de carne de frango em pedaços. O nosso país ocupa o segundo lugar na produção mundial de carne de frango, ficando atrás dos Estados Unidos (EUA), que em 2015 produziu cerca de 18 milhões de toneladas de carne de frango. Entretanto, no que diz respeito às exportações mundiais, o Brasil tem ocupado a primeira posição, seguido de EUA e União Europeia (ANUALPEC, 2016). Ainda, segundo dados do MAPA (BRASIL, 2016) a projeção de produção da carne de frango para o ano de 2017 no Brasil é de 14,7 milhões de toneladas.

Os dados apresentados acima mostram a importância da produção de frangos nacional. Entretanto, apesar da posição de destaque no cenário mundial, problemas com a qualidade das carcaças, bem como as relevantes quantidades de condenações totais e parciais provocam grandes perdas econômicas. Perguntas como o quanto se perde financeiramente quando se ignora os princípios de bem-estar, ou quais são os impactos de um manejo aversivo na qualidade do produto final ainda não possuem tantas respostas quanto são necessárias.

As perdas econômicas anuais oriundas da condenação total de carcaças nos estados brasileiros de Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo, foram da ordem de, aproximadamente, 34 milhões de reais, o que representou 0,34% do total de aves abatidas nesses estados (EBLING; BASURCO, 2016). Segundo o Serviço de Inspeção Federal (SIF) do MAPA, foram calculadas perdas econômicas de cerca de 1,50 milhões de reais nos anos de 2009 e 2010, causadas por condenação total em um único matadouro-frigorífico no estado do Rio Grande do Sul (FERREIRA; SESTERHENN; KINDLEIN, 2012). Em um frigorífico sob inspeção estadual no estado da Bahia, o montante perdido em condenações de carcaças entre os anos de 2011 e 2012 foi de aproximadamente 495 mil reais, com perdas médias diárias da ordem de cerca de 2.300,00 reais, sendo que a maior parte dessas perdas tratou-se de condenações parciais (83,0%) relacionadas principalmente à escaldagem excessiva e à contusão/fraturas (LIMA; MASCARENHAS; CERQUEIRA, 2014).

A criação intensiva é a estrutura predominante na produção da carne de frango no Brasil. Os avanços no campo da genética trouxeram benefícios e produtividade em linhagens que se adequam melhor às etapas de industrialização. Salientam-se, também, os avanços na produção de vacinas e esquemas nutricionais, bem como melhores condições de ambiência, instalações e equipamentos de ponta. Os diferentes fornecedores de insumos são elos

importantes da cadeia e geradores de parte significativa dos ganhos produtivos da agroindústria avícola (PEREIRA; MELO; SANTOS, 2007). Tem-se, entretanto, um desafio a ser vencido no que diz respeito à maneira como os frangos de corte têm sido criados, para que se atendam aos requisitos do BEA e mitigação de perdas.

A cadeia avícola de corte brasileira tem investido constantemente em inovações tecnológicas, permitindo novos conceitos em sistemas de produção. Entretanto, a adoção de novos modelos de produção envolvendo a climatização total e fechamento dos aviários nem sempre apresentam os resultados esperados, além disso, promovem consideráveis custos energéticos (ABREU; ABREU, 2011). O sistema *dark house* de produção, por exemplo, é um sistema importado que possui maior controle da iluminação e das condições térmicas no interior do aviário, e que tem a proposta de alojar um maior número de frangos por metro quadrado visando alta produtividade. Estudos americanos têm sido conduzidos para averiguar os efeitos de diferentes intensidades luminosas e fotoperíodos sobre o crescimento e características de carcaça (OLANREWAJU et al., 2012), sobre a fisiologia e alterações bioquímicas (OLANREWAJU et al., 2013) e sobre a saúde dos frangos de corte (OLANREWAJU et al., 2015), porém, é importante salientar que a realidade norte-americana não se aplica à realidade brasileira, por isso é necessário ter cautela ao se importar novos modelos produtivos para o país.

2.1. Fatores que afetam o bem-estar de frangos de corte durante a criação

2.1.1. Operações pré-porteira

Consideram-se como operações “pré-porteira” todas as atividades envolvendo o transporte de ovos férteis, as atividades realizadas nos incubatórios e o transporte de pintos de um dia antes destes serem alojados nas granjas para sua criação. Diversas perdas ocorrem nesse processo. Por exemplo, o caminhão de transporte nem sempre apresenta homogeneidade na temperatura e umidade do ar ao longo da carroceria, como afirmam Nazareno et al. (2015). Dentro do caminhão há dois microclimas distintos, um dentro das caixas onde os pintos são transportados – em que os valores médios de temperatura, umidade relativa e entalpia específica do ar são superiores - e outro microclima relativo à carga (NAZARENO; SILVA; DONOFRE, 2016). As oscilações de temperatura na carga são

prejudiciais para os neonatos, pois estes ainda não possuem um sistema termorregulador desenvolvido. Além disso, qualquer perda de calor nos primeiros dias de vida afeta o equilíbrio ácido-básico do sangue e dos fluídos corporais reduzindo a energia de manutenção e comprometendo o crescimento (ABREU; ABREU, 2011), de forma que estes animais são bastante dependentes do microclima ao redor.

Segundo o *Ross Broiler Management Handbook* (ROSS, 2014), particular importância deve ser dada à primeira semana de vida dos pintos, visto que se receberem nutrição e manejos adequados, a mortalidade durante os sete primeiros dias deve ser menor que 0,70%. Sendo assim, é importante salientar que as perdas estão sempre presentes durante todo o ciclo de produção, mas cabe a cada integradora revisar de perto as operações realizadas nos seus integrados, visando reduzi-las ao máximo.

2.1.2. Operações dentro da porteira

O termo “dentro da porteira” refere-se às operações ocorridas com os frangos de corte durante a sua criação, ou seja, até o momento em que completam aproximadamente 42 dias de idade e são apanhados para o abate. Este tópico trata, portanto, das perdas que ocorrem durante a produção dos frangos de corte na granja e os fatores a estas relacionados.

2.1.2.1. Cama de frango

A fase de criação dos frangos de corte possui uma série de fatores que podem ser responsáveis por gerar lesões e prejuízos importantes para os animais e, conseqüentemente para os proprietários das granjas e para a indústria integradora. Dentre esses fatores, destacam-se o material de cama, a umidade da cama, a densidade do lote, a disponibilidade em quantidade e qualidade de comedouros e bebedouros, a qualidade da ração e da água, a temperatura e a umidade relativa do ar.

O material de cama utilizado para propiciar conforto físico aos animais tem outras serventias, como evitar o contato direto com o piso e os dejetos (OLIVEIRA; CARVALHO, 2002). A reutilização da cama por vários ciclos de produção, visando redução de custos, vem sendo estudada por alguns autores preocupados em verificar os impactos sobre a saúde dos

frangos de corte e também dos trabalhadores (SINGH et al., 2004; OSORIO; TINÔCO; CIRO, 2009; MENEGALI et al., 2013). A reutilização da cama, entretanto, não é recomendada pelo *Ross Broiler Management Handbook* (ROSS, 2014), embora seja compreensível que em algumas regiões essa prática seja inevitável devido ao custo proibitivo de se utilizar camas novas a cada lote. Já o Manual de Manejo de Frangos de Corte Cobb (COBB, 2012) recomenda a troca da cama anualmente ou a cada quatro lotes.

A reutilização da cama deve ser bem pensada, pois o acúmulo de dejetos e a falta de manejo adequado propicia a geração de gases a partir da decomposição microbiana. A amônia é um gás incolor, irritante de mucosas capaz de lesionar o trato respiratório das aves. Além disso, predispõe a doenças e aumenta o risco de infecções secundárias às vacinações. Como os frangos são criados em contato direto com a cama, a grande quantidade de amônia afeta grandemente a qualidade de vida desses animais. Apesar da distribuição de amônia apresentar variabilidade espacial em galpões de pressão negativa, é sabido que as maiores concentrações desse gás encontram-se na saída do ar, na região próxima aos exaustores (ABREU et al., 2014), desse modo, os frangos alojados nesses locais estão mais sujeitos aos seus efeitos prejudiciais.

A pododermatite é uma inflamação que ocorre no coxim plantar de aves que entram em contato com compostos nitrogenados - como a amônia - presentes na cama, devido a grande quantidade de excretas em decorrência das altas densidades das produções comerciais, sendo que essa lesão é um excelente marcador da degradação da cama (MARTRENCAR et al., 2002; AA, 2008). Atribui-se, ainda, a ocorrência dessas lesões às condições inadequadas da cama, especialmente o excesso de umidade (MARTLAND, 1984; GREENE; McCracken; EVANS, 1985; McILROY; GOODAL; McMURRAY, 1987; WANG; EKSTRAND; SVEDBERG, 1998; ANGELO et al., 1997; AA, 2008). Desse modo, frangos criados em camas degradadas, consideradas úmidas, pegajosas e com crostas apresentam maior incidência de lesões no coxim plantar (WANG; EKSTRAND; SVEDBERG, 1998; ALLAIN et al., 2009).

Foi notado que quando a qualidade da cama piora, conforme ocorre um aumento do ganho de peso nas aves, também pioram as lesões de pododermatite e a habilidade de caminhar, visto que isto se deve ao aumento da pressão e da superfície de contato dos coxins com a cama (COSTA et al., 2014). Embora o surgimento de lesões nos coxins das aves tenha causa multifatorial alguns autores têm relatado que camas úmidas estão diretamente

relacionadas com lesões graves (MARTLAND, 1984; ALLAIN et al., 2009; YOUSSEF et al., 2011).

A) Materiais utilizados como cama de frango

O tipo de substrato usado como cama tem o potencial de influenciar no surgimento de lesões (Tabela 1). Por exemplo, a maravalha é um material muito utilizado nas camas de frango e é sabido que aves criadas em cama desse tipo apresentam menor incidência de pododermatite quando comparadas a aves criadas sobre camas de palha (SU; SORENSEN; KESTIN, 2000). Outros subprodutos agrícolas como casca de arroz, sabugo de milho triturado, feno de capim *Cameron* e de braquiária, palhada de soja, resto da cultura do milho, resíduo de girassol e serragem são boas alternativas como substratos para cama de frango, pois não interferem em variáveis zootécnicas de interesse comercial quando comparados às camas de maravalha (OLIVEIRA; CARVALHO, 2002; AVILA et al., 2008).

Tabela 1. Diferentes tipos de substrato utilizado como cama de frango no Brasil e incidência ou escore de lesões reportadas na literatura.

Substrato	Densidade (frangos/m ²)	Ordem de utilização	Incidência/Escore	Tipo de lesão
Casca de café ¹	14 a 18	1ª	60,0%	Pododermatite
		2ª	90,3%	
		3ª	77,7%	
		4ª	69,3%	
Maravalha ²	10	1ª	1,77 (média)	Pododermatite
Serragem ³	10	NI	1,20; 0,50 e 0,20	Lesão de peito; Lesão de jarrete e Pododermatite
	14		1,80; 1,60 e 2,20	
Girassol ⁴	10 a 15	1ª	1,00; 1,20 e 2,23	Lesão de peito; Lesão de jarrete e Pododermatite
Braquiária ⁴			1,00; 1,20 e 2,34	

Fonte: ¹ Vieira et al. (2015); ² Traldi et al. (2007); ³ Oliveira, Goulart e Silva (2002); ⁴ Oliveira e Carvalho (2002).

NI = não informado pelos autores.

B) Umidade da cama de frango

No que diz respeito a valores de umidade de cama que podem ser prejudiciais às aves, os manuais de manejo de frangos de corte não estabelecem uma faixa para ser seguida, visto que cada substrato possui sua própria característica quanto à absorção de água, valores de pH e outros parâmetros físico-químicos. Por exemplo, segundo o Manual de Manejo de Frangos de Corte Cobb (COBB, 2012), a cama de pinus possui excelente absorção de água, o que é uma característica interessante para esse tipo de substrato quando comparado com outros materiais como serragem, casca de amendoim e bagaço de cana, cujos defeitos são apresentar alta umidade no primeiro caso e tendência a aglutinar e incrustar nos dois últimos exemplos. Da mesma forma o protocolo *Welfare Quality* (WELFARE QUALITY, 2009) não apresenta valores de referência para a umidade, fornecendo apenas uma classificação, onde a partir dela pode-se inferir a qualidade da cama. Os manuais orientam no sentido de observar e sentir a condição da cama. Se esta apresentar-se muito agregada após a compressão, isto pode indicar uma umidade excessiva e prejudicial que pode sugerir ventilação inadequada na instalação (ROSS, 2014).

Contudo, foram encontrados valores médios de 26,1% e 26,5% de umidade de cama para aviários do tipo *blue house* com ventilação tipo túnel utilizando camas mistas de casca de arroz de café, 16,9% para aviários *dark house* e 18,0% para aviários convencionais, ambos utilizando camas de maravalha fina (CARVALHO et al., 2011). Foi justificado pelos autores que estes resultados sofreram influência do tipo substrato utilizado como cama em cada galpão e, no caso do sistema *dark house* o resultado se deve ao maior controle das variáveis climáticas nesse galpão, por apresentar maior isolamento (CARVALHO et al., 2011).

Jong, Gunnink e Harn (2014) observaram que camas muito úmidas resultam não somente em maior número e severidade de pododermatite, mas também maior severidade nas lesões de joelho, irritação do peito e aves com a plumagem mais suja. Esses mesmos autores encontraram maior incidência de arranhões em grupos de frangos criados em camas com baixa umidade. A justificativa apresentada para essa observação é que frangos criados em camas com alta umidade possuem maiores problemas de locomoção, preferindo descansar e diminuindo sua atividade, como também foi justificado por Vestergaard e Sanotra (1999), ao passo que os outros frangos possuem maior interação, o que leva ao aumento no número de arranhões principalmente nas coxas.

Em situações onde a cama de frango encontra-se compactada e úmida, pode ocorrer também o desenvolvimento de vesículas no peito e lesões de jarrete (joelho) que contribuem para diminuição da velocidade de crescimento dos frangos, podendo determinar perdas econômicas por condenação em nível de abatedouro (ANGELO et al., 1997). Sendo assim, pododermatite, calo de peito e lesões no jarrete são condições de evolução crônica, isto é, que vão sendo desenvolvidas ao longo do tempo, não aparecendo de um dia para o outro. Por isso, são lesões que ocorrem tipicamente durante a criação dos frangos de corte e, como visto, surgem em ocasiões em que a qualidade da cama não está boa, seja devido ao substrato, à reutilização do mesmo ou à umidade da cama.

Além dessas considerações, foi relatado por Oliveira, Mendonça Filho e Carvalho (2004) que frangos de corte machos apresentam lesões de joelho mais severas do que as fêmeas. A justificativa dada foi que esses animais são mais pesados e promovem uma maior pressão sobre a cama, que se torna compactada e por isso absorve menos a umidade, além disso, produzem uma maior quantidade de excretas que tornam a cama mais úmida.

O *Ross Broiler Management Handbook* (ROSS, 2014) afirma que a partir da segunda semana e meia de criação, umidade relativa do ar acima de 70% associada a baixas taxas de ventilação, pode afetar a umidade da cama, aumentando-a e podendo, com isso, surgirem problemas a ela relacionados. Moura et al. (2010) argumenta ainda que a umidade afeta a sensação térmica dos frangos de corte, já que o calor pode ser tolerado quando a umidade está presente em baixas concentrações no ambiente. Além disso, quando a umidade está alta e o microclima está ameno, pode ocorrer condensação nas paredes e em outros componentes dos galpões, alterando a umidade e temperatura da cama de frango.

Embora alguns autores afirmem que o fator que mais tem efeito sobre a geração de pododermatite seja a qualidade da cama, Kjaer et al. (2006) sugerem que, devido ao fato da pododermatite ter uma herdabilidade relativamente alta, esse problema deveria ser incluído em programas de seleção genética. Segundo Dawkins e Layton (2012) a associação entre práticas de manejo e genética é uma importante ferramenta para melhorar as condições relacionadas ao bem-estar dos animais de produção, o que segundo Federici et al. (2016) significa que a resolução dos problemas de bem-estar dos frangos de corte – como a incidência de lesões - pode ir além das ações desempenhadas pelas empresas integradoras através das práticas de manejo.

2.1.2.2. Densidade de criação

Altas densidades são prejudiciais por gerarem competição por alimento e água e, conseqüentemente, formação de lotes não homogêneos. Resultam, ainda, em maiores chances de amontoamento e surgimento de lesões e alterações de comportamento, impactando também no BEA devido à restrição do espaço e redução do repertório comportamental natural das aves.

Os frangos de corte são animais de apetite voraz e isso se deve ao seu rápido crescimento, sendo assim a competição por alimento entre eles pode contribuir para o aumento do surgimento de lesões afetando a pele e os membros – contusões, arranhões e fraturas. Portanto, a escolha de comedouros apropriados para o tamanho e números de aves por espaço é crucial (MENDES; KOMIYAMA, 2011).

O desempenho de frangos de corte pode ser afetado pela alta densidade de criação. A ingestão de ração declina quando frangos de corte são alojados em densidades superiores a 20 aves/m² (SHANAWANY, 1988), além disso, altas densidades podem ser associadas à diminuição da capacidade de andar e reduzido peso vivo em frangos de corte (SU; SORENSEN; KESTIN, 2000). Ainda, densidades de 18 frangos/m² podem afetar a incidência de lesões de coxim plantar do tipo severas, como visto nas pesquisas de Mendes et al. (2012). Por outro lado, outros autores afirmam que adotar uma densidade de 15,0 aves/m² em detrimento de 10,0 e 12,0 aves/m² não influencia o peso ao abate, os rendimentos de carcaça e de cortes, bem como não influencia nas lesões de peito, joelho e coxim plantar (OLIVEIRA; CARVALHO, 2002). Já no estudo de Santana et al. (2008) foi observado que em densidades de 17,0 a 18,0 aves/m² houve maiores condenações por lesões de celulite no abatedouro quando comparados a galpões cujas densidades de criação eram 13,0 a 14,0 aves/m².

Estevez (2007) afirma que densidades equivalentes a 34,0 até 38,0 kg/m² dependendo do peso final dos frangos de corte não comprometem a saúde e o bem-estar das aves. Buijs et al. (2009) preocupados em verificar os efeitos da densidade sobre o bem-estar alojaram frangos de corte em densidades que variaram gradativamente de 6,00 a 56,0 kg/m² e observaram que a densidade não influenciou nas concentrações de metabólitos de corticosteroides sanguíneos, no peso da Bursa de Fabricius e no ganho de peso corporal, porém dermatites de contato observadas nos joelhos pioraram a partir da densidade de 35

kg/m² enquanto que nos coxins plantares foi significativamente alto na maior densidade estudada, assim como o medo, mensurado a partir da análise de duração da imobilidade tônica.

Embora os autores tenham concluído que as menores densidades (6,00 e 15,0 kg/m²) apresentaram melhores resultados do que quando comparadas às densidades médias e altas, não existe um consenso na literatura que permita afirmar qual densidade propicia maior grau de bem-estar animal, visto que esta avaliação requer a identificação e a integração de níveis aceitáveis de cada indicador de bem-estar que se está estudando.

Arranhões são lesões que comprometem a aparência da carne, tornando-a imprópria para a exposição nos pontos de venda. Broom e Reefmann (2005) definiram esta lesão como sendo uma crosta amarelada ou acastanhada na forma de uma linha. Nos frangos de corte pode ocorrer sobre a pele das pernas, dorso, sambiqueira ou na região ventral. Elfadil, Vaillancourt e Meek (1996), distinguiram “arranhões simples” como sendo qualquer corte superficial na pele de “arranhões severos” que são aqueles onde há a presença de um corte profundo ou de no mínimo três arranhões superficiais na pele.

A quantidade e a severidade dos arranhões parecem ser afetadas de acordo com a densidade de criação dos frangos de corte. Garcia et al. (2002), por exemplo, encontraram valores médios de 15,8, 20,0 e 25,6% de arranhões em frangos criados em densidades iguais a 10, 13 e 16 aves/m², respectivamente. Além do maior contato e proximidade entre as aves esses resultados foram atribuídos, segundo os autores, ao aumento da temperatura corporal em decorrência da maior densidade que, conseqüentemente, diminuiu a velocidade de empenamento e a porcentagem de penas em relação ao peso da ave no dorso e nas coxas, deixando as áreas mais expostas e sem proteção.

Além da geração de lesões, há a problemática que relaciona altas densidades e desconforto térmico durante a criação de frangos de corte. Segundo Bessei (2006), a transferência de calor da superfície da cama para o espaço aéreo é inibida quando a área está coberta por muitas aves, porém deve-se considerar que o nível de compactação da cama também é um impeditivo da troca de calor entre a cama e o meio, pois prejudica a convecção e a evaporação, podendo contribuir para a geração de estresse térmico nos frangos de corte.

2.1.2.3. Tipologia das construções rurais e conforto térmico

A tipologia das construções rurais está intimamente ligada às condições climáticas sentidas pelos frangos de corte durante o período de criação. Contudo, fazem-se necessários conhecimentos sobre o comportamento animal e a relação dos frangos no ambiente em que estão inseridos, entendimento da fisiologia das aves, aplicação dos conceitos básicos da ambiência e detalhamento da tipificação dos sistemas (ABREU; ABREU, 2011).

Muitas práticas de manejo durante o período de criação expõem as aves a agentes estressores que acionam reações ao estresse e, dentro desse contexto, o tipo de instalação é um desses pontos chave (CARVALHO et al., 2015).

Tinôco (2001) afirma que existe uma tendência mundial de se projetar galpões a partir de 12 m de largura e 125 m de comprimento, com vistas a otimizar o uso dos equipamentos modernos da avicultura industrial, grande parte importados de países desenvolvidos. É preciso se ter em mente que à medida que se aumenta o pé-direito de uma cobertura, diminui-se a temperatura do solo, pois menor será a carga térmica vinda do telhado sobre as aves. Entretanto, as discussões envolvendo a tipologia das construções são pertinentes quando se fala de galpões convencionais totalmente abertos. Nesses casos, há a necessidade de se pensar na dinâmica da ventilação natural, porém, quando se trabalha com galpões de pressão negativa se consegue trabalhar a climatização interna dispondo dos recursos tecnológicos.

Os aviários de pressão negativa caracterizam-se por possuírem um sistema de resfriamento adiabático evaporativo que, por meio dos exaustores, aspersores, placas evaporativas (*pad cooling*) e ventiladores, favorecem as trocas gasosas. Há, portanto, maior renovação do ar, redução da umidade produzida pela respiração dos frangos, remoção do calor e da poeira produzidos internamente, da amônia e outros gases nocivos formados a partir da fermentação de camas mal conservadas, prevenindo a acumulação de patógenos (MOURA et al., 2010; ROBINS; PHILLIPS, 2011).

O conforto térmico é um assunto de extrema importância, pois está intimamente ligado ao bem-estar e desempenho das aves. Embora os frangos sejam animais capazes de regular a temperatura corporal, aproximadamente 80% da energia obtida da alimentação é utilizada para manutenção da homeotermia e o restante da energia é utilizada para produção (ABREU; ABREU, 2011). Sendo assim, é importante que os animais estejam em

ambientes confortáveis termicamente, para que não desperdicem sua energia tentando manter seu organismo em homeostase e para que não sofram estresse térmico.

Segundo Moura (2001) frangos de corte são severamente estressados e o óbito é eminente em temperaturas superiores a 32°C e umidade relativa de 75%. Variações extremas, bem como altas temperaturas são responsáveis por mortalidades de frangos durante a criação, especialmente após 29 dias de idade, o que representa perda de quase todos os recursos investidos no processo (VALE et al., 2010).

Para que se garanta qualidade de vida, produção e desempenho máximo, além de se atentar para os requisitos sanitários e nutricionais, os frangos de corte necessitam ser criados em estruturas que propiciem zonas de termoneutralidade (BAÊTA; SOUZA, 1997) (Tabela 2). Essa necessidade advém da particularidade fisiológica das aves, que eliminam até 70% do calor sensível por radiação, condução e convecção – muito influenciado pela temperatura ambiental -, enquanto que a perda de calor latente (ou insensível) ocorre por evaporação através da pele e vias respiratórias – meio em que a umidade relativa do ar assume grande importância (ABREU; ABREU, 2011).

Tabela 2. Faixas de valores ideais de temperatura e de umidade do ar ambiente para frangos de corte, em função da idade.

Idade (Semanas)	Temperatura do ar (°C)	Umidade do ar (%)
1	32 – 35	60 - 70
2	29 – 32	
3	26 – 29	
4	23 – 26	
5	20 – 23	
6 e 7	20	

Fonte: Adaptado de Abreu e Abreu (2011).

Foi provado que ambientes de criação com altas temperaturas variando de 26,7°C até $36 \pm 1,00^\circ\text{C}$ são capazes de afetar a saúde dos frangos de corte, como demonstram os estudos de Olanrewaju et al. (2010) e Quinteiro-Filho et al. (2010), que obtiveram como resultados:

- Reduções no peso corporal, na ingestão de alimentos, na conversão alimentar, na pressão parcial de gás carbônico (PCO_2) sanguínea, nas concentrações de bicarbonato (HCO_3^-), de hemoglobina, dos íons potássio (K^+) e sódio (Na^+), do hematócrito, redução do peso relativo da Bursa de Fabricius, timo, baço e dos macrófagos basais;
- Aumento do pH sanguíneo, cloreto (Cl^-), glicose, osmolalidade, corticosterona e da mortalidade.

De modo geral, o estresse térmico induz a ativação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, responsável pelos efeitos negativos (catabólicos) usualmente observados no desempenho e função imune das aves. Segundo Rao et al. (2013) o peso relativo dos órgãos linfoides, bem como a morfologia dos mesmos, são frequentemente utilizados para se estimar a imunidade dos frangos de corte frente a situações adversas.

Um dos indicadores de estresse térmico, ou de avaliação do nível de conforto térmico é a medida da entalpia específica do ar expressa como a quantidade de energia térmica (calor) em kJ contido em 1 kg de ar seco. O índice é utilizado para quantificar e classificar o desconforto térmico de animais de produção, que podem ter suas respostas fisiológicas e desempenho afetados, conforme bem descrito por Rodrigues et al. (2010) e Damasceno et al. (2010).

Em situações em que a quantidade de calor do ar externo às instalações excede $67,0 \text{ kJ.kg}^{-1}$ de ar seco, o *Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare* da União Europeia (SCAHAW, 2000) preconiza que medidas adicionais devem ser tomadas dentro das instalações. De modo geral, propõe-se aumentar a taxa de ventilação, redução do fornecimento de ração, resfriamento da água de bebida e nebulização até que a umidade relativa do ar não exceda 80% dentro do aviário.

Como bem descrito nesse tópico, frangos de corte são muito afetados pelas condições térmicas ambientais. Sendo assim, é fundamental integrar o manejo aos conhecimentos específicos à campo, visando promover melhoria na qualidade de vida, pois conforme expressado por Moura (2001), dependendo da magnitude e duração do estresse térmico esses animais podem apresentar alta prostração e taxas de mortalidade, o que contraria os objetivos do produtor e da empresa integradora.

2.2. Fatores que afetam o bem-estar de frangos de corte durante as operações pré-abate

Ao longo de toda a criação, pode-se dizer que os frangos de corte adaptam-se à presença dos seus tratadores e ao manejo a que são submetidos. Sendo assim, um lote pouco assistido por seu tratador, possuirá frangos muito mais ariscos do que um lote acostumado com o manejo. Entretanto, durante as operações pré-abate, as aves passam a experimentar situações novas que fogem à “zona de conforto” a que estão familiarizadas, e estas passam a serem afetadas por novos agentes estressores, tais como: a manipulação durante a apanha, a contenção e vibração durante o transporte, o período de espera e a pendura na nórea.

2.2.1. Apanha

A primeira das operações pré-abate é a apanha. Nela os frangos são capturados por funcionários e colocados em caixas plásticas vazadas, que serão acondicionadas em caminhões que os transportarão até o abatedouro. A conscientização das boas práticas de manejo nessa etapa precisa ser bem realizada, de forma a se minimizar lesões que acarretarão em condenações durante o processamento no frigorífico, em especial nas asas, peito e coxa (ARISTIDES et al., 2007). Os apanhadores devem ser treinados, a fim de evitar que as aves se agitem e debatam excessivamente e causem arranhões e outras lesões a elas mesmas (LANA, 2000).

No Brasil, a operação de apanha é realizada manualmente e a maneira como os frangos são apanhados depende das exigências da empresa integradora. Algumas indústrias padronizam essa operação e optam por apanhar todos os frangos por uma única parte do corpo, sejam as asas, as pernas, o pescoço ou mesmo pelo dorso mais raramente. O método pelas pernas pode ocasionar traumas como o deslocamento de juntas entre o fêmur e a tíbia, o pelas asas fraturas locais, o pelo pescoço lesões de pele e estresse às aves (ROSA; MARCOLIN; WESSHEIMEIR, 2002), já a pega pelo dorso pode reduzir os traumas, sendo o mais indicado, porém apresenta menor eficiência para a equipe.

O método de apanha pode ser mais ou menos cansativo para os colaboradores em função da posição corporal e esforço físico empreendido. Contudo, não há diferença

significativa na ocorrência de lesões em frangos apanhados por uma ou duas pernas quando o peso dos animais é semelhante, mas, de modo geral, um dos fatores mais importantes a ser considerado é o tempo em que a ave permanece suspensa nas mãos do apanhador, pois quanto maior o tempo, maiores são as chances de ocorrerem lesões (LANGKABEL et al., 2015). Entretanto, durante a captura e o carregamento das aves nos caminhões a ergonomia dos colaboradores deve ser encarada como prioridade. Afinal, o bem-estar humano repercute diretamente sobre o BEA e a qualidade final da carcaça (SANTANA et al., 2008; CARVALHO et al., 2012).

Os aviários de modo geral são locais desagradáveis, pois há poeira e a concentração de amônia pode ser bastante alta, o que pode vir a irritar as mucosas nasais e oculares tanto das aves quanto dos colaboradores. Fora isso, além da apanha ser fisicamente árdua, ela é dificultosa devido às luzes estarem desligadas – para diminuir a acuidade visual dos animais e mantê-los calmos. Entretanto, o procedimento em si, por melhor e mais rápido que seja também afeta a saúde e o bem-estar dos frangos de corte, como demonstrado por Queiroz et al. (2015), cujas pesquisas apontam que há maior susceptibilidade dos animais sofrerem de estresse térmico durante e após a apanha, em função da maneira como são manipulados.

Algumas empresas norte americanas e europeias têm desenvolvido máquinas capazes de substituir a apanha manual, trazendo como benefícios a diminuição dos custos de produção, menor estresse e injúrias físicas para os animais. No estudo de Lacy e Czarick (1998) foi constatada diferença significativamente menor de contusões de perna e joelho em frangos de corte apanhados mecanicamente quando comparados com frangos apanhados manualmente, sem diferenças, entretanto, para contusões de peito, asas e dorso, o que suscita o questionamento sobre as vantagens e desvantagens de se adotar o sistema mecanizado.

2.2.2. Transporte

Diferentemente de outros países de clima ameno, o transporte dos frangos de corte realizado no Brasil é realizado em caminhões tipo *truck* que possuem carrocerias totalmente abertas. Desse modo, as aves ficam sujeitas às intempéries climáticas ao longo do percurso entre granja e abatedouro.

2.2.2.1. Densidade e conforto térmico

Durante o transporte, os frangos precisam ter espaço para deitar livremente sem amontoarem uns nos outros e, as caixas devem estar adequadamente higienizadas e em bom estado, para evitar lesões (UBA, 2008). Se a lotação das caixas for elevada, pouco adiantou um manejo adequado durante a criação das aves até o carregamento (ROSA; MARCOLIN; WESSHEIMEIR, 2002).

Por provocar aumento da ofegação nas aves, altas densidades durante o transporte influenciam os mecanismos de trocas térmicas, que vão ser prejudicados pela reduzida renovação do ar no pequeno espaço disponível das caixas e aumento da umidade do ar do microclima da carga (KETTLEWELL, 1989; MITCHELL; KETTLEWELL, 1994).

As partes central e traseira da carga dos caminhões são as mais problemáticas em termos de temperatura e umidade relativa do ar – apresentando valores elevados tanto no inverno como no verão – de modo que são as regiões mais propícias a ocasionar perdas. Entretanto, vale ressaltar que é durante o período da tarde que ocorrem as maiores taxas de mortalidade à chegada ao abatedouro (também chamada de *Death On Arrival* – DOA) e, em contrapartida, durante a noite – no inverno – as aves podem sofrer de estresse térmico pelo frio (MITCHELL; KETTLEWELL, 1998; BARBOSA FILHO et al., 2009; BARBOSA FILHO et al., 2014).

Como as aves são animais dotados de poucas glândulas sudoríparas, o principal fator que afeta a dissipação de calor é através do ar expelido pela ave, através da respiração. A ofegação é uma resposta fisiológica acionada quando os animais estão inseridos em locais de altas temperaturas, porém, a eficiência da evaporação depende do teor de umidade do ar (ABREU; ABREU, 2011). Desse modo, a quantidade de calor perdida pelos frangos de corte vai depender da diferença entre a pressão de vapor aquoso na superfície de evaporação do ar, bem como da velocidade do ar em movimento sobre a superfície úmida. Assim, em condições de alta temperatura e umidade as trocas térmicas por evaporação são comprometidas.

O molhamento das aves ainda na granja é uma das práticas adotadas antes do caminhão partir para o transporte, porém nem sempre convenientes em função do clima local e da estação do ano. Por outro lado, a experiência obtida por meio das observações de rotina em muitas integradoras tem mostrado que ao invés de propiciar melhorias no

conforto térmico das aves, acarreta prejuízos, pois durante o transporte em função das condições em que ele ocorre, as aves não recebem ventilação adequada que favoreçam as trocas de calor latente, ou seja, por evaporação.

Desse modo, a escolha do horário mais adequado para o transporte das aves e os demais cuidados com a densidade e qualidade das caixas de transporte são muito mais importantes do que se pode pensar a princípio.

2.2.2.2. Impactos, distância percorrida e duração

A duração do transporte, distância percorrida, impactos sofridos durante o percurso e a qualidade das estradas estão fortemente relacionadas ao surgimento de lesões em frangos de corte.

Os impactos, solavancos e frenagens durante o transporte são fatores, dentre todo o grande conjunto de estressores existentes na avicultura, que afetam o bem-estar e a qualidade da carcaça de frangos de corte, de pintos de um dia e de ovos férteis. Em relação ao transporte de ovos férteis, Nazareno et al. (2013) constataram que a estrada de asfalto exerce vibração maior na carga do que a estrada de terra devido ao fato de o motorista dirigir com maior cuidado na estrada de terra, além do que no asfalto a velocidade adquirida é superior, fazendo com que a carroceria trepide mais.

Dentro desse contexto, Walber e Tamagna (2010) explicam que durante o transporte atuam três diferentes tipos de forças. São elas: as “forças horizontais”, que derivam das curvas de velocidades médias a altas, das mudanças abruptas de marcha, quando um corpo se desloca lateralmente; as “forças verticais”, que fazem um corpo se deslocar de baixo para cima, originados dos movimentos normais da suspensão de um veículo e as “forças longitudinais”, quando o corpo desloca-se para frente e para trás, derivadas da frenagem normal do veículo ou devido aos desníveis da estrada.

Pesquisas demonstraram que frangos de corte preferem estar em ambientes termicamente estressantes (temperatura de 40°C e 21% de umidade relativa) do que em ambientes com vibração em frequência de 2,00 Hz e aceleração de 1,00 m.s⁻², demonstrando a aversão desses animais a esse tipo de estressor (ABEYESINGHE et al., 2001). Algum tempo depois, entretanto, foi demonstrado o contrário, indicando que os frangos não evitam a vibração, mas significativamente evitam o estresse térmico (MACCALUIM et al.,

2003). Apesar dos resultados que se contradizem, é notório que esses fatores exercem efeitos negativos sobre o comportamento e BEA de frangos de corte.

Em termos de distância percorrida, foi demonstrado que a incidência de contusões de peito é maior conforme aumenta o tempo de transporte da granja ao abatedouro, devido ao contato e ao atrito com o plástico rígido da caixa, o que ocorre de maneira similar com o número de contusões nas asas, que também é maior conforme há um aumento da densidade de frangos por caixa (CARLYLE; GUISE; COOK, 1997). O mesmo foi observado por Costa, Prata e Ferreira (2007) que encontraram um maior número de aves lesionadas procedentes de granjas de distância considerada longe (250 km) do abatedouro.

Entretanto, é preciso ressaltar que nem sempre maiores distâncias resultam em piores condições de BEA. Isto pode ser observado na pesquisa de Barbosa Filho et al. (2014), em que os autores encontraram maior taxa de mortalidade em carregamentos transportados por menores distâncias no período da tarde quando comparados com carregamentos de longas distâncias no período da manhã e da noite no verão, demonstrando que a temperatura, umidade e estação do ano exercem grande influência nessa dinâmica.

Em relação à duração do transporte, Jacobs et al. (2016a) observam que o aumento da duração está associada com o aumento da sujidade da plumagem, isso porque os animais eliminam suas excretas e permanecem em contato com elas nas caixas por maior tempo antes de serem abatidas. Esses autores também constatam aumento da sujidade com o aumento da velocidade média do vento e menores temperaturas.

2.2.3. Espera para o abate

Alguns autores afirmaram que melhorias na logística e no planejamento na área de espera resultam em diminuição da mortalidade e ainda sugerem, por exemplo, que se aceite apenas animais de fazendas que estejam distante no máximo 2 horas da planta de abate e que o tempo de espera seja o mais curto possível (NIJDAM et al., 2004). Outros afirmam que durante a espera os frangos de corte são submetidos a estímulos sonoros e a uma variedade de potenciais estressores que induzem aumentos significativos da concentração de corticosterona sanguínea e que também pode aumentar a taxa de mortalidade, por isso, para prevenir o estresse, as aves devem ser descarregadas o mais rápido possível após a

chegada à planta de abate (GRILLI et al., 2015). Ainda, alguns autores sugerem que se a sala de espera for climatizada o aumento do tempo de espera contribuirá para a redução da temperatura retal dos frangos de corte, e que o tempo de espera deverá ser maior que 2 horas para animais transportados por curtas distâncias e menor que 1 hora para os transportados em distâncias superiores a 50 km, a fim de melhorar o bem-estar desses animais (VIEIRA et al., 2010).

Foi observado por Silva et al. (2007) que a duração da exposição a altas temperaturas e umidade relativa influencia significativamente a temperatura retal de frangos de corte e a taxa respiratória, aumentando conforme o tempo de exposição também aumenta. Foi observado que com o aumento no tempo de espera a temperatura retal e a mortalidade dos frangos de corte diminuíram mesmo em ocasiões em que as aves foram transportadas por longas distâncias e em altas densidades (VIEIRA et al., 2010; VIEIRA et al., 2013). Já Jacobs et al. (2016b) observaram que a temperatura corporal de frangos de corte varia de acordo com o momento do transporte, sendo encontrados menores valores em aves transportadas durante a noite, seguido por manhã e por fim, o pior horário é o da tarde, onde a temperatura corporal é a mais elevada.

2.2.3.1. Mortalidade à chegada ao abatedouro

De modo geral, como não se realiza uma contagem do número de aves mortas imediatamente após o transporte, costuma-se considerar como DOA as mortes provenientes do transporte e também as ocasionadas durante a espera e que são constatadas somente durante o descarregamento das caixas na plataforma de desembarque no abatedouro.

Durante qualquer uma das etapas de pré-abate podem ocorrer mortes, entretanto, as mortes não são consequências apenas das etapas de pré-abate, mas das condições de criação como um todo, que também levam a perdas antes do carregamento. Em um estudo francês foram encontradas taxas de mortalidade no transporte variando de 0 a 1,40% (média de 0,18%) no estudo de 403 lotes (5.830.183 frangos), sendo que dentre os lotes 19 deles não apresentaram nenhuma morte à chegada no abatedouro (CHAUVIN et al., 2010).

A porcentagem de DOA pode ser associada à porcentagem de frangos que apresentam lesões no sistema respiratório e nas coxas, altos níveis de sujeira na plumagem, hipertermia, ofegação, assim como às altas prevalências de frangos deitados nas

caixas de transporte (JACOBS et al., 2016b). Apesar disso, outros fatores têm sido identificados como as causas mais comuns de morte em frangos de corte durante a fase pré-abate que, segundo Kittelsen et al. (2015), são a síndrome da morte súbita e lesões traumáticas em geral, incluindo fraturas e rupturas de fígado. Doenças infecciosas e estresse térmico por calor, por sua vez, também são causas importantes reportadas na literatura (BAYLISS; HINTON, 1990; NIJDAM et al., 2004; RITZ; WEBSTER; CZARICK, 2005).

Nijdam et al. (2004) estudando os fatores que influenciam nos arranhões e mortalidade de frangos de corte durante a apanha, o transporte e a espera encontraram um valor médio de DOA de 0,46% e Grilli et al. (2015) em seu estudo reportaram um valor médio de DOA de 0,40%. Já, Warriss et al. (1992) observaram que a porcentagem média de DOA foi 1,81 vezes maior quando frangos de corte foram transportados por mais de 4 horas quando compararam a transportes de menor duração, provando que longos transportes até a planta de abate estão associadas a altas taxas de mortalidade. E embora na pesquisa de Grilli et al. (2015) os valores de DOA não tenham tido correlação com a duração da espera, a mortalidade foi maior nos lotes de frangos de corte submetidos a um tempo de espera de quase 9 horas.

De modo geral, não há uma duração ótima para a espera que assegure baixas taxas de mortalidade sempre constantes, o que está de acordo com os definidos por Bianchi, Petracci e Cavani (2005) e Vieira et al. (2011), que observaram que a duração da espera não afeta a taxa de DOA, desde que as condições climáticas do ambiente da sala de espera estejam controlados e dentro de faixas de conforto térmico. Por outro lado, Silva e Vieira (2010) afirmam que valores aceitáveis de mortalidade devam estar situados entre 0,10 e 0,50%, enquanto que para Grandin (2009) um percentual de 0,50% é tido como “aceitável” e 0,25% como “excelente”.

2.2.4. Lesões: identificação e classificação

Embora as linhagens tenham evoluído de modo significativo, os frangos de corte não possuem um esqueleto compatível com o peso que ganham e a estrutura óssea acaba recebendo uma sobrecarga. Dessa forma, mesmo que as operações pré-abate sejam realizadas de modo adequado, certo número de aves apresentará lesões como fraturas e contusões. Apesar disso, as injúrias possuem diferentes níveis de severidade e gravidade.

Para que se tenha uma noção do impacto das mesmas, a mensuração das lesões através de escores é uma importante ferramenta já bastante utilizada no meio científico.

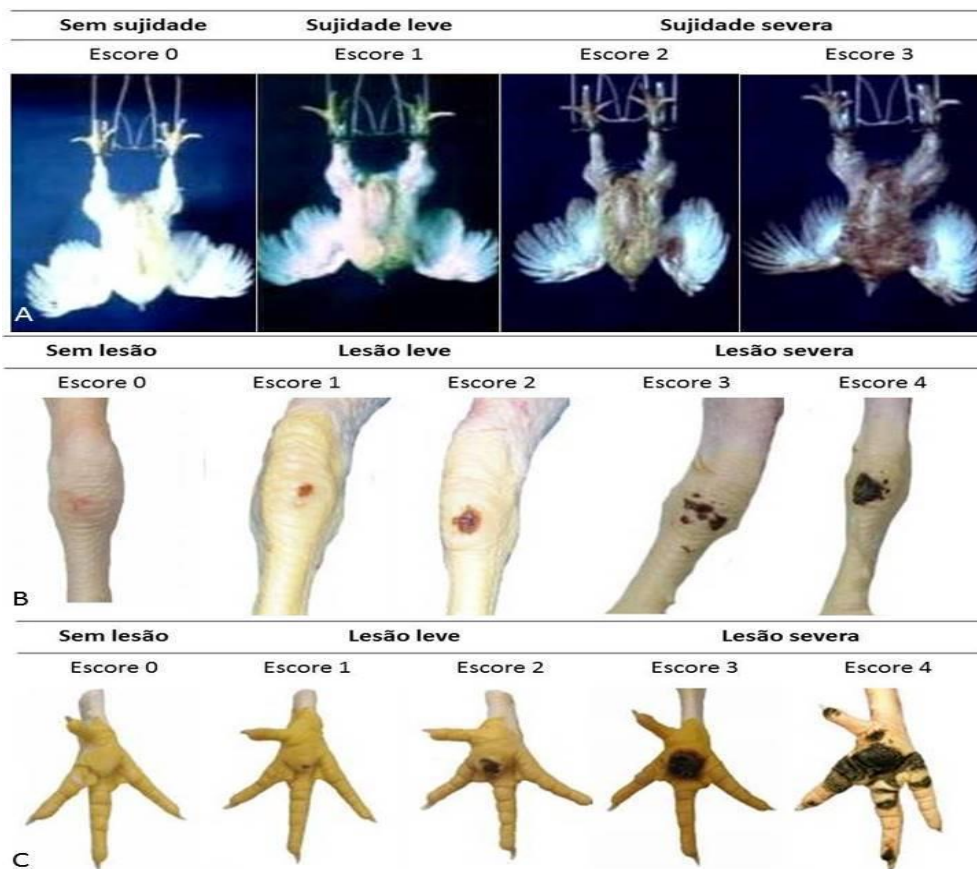
Por exemplo, McWard e Taylor (2000) definiram escores para lesões no coxim plantar: 0 - coxim normal - sem queimaduras, crostas ou lesões; 1 - coxim queimado apenas na derme; 2 - coxim com crostas - lesão cicatrizada em um ou ambos os pés – e, 3 - coxim com lesão - ferida aberta em um ou ambos os pés. Em contrapartida, Bilgili et al. (1999) definiram escores mais generalistas para lesões no coxim plantar: 0 - sem lesões; 1 - lesões menores que 7,50 mm e, 2 - grandes lesões.

Há na literatura uma vasta gama de escores para várias partes do corpo dos frangos, entretanto, sob o ponto de vista integral, o protocolo *Welfare Quality* para frangos de corte é o que traz informações mais completas sobre a mensuração do BEA, pois sugere divisões em categorias com base na severidade, como os escores de avaliação da limpeza da plumagem (Figura 1A), lesão de jarrete/lesão de joelho (Figura 1B) e pododermatite (Figura 1C).

Quando ocorre uma fratura (Figura 2A e B), os tecidos adjacentes ao tecido ósseo passam por uma sequência de alterações fisiológicas que se iniciam pela acumulação de exsudato e migrações de células inflamatórias no local da injúria, com consequente aumento de volume e dor (GREGORY, 1996). Conforme a contusão envelhece o pigmento heme do coágulo formado é conjugado e quebrado em uma sequência de pigmentos de coloração púrpura (Figura 2C e D), verde – que começa a surgir entre 12 a 14 horas depois de ocorrida a lesão - e por fim, amarela, capazes de identificar a idade aproximada da contusão em carcaças de aves.

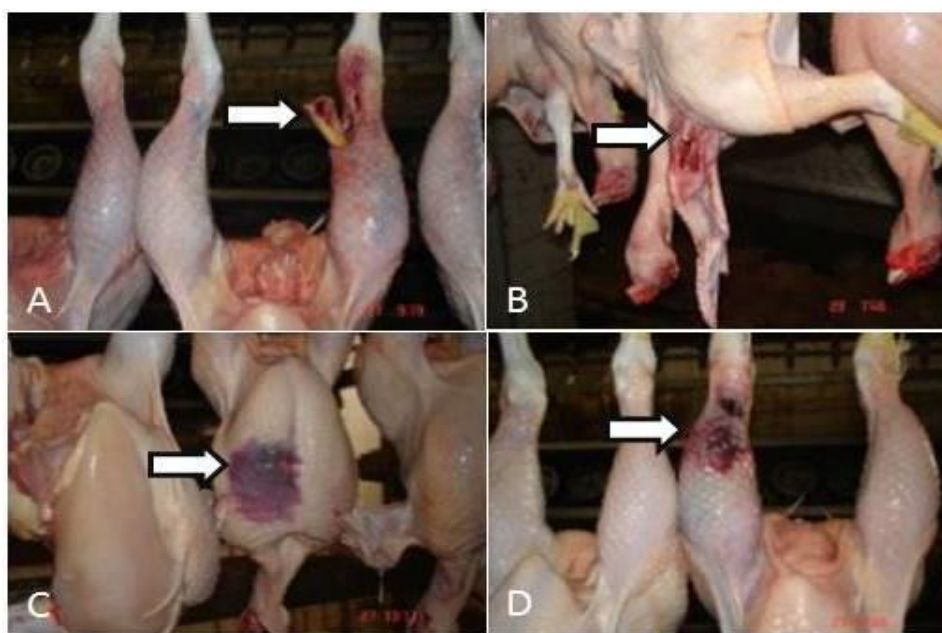
Do momento em que as aves chegam ao abatedouro até a pendura na nórea é necessário muita atenção e cuidado, pois a agitação das aves pode ocasionar lesões hemorrágicas nos membros, que será um prejuízo no final do processamento. Além disso, se agitadas, as aves baterão as asas e levantarão poeira, podendo disseminar esporos que contaminarão a carcaça (VEGRO; ROCHA, 2007). A pendura das aves na nórea pode ser considerada ainda uma etapa pré-abate. Essa atividade é realizada de maneira manual e necessita de treinamento, técnica e supervisão para ser bem feita e se evitar a geração de contusões na carcaça dos frangos.

Figura 1. Ilustrações esquemáticas das avaliações de limpeza de plumagem (A), lesão de jarrete (B) e pododermatite (C) de frangos de corte, com seus respectivos escores e classificações com base na severidade.



Fonte: Adaptado de L J Wilkins e A Butterworth®, Universidade de Bristol; Welfare Quality (2009).

Figura 2. Evidenciação de fraturas de coxa (A) e asa (B) e contusões de peito (C) e coxa (D) em frangos de corte.



Fonte: Adaptado de Costa, Prata e Ferreira (2007).

É necessário que a altura entre os colaboradores na área de pendura seja semelhante, para não influenciar na pressão imposta sobre a ave durante a colocação delas na linha, o que pode também ocasionar lesões nas pernas (VIEIRA, 2009). E mesmo que todas as operações pré-abate tenham sido concluídas, danos às asas são passíveis de serem ocasionadas nas depenadeiras.

Como bem descrito nesse tópico, frangos de corte são bastante afetados pelas condições em que se dão as operações pré-abate. Todas elas possuem limitações que devem ser identificadas e melhor trabalhadas para minimizar o estresse e as perdas e isto deve estar de acordo com os objetivos dos produtores e da integradora, pois os ganhos com o produto final os impactam diretamente.

2.3. Bem-estar animal e qualidade da carne

2.3.1. Condenações de carcaça

Danos às carcaças são ocorrências comuns encontradas no abatedouro devido ao manejo de criação e de pré-abate que os frangos de corte são submetidos. Isso significa que não somente pode haver rejeição total ou parcial das carcaças, o que reduz o rendimento da carne e conseqüentemente o valor pago ao produtor, como também prejuízos ao bem-estar das aves.

A avaliação da qualidade das carcaças baseia-se em critérios visuais e estéticos que envolvem a observação de hematomas, hemorragias, conformação, ossos fraturados, falta de membros ou partes, rompimento da pele entre outros (MENDES; KOMIYAMA, 2011).

A Inspeção Tecnológica e Higienico-Sanitária de Carne de Aves do MAPA, através da portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998 (BRASIL, 1998), no anexo IX, definiu destinos e critérios de julgamento das aves, sendo passíveis de condenação carcaças que apresentarem:

- Abscessos, aerossaculite, artrite, aspecto repugnante;
- Caquexia, celulite, colibacilose, contusão/fratura, contaminação;
- Dermatoses, doenças especiais;
- Escaldagem excessiva, evisceração retardada;
- Neoplasias (tumor);

- Salpingite, septicemia, síndrome ascítica, síndrome hemorrágica e sangria inadequada.

Grandes perdas no setor de produção avícola, em todos os países, são oriundas de condenações por problemas de qualidade das carcaças. No Brasil, vários levantamentos foram realizados buscando identificar a quantidade de condenações de carcaça, bem como as mais prevalentes (LIMA; MASCARENHAS; CERQUEIRA, 2014; FERREIRA, SESTERHENN E KINDLEIN, 2012; PASCHOAL; OTUTUMI; SILVEIRA, 2012; JORGE, 2008; COSTA; PRATA; FERREIRA, 2007). Há uma grande variação dos valores de condenação de carcaça entre um lote e outro e também entre frigoríficos. É notório que se faz necessário estudar melhorias produtivas que permitam alcançar índices de lesões e condenações baixos, visto que a geração dessas injúrias prejudica o bem-estar dos animais ao longo do período de criação e de pré-abate.

Em se tratando de variações, Knowles e Broom (1990) analisaram diversos estudos que apresentavam incidência de contusões e, concluíram que os valores médios variaram de 2,63% a 20,0%. O número de aves que possuíam rendimento de carcaça reduzida, no estudo de Kettlewell e Turner (1985), em consequência de injúrias, variou de 0,5% a 20% e a média encontrada foi de 5%. Segundo Elrom (2001), de 108 fíbulas fraturadas de frangos, 25% das fraturas ocorreram antes da apanha, 40% durante a apanha e engradamento e 30% após a chegada ao abatedouro. O autor também cita que 35% das mortes de aves são em decorrência de trauma durante a apanha e o transporte e, esse valor tende a aumentar em aves mais pesadas, especialmente quando elas batem as asas. Esses dados de grandes amplitudes demonstram que não somente as avaliações de lesões de carcaças são, de fato, subjetivas, mas que há particularidades relacionadas à criação que diferem de um criador para outro.

2.3.1.1. Qualidade de carne

O conceito sobre o que vem a ser qualidade de carne é bastante variável, pois está relacionado com as características do consumidor, personagem bastante complexo, inserido em diferentes realidades. A composição nutricional; apresentação embalagem e aparência do produto; higiene; bem como a facilidade de uso ajudam a definir se determinado produto de origem animal tem ou não qualidade.

Por exemplo, a carne do frango possui coloração branca e esta característica torna-se um atributo decisivo no momento da compra, pois tonalidades que destoem muito das consideradas normais em determinados cortes vão ser estranhadas pelo consumidor.

Embora a cor varie entre espécies, esta se relaciona com a atividade física do animal. A coxa e a sobrecoxa dos frangos de corte tem uma coloração mais escurecida (acinzentada) que a do peito, pois estas duas partes são muito utilizadas para locomoção, enquanto que a musculatura do peito nem tanto, visto que frangos de corte não voam (DADGAR et al., 2012). A mioglobina é o componente que além de fornecer o oxigênio às miofibrilas também é responsável por conferir cor à carne, de modo que quanto maior o tamanho e atividade muscular do animal, maior o teor de mioglobina e mais escura passa a ser a carne, além disso, esse pigmento proteico tem a possibilidade de reagir com o oxigênio e alterar a cor da carne (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007).

Os fatores que influenciam na qualidade da carne geralmente podem e devem ser controlados nas etapas produtivas e, muitas vezes, são negligenciados (DEBUT et al., 2003). Sabe-se, entretanto, que a composição da carne é um atributo que é estabelecido durante o desenvolvimento do animal, já outros atributos de qualidade, como cor e pH, são afetados e estabelecidos antes, durante e após o abate.

Outro atributo de qualidade de carne é a maciez. Existem, contudo, muitos fatores que a influenciam. Deve-se levar em consideração, inicialmente, de qual músculo estamos nos referindo. Os frangos de corte são aves que possuem baixa capacidade de voo, portanto, os músculos responsáveis pelo movimento de voo (*Pectoralis major*) e de retorno das asas (*Pectoralis minor*) são muito macios e com pouco conteúdo de gordura.

A função desempenhada por um músculo e a proporção de tecido conjuntivo também estão intimamente relacionados com a maciez da carne. Com o avançar da idade dos frangos, nota-se uma redução desta, o que pode ser explicado pelo fato de haver formação de ligações cruzadas entre moléculas de colágeno adjacentes ao tecido muscular, bem como aumento de diâmetro das miofibrilas (hipertrofia muscular), motivo este que corrobora a máxima popular de que o frango caipira – criado solto e por mais tempo - possui uma carne mais dura do que o frango de granja – criado em confinamento e abatido em média com 42 dias de vida (SARICA et al., 2011).

É importante que a qualidade seja mensurada também a partir de características após o preparo da carne. A textura, intimamente relacionada com a palatabilidade e maciez

da carne, pode ser analisada laboratorialmente utilizando-se um equipamento chamado de texturômetro, que mensura a força necessária para cortar as fibras da carne depois de cozida e simula a força utilizada na mastigação. Já, a capacidade de retenção de água pode ser determinada em análises que avaliam a perda de água após submeter a carne à cocção ou a carne crua à ação da gravidade, entre outros métodos que permitem à indústria avaliar os seus processos de produção e adotar mudanças e melhorias (JANISCH; KRISCHEK; WICKE, 2011; SARICA et al., 2011).

Embora alguns meios sejam subjetivos, existem muitas maneiras de se mensurar a qualidade da carne, assim como o estresse dos frangos de corte, mas é importante que se considere que existem muitos fatores que podem afetar a qualidade de vida e o bem-estar desses animais durante todo o ciclo de produção, fazendo com que alterações fisiológicas sejam desencadeadas afetando o produto final.

2.3.2. Defeitos de qualidade de carne

Pode-se afirmar que a seleção genética contribui no processo produtivo avícola através dos estudos avançados na área, mas também prejudica, pois resulta, muitas vezes, na produção de animais que são muito mais susceptíveis ao estresse e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de defeitos de qualidade de carne (ADZITEY; NURUL, 2011).

Exemplo disso são as carnes PSE que resultam de um desbalanço na homeostase do cálcio muscular, em consequência a operações de manejo pré-abate inadequadas, como a apanha, exposição a altas temperaturas e umidade relativa, duração do transporte e espera, que estressam os animais e ocasionam acelerado processo de *rigor mortis* (OWENS; SAMS, 2000; SIMÕES et al., 2009). Essa condição é caracterizada pela coloração pálida da carne, textura macia e baixa capacidade de retenção de água devido à desnaturação proteica, que se relaciona com a rápida glicólise *post mortem* ocasionando baixos valores de pH quando a carcaça ainda se encontra quente (SOARES et al., 2003). Carnes DFD, por sua vez, são o oposto apresentando-se secas, duras e escuras, possuindo um alto valor final do pH, resultando em maior habilidade da superfície muscular em absorver a luz e menor habilidade em refleti-la (ANADÓN, 2002).

Esses defeitos na carne são problemas muito importantes de qualidade que atormentam a indústria da carne suína e que vem sendo relatados na literatura de frangos

de corte mais recentemente (BARBUT, 2009; DADGAR et al., 2011; DADGAR et al., 2012; PETRACCI et al., 2015). Em suínos o problema de carnes PSE tem uma causa genética associada (SELLIER, 1998) enquanto que isso não se verifica em frangos de corte. Entretanto, vários autores vêm descrevendo esse defeito de qualidade de carne em frangos e perus há alguns anos (BARBUT, 1993; BARBUT; ZHANG; MARCONE, 2005; BIANCHI; FLETCHER; SMITH, 2005; DROVAL et al., 2012; BARBOSA et al., 2013; CARVALHO et al., 2014; CARVALHO et al., 2015). Como o problema em aves não possui as mesmas causas do que em suínos, alguns pesquisadores têm chamado essa condição de *PSE-like syndrome* (SOSNICKI et al., 1997) ou PME (pálida, mole e exsudativa) aparente. De modo geral, a expressão desse problema tem relação com o estresse e as precárias condições de bem-estar animal das operações pré-abate (KARACAY et al., 2008).

Embora bem relatados na literatura nacional e internacional, as classificações para carnes com características normais, PSE e DFD variam bastante em função das análises empregadas, linha de pesquisa e referências. De modo geral, alguns autores adotaram valores que podem servir como ponto de partida para discussões (Tabela 3) (BARBUT; ZHANG; MARCONE, 2005; BIANCHI; FLETCHER; SMITH, 2005; DADGAR et al., 2010, 2011 e 2012; ZHU et al., 2012).

Tabela 3. Classificação em grupos de qualidade de carne com base em valores de pH e luminosidade (L*) para frangos de corte.

Grupos de qualidade	Atributos	
	pH	L*
Normal	5,7 a 6,10	46,0 a 53,0
DFD	>6,10	<46,0
PSE	<5,70	>53,0

Diante da classificação apresentada na tabela acima, é importante acrescentar que uma boa análise de qualidade de carne deverá envolver o estudo de outros atributos como capacidade de retenção de água, intensidade das cores, textura e tantas outras análises quanto forem possíveis, para que se possa caracterizar de modo global a carne estudada.

2.3.2.1. Fatores que influenciam a geração de defeitos de qualidade de carne

As condições brasileiras de criação e de pré-abate diferem muito de outros países. Apesar da importação de tecnologia e genética, o país exhibe particularidades em função da utilização de outros substratos de cama, do clima, das condições de transporte e espera e do abate propriamente dito.

A geração de defeitos de qualidade não apresenta uma causa única, sendo o resultado obtido no produto final um somatório de eventos. E como bem afirmado por Abreu e Abreu (2002) conhecer os fatores de produção, bem como as implicações do manejo é imprescindível para se obter qualidade no produto final.

Diferentes tipologias de galpões podem influenciar no bem-estar, desempenho produtivo e qualidade de carne. Foi provado que frangos de corte criados em galpões *dark house* (pressão negativa) apresentaram melhores resultados de conversão alimentar e de ganho de peso quando comparados com galpões de cortina azul e amarela (pressão positiva), apresentando um desempenho superior aos sistemas convencionais de criação. Porém, no que diz respeito à qualidade de carne, este tipo de aviário apresentou maiores proporções de carnes apresentando características PSE, indicando que os frangos criados nessas condições são mais afetados pelo estresse pré-abate (CARVALHO et al., 2015).

Um dos fatores que também podem influenciar na geração dos defeitos de qualidade de carne em frangos de corte é a relação de diferentes iluminações e o estresse no período pré-abate. Foi constatado que submeter as aves à iluminação ambiente de baixa intensidade (17-20 lx) na cor azul na área de pendura contribui para o alívio do estresse *ante mortem*, com diminuição de 14% na ocorrência de carne tipo PSE, quando comparado com iluminação branca (321-332 lx) (BARBOSA et al., 2013). A luminosidade pode ter uma influência positiva ou negativa sobre o bem-estar dos frangos de corte, visto que, quando bem posicionadas e distribuídas, as fontes de luz estimulam as aves a procurar alimento e água durante a criação (ADAMCZUCK et al., 2014) e são utilizadas com propósitos de melhorar o ganho de peso e a eficiência da produção (MENDES et al., 2010).

Outros fatores relacionados aos defeitos de qualidade de carne são o transporte e o molhamento da carga, associados às distâncias e tempo de percurso entre a granja e o abatedouro. Resultados de um estudo demonstraram que o molhamento da carga antes do transporte por curtas distâncias (3 km) foi uma manobra crítica que prejudicou o microclima

da carga, promovendo a ocorrência de 46% de carnes com características PSE e 4% de DFD, enquanto que em condições sem molhamento da carga foram observados 14,7% e 2%, respectivamente. Entretanto, para longas distâncias (68 km) não foi encontrado nenhuma carne com características DFD, porém sob molhamento encontraram 44% e sem molhamento 52% de carnes PSE, o que significa que esse procedimento foi menos estressante para os animais nesse caso, influenciando menos na qualidade da carne (LANGER et al., 2010).

Outros estudos também comprovaram que o microclima da carga dos caminhões de transporte de frangos de corte pode ser uma das causas que comprometem o bem-estar das aves e, conseqüentemente, a qualidade final da carne. Em transportes de longas durações (90 min) e distâncias (55 km) foi observado maior incidência de carnes com características PSE do que transportes de curtas durações (30 min) e distâncias (15 km), além de que as aves transportadas nas regiões do meio e do fundo do caminhão também apresentaram maior ocorrência de PSE, justificado pelas condições climáticas mais críticas (SIMÕES et al., 2009).

É notório que a origem dos defeitos de qualidade e os fatores que têm influência nesse processo são multifatoriais, visto que existem muitas relações descritas na literatura que podem ser consideradas “causa e efeito”. Contudo, essas relações não podem ser isoladas de outras circunstâncias, pois as análises são feitas com seres vivos, dispostos em situações reais e expostos a todo tipo de interação com o meio.

REFERÊNCIAS

- AA, A. V. D. Clay minerals to fight footpad lesions. **Feed Mix**, Doetinchen, v. 16, n. 5, p. 1-4, 2008.
- 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**, Amsterdam, v. 73, n. 3, p. 199-215, 2001.
- ABREU, P. G.; COLDEBELLA, A.; FEDDERN, V.; SANTOS FILHO, J. I. Amônia em aviário *dark house*. In: IX CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2014, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: 2014. p. 1036-1038.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 1-14, 2011.
- ABREU, V.; ABREU, P. Qualidade de Carcaça e o Manejo na Produção. **Avicultura Industrial**, São Paulo, v. 5, n. 93, p. 12-14, 2002.

- ADAMCZUCK, G. O.; TRENTIN, M. G.; LIMA, J. D.; MOTTA, J.; CANTELLI, R. P. Lighting in the shackling área: conciliating broiler welfare with labor comfort. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 87-92, 2014.
- ADZITEY, F.; NURUL, H. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce the incidences – a mini review. **International Food Research Journal**, v. 18, p. 11-20, 2011.
- ALLAIN, V.; MIRABITO, L.; ARNOULD, C.; COLAS, M.; LE BOUQUIN, S.; LUPO, C.; MICHEL, Dr. V. Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. **British Poultry Science**, London, v. 50, n. 4, p. 407-417, 2009.
- ANADÓN, H. L. S. **Biological, Nutritional, And Processing Factors Affecting Breast Meat Quality of Broilers**. 2002. 181 f. Dissertation (Doctor of Philosophy In Animal and Poultry Sciences) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2002.
- ANGELO, J. C.; GONZALES, E.; KONDO, N.; ANZAI, N. H.; CABRAL, M. M. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 121-130, 1997.
- ANUALPEC 2016: **Anuário da pecuária brasileira: Avicultura de corte**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2016. p.
- ARISTIDES L. G. A.; DOGNANI R.; LOPES C. F.; SILVA L. G. S.; SHIMOKOMAKI, M. Diagnósticos de condenações que afetam a produtividade da carne de frango brasileira. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 22, n. 368, p. 22-28, 2007.
- AVILA, V. S.; OLIVEIRA, U.; FIGUEIREDO, E. A. P.; COSTA, C. A. F.; ABREU, V. M. N.; ROSA, P. S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 273-277, 2008.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997; 246p.
- BARBOSA FILHO, J. A. D.; QUEIROZ, M. L. V.; BRASIL, D. de F.; VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O. Transport of broilers: load microclimate during brazilian summer. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 405-412, 2014.
- BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A. N.; FONSECA, B. H. F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2442-2446, 2009.
- BARBOSA, C. F.; CARVALHO, R. H.; ROSSA, A.; SOARES, A. L.; CORÓ, F. A. G.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. Commercial preslaughter blue light ambience for controlling broiler stress and meat qualities. **Brazilian Archives of Biology And Technology**, Curitiba, v. 56, n. 5, p. 817-821, 2013.
- BARBUT, S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research International**, Barking, v. 26, p. 39-43, 1993.
- BARBUT, S. Pale, soft, and exudative poultry meat – Reviewing ways to manage at the processing plant. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 1506-1512, 2009.
- 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**, Champaign, v. 84, p. 797-802, 2005.
- BAYLISS, P. A.; HINTON, M. H. Transportation of broilers with special reference to mortality rates. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 28, p. 93-118, 1990.

- BESSEI, W. Welfare of broilers: a review. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 62, p. 455-466, 2006.
- BIANCHI, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P. Physical and functional properties of intact and ground pale broiler breast meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 803-808, 2005.
- 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**, Bologna, v. 4, p. 516-518, 2005.
- BILGILI, S. E.; MONTENEGRO, G. I.; HESS, J. B.; ECKMAN, M. K. Sand as litter for rearing broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, p. 345-351, 1999.
- BONAMIGO, A.; BONAMIGO, C. B. S. S.; MOLENTO, C. F. M. Atribuições da carne de frango relevantes ao consumidor: foco no bem-estar animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 1044-1050, 2012.
- BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988, 168 p.
- BRASIL. Decreto nº 24.645, de 10 de julho de 1943. Estabelece medidas de proteção aos animais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jul. 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D24645impresao.htm Acessado em: 05/12/2016.
- BRASIL. Instrução normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000. **Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue**, Secretaria de Defesa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000. Disponível em: http://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/www/legislacoes/popup.php?action=view&idle_g=661 Acessado em: 05/12/2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do agronegócio – Brasil 2015/16 a 2015/26. Projeções de longo prazo. 2016, 138p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higienico-Sanitária de Carne de Aves.
- BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986.
- BROOM, D. M.; REEFMANN, N. Chicken welfare as indicated by lesions on carcasses in supermarkets. **British Poultry Science**, London, v. 46, p. 407-414, 2005.
- BUIJS, S.; KEELING, L.; RETTENBACHER, S.; VAN POUCKE, E.; TUYTTENS, F. A. M. Stocking density effects on broiler welfare: Identifying sensitive ranges for different indicators. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 1536-1543, 2009.
- CAMPOS, E. J. O Comportamento das aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 2, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2000000200001 Acessado em: 01/12/2016.
- CARLYLE, W. W. H.; GUISE, H. J.; COOK, P. Effect of time between farm loading and processing on carcass quality of broiler chickens. **Veterinary Record**, London, v. 141, p. 364, 1997.
- CARVALHO, C. C. S.; SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F.; VIEIRA, M. F. A.; MENEGALI, I.; SANTOS, C. R. Condições ergonômicas dos trabalhadores em galpões de frangos de corte durante a fase de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 11, p. 1243-1251, 2012.

- CARVALHO, G. B.; LOPES, J. B.; SANTOS, N. P. S.; REIS, N. B. N.; CARVALHO, W. F.; SILVA, S. F.; CARVALHO, D. A.; SILVA, E. M.; SILVA, S. M. Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 4, p. 785-797, 2013.
- 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**, Tokyo, v. 86, p. 189-193, 2015.
- CARVALHO, R. H.; SOARES, A. L.; HONORATO, D. C. B.; 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. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 59, p. 883-888, 2014.
- CARVALHO, T. M. R.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, G. S.; BUENO, L. G. F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 4, p. 351-361, 2011.
- 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, 2010.
- COBB Vantress Brasil. Manual de Manejo de Frangos de Corte. 2012, 74p.
- COSTA, F. M. R.; PRATA, L. F.; PEREIRA, G. T. Influência das condições de pré-abate na incidência de contusões em frangos de corte. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 234-245, 2007.
- COSTA, M. J.; GRIMES, J. L.; OVIEDO-RONDÓN, E. O.; BARASCH, I.; EVANS, C.; DALMAGRO, M.; NIXON, J. Footpad dermatitis severity on turkey flocks and correlations with locomotion, litter conditions and body weight at Market age. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 23, p. 1-12, 2014.
- DADGAR, S.; CROWE, T. G.; CLASSEN, H. L.; WATTS, J. M.; SHAND, P. J. Broiler chicken thigh and breast muscle response to cold stress during simulated transport before slaughter. **Poultry Science**, Champaign, v. 91, 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**, Champaign, v. 89, 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**, Champaign, v. 90, p. 444-457, 2011.
- DAMASCENO, F. A.; YANAGI JÚNIOR, T.; LIMA, R. R.; GOMES, R. C. C.; MORAES, S. R. P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 43, p. 1031-1038, 2010.
- DAWKINS, M. S.; LAYTON, R. Breeding for better welfare: genetic goals for broiler chickens and their parents. **Animal Welfare**, v. 21, p. 147-155, 2012.
- DEBUT, M.; BERRI, C.; BAÉZA, E.; SELLIER, N.; GUÉMÉNÉ, D.; JEHL, N.; BOUTTEN, B.; JEGO, Y.; BEAUMONT, C.; BIHAN-DUVAL, E. LE. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 1829-1838, 2003.

- DROVAL, A. A.; BENASSI, V. T.; ROSSA, A.; PRUDENCIO, S. H.; PAIÃO, F. G.; SHIMOKOMAKI, M. Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 21, p. 502-507, 2012.
- EBLING, P. D.; BASURCO, V. Análise das perdas econômicas oriundas da condenação de carcaças nos principais estados brasileiros produtores de frangos de corte. **Revista Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, Itapiranga, n. 1, p. 1-11, 2016. Disponível em: <http://revista.faiacademias.edu.br:8080/index.php/cava/article/download/193/88>
Acessado em: 05/12/2016.
- 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. **American Association of Avian Pathologists**, v. 40, n. 3, p. 546-552, 1996.
- ELROM, K. Review: Handling and transportation of broilers: welfare, stress, fear and meat quality. Part VI: The consequences of handling and transportation of chickens (*Gallus gallus domesticus*). **Israel Journal of Veterinary Medicine**, Rishon Le-Zion, v. 56, n. 2, p. 41-44, 2001.
- ESTEVEZ, I. Density Allowances for Broilers: Where to Set the Limits? **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 1365-1272, 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**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 133-140, 2016.
- FERREIRA, T. Z.; SESTERHENN, R.; KINDLEIN, L. Perdas econômicas das principais causas de condenações de carcaças de frangos de corte em Matadouros-Frigoríficos sob Inspeção Federal no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 1-6, 2012.
- GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; NÄÄS, I. A.; MOREIRA, J.; ALMEIDA, I. C. L.; TAKITA, T. S. Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento, incidência de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2002.
- GLOBALGAP (EUREPGAP). Pontos de controle e critérios de cumprimento. Sistema Integrado da fazenda. GLOBALGAP, 2005. Disponível em: http://www2.globalgap.org/documents/webdocs/EUREPGAP_CPCC_IFA_V2-0Mar05_1-3-05_PT.pdf Acessado em: 09/12/2016.
- GRANDIN, T. (2009) Poultry slaughter plant and farm audit: critical points for bird welfare. Disponível em: <http://www.grandin.com/poultry.audit.html> Acessado em: 23/05/2016.
- GREENE, J. A.; McCracken, R. M.; EVANS, R. T. Contact dermatitis of Broilers – clinical and pathological findings. **Avian Pathology**, Abingdon, v.14, p.23-28, 1985.
- GREGORY, N. G. Welfare and Hygiene during Preslaughter Handling. **Meat Science**, Barking, v. 43, suplemento 1, p. S35-S46, 1996.
- GRILLI, C.; LOSCHI, A. R.; REA, S.; STOCCHI, R.; LEONI, L.; CONTI, F. Welfare indicators during broiler slaughtering. **British Poultry Science**, London, v. 56, n. 1, p. 1-5, 2015.
- JACOBS, L.; DELEZIE, E.; DUCHATEAU, L.; GOETHALS, K.; TUYTTENS, F. A. M. Broiler chickens dead on arrival: associated risk factors and welfare indicators. **Poultry Science**, Champaign, v. 0, p. 1-7. 2016b.
- JACOBS, L.; DELEZIE, E.; DUCHATEAU, L.; GOETHALS, K.; TUYTTENS, F. A. M. Impact of the separate pre-slaughter stages on broiler chicken welfare. **Poultry Science**, Champaign, v. 0, p. 1-8, 2016a.

- 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**, Champaign, v. 90, p. 1774-1781, 2011.
- JONG, I. C.; GUNNINK, H.; HARN, J. V. Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 23, p. 51-58, 2014.
- JORGE, P. S. **Avaliação do bem-estar durante o pré-abate e abate e condição sanitária de diferentes segmentos da produção avícola**. 2008. 107 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2008.
- KARACAY, N.; OCAK, N.; SARICA, M.; ERENER, G. Effect of carbohydrate supplementation provided through drinking water during feed withdrawal on meat and liver colours in broilers. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 88, p. 479-484, 2008.
- KETTLEWELL, P. J. Physiological aspects of broiler transportation. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 46, p. 219-227, 1989.
- KETTLEWELL, P. J.; TURNER, M. A. A review of broiler chicken catching and transport systems. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 3, p. 93-114, 1985.
- KITTELSEN, K. E.; GRANQUIST, E. G.; VASDAL, G.; TOLO, E.; MOE, R. O. Effects of catching and transportation versus re-slaughter handling at the abattoir on the prevalence of wing fractures in broilers. **Animal Welfare**, v. 24, p. 387-389, 2015.
- KJAER, J. B.; SU, G.; NIELSEN, B. L.; SORENSEN, P. Footpad dermatitis and hock burn in broiler chickens and degree of inheritance. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 1342-1348, 2006.
- KNOWLES, T. G.; BROOM, D. M.. The handling and transport of broilers and spent hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 28, p. 75-91, 1990.
- LACY, M. P.; CZARICK, M. Mechanical Harvesting of Broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 1794-1797, 1998.
- LANA, G.R.Q. **Avicultura**. Campinas: Livraria e Editora rural, 2000.
- LANGER, R. O. 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-like (Dark, Firm, Dry) meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 53, n. 5, p. 1161-1167, 2010.
- LANGKABEL, N.; BAUMANN, M. P. O.; FEILER, A.; SANGUANKIAT, A.; FRIES, R. Influence of two catching methods on the occurrence of lesions in broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 94, p. 1735-1741, 2015.
- LIMA, K. C.; MASCARENHAS, M. T. V. L.; CERQUEIRA, R. B. Técnicas operacionais, bem-estar animal e perdas econômicas no abate de aves. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 38-45, 2014.
- MACCALUIM, J. M.; ABEYESINGHE, S. M.; WHITE, R. P.; WATHES, C. M. A continuous-choice assessment of the domestic fowl's aversion to concurrent transport stressors. **Animal Welfare**, v. 12, n. 1, p. 95-107, 2003.
- MARTLAND, M. F. Wet litter as a cause of plantar pododermatitis leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. **Avian Pathology**, Abingdon, v. 13, p. 241-252, 1984.
- MARTRENCAR, A.; BOILLETOT, E.; HUONNIC, D.; POL, F. Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 52, n. 3-4, p. 213-226, 2002.

- McILROY, S. G.; GOODAL, E. A.; McMURRAY, C. H. A contact dermatitis of broilers – epidemiological findings. **Avian Pathology**, Abingdon, v. 16, n. 1, p. 93-105, 1987.
- McWARD, G. W.; TAYLOR, D. R. Acidified clay litter amendment. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 9, p. 518-529, 2000.
- MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaças e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, p. 352-357, 2011.
- MENDES, A. S.; PAIXÃO, S. J.; MAROSTEGA, J.; RESELATTO, 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**, Cordoba, v. 61, n. 234, p. 217-228, 2012.
- MENDES, A. S.; REFFATI, R.; RESELATTO, R.; PAIXÃO, S. J. Visão e iluminação na avicultura moderna. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 16, n. 1-4, p. 5-13, 2010.
- MENEGALI, I.; TINÔCO, I. F. F.; CARVALHO, C. C. S.; SOUZA, C. 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**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 106-113, 2013.
- MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problems! **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 1803-1814, 1998.
- MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. Road transportation of broiler chickens – induction of physiological stress. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 50, p. 57-59, 1994.
- MOURA, D. J. Ambiência na Produção de Aves de Corte. In: SBEA. **Ambiência na Produção de Aves em Clima Tropical**. 1 ed. Piracicaba-SP, Iran José Oliveira da Silva – NUPEA – ESALQ/USP, v. 2, p. 75-148, 2001.
- MOURA, D. J.; BUENO, L. G. F.; LIMA, K. A. O.; CARVALHO, T. M. R.; MAIA, A. P. A. M. Strategies and facilities in order to improve animal welfare. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 311-316, 2010.
- NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; SANTOS, R. F. S. Temperature mapping of trucks transporting fertile eggs and day-old chicks: Efficiency and/or acclimatization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 2, p. 134-139, 2015.
- NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; DONOFRE, A. C. Thermal gradients of container and mean surface temperature of broiler chicks transported on different shipments. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 36, n. 4, p. 581-592, 2016.
- NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, A. M. C.; VIEIRA, F. M. C.; MIRANDA, K. O. S. Níveis de vibração e choques em diferentes estradas durante o transporte de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 900-905, 2013.
- 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**, Champaign, v. 83, p. 1610-1614, 2004.
- OLANREWaju, H. A.; MILLER, W. W.; MASLIN, W. R.; COLLIER, S. D.; PURSWELL, J. L.; BRANTON, S. L. Influence of photoperiod, light intensity and their interaction on health indices of modern broilers grown to heavy weights. **International Journal of Poultry Science**, v. 14, n. 4, p. 183-190, 2015.
- OLANREWaju, H. A.; PURSWELL, J. L.; COLLIER, S. D.; BRANTON, S. L. Influence of photoperiod, light intensity and their interaction on growth performance and carcass

- characteristics of broilers grown to heavy weights. **International Journal of Poultry Science**, v. 11, n. 12, p. 739-746, 2012.
- OLANREWAJU, H. A.; PURSWELL, J. L.; COLLIER, S. D.; BRANTON, S. L. Interactive effects of photoperiod and light intensity on blood physiological and biochemical reactions of broilers grown to heavy weights. **Poultry Science**, Champaign, v. 92, p. 1029-1039, 2013.
- OLANREWAJU, H. A.; PURSWELL, J. L.; COLLIER, S. D.; BRANTON, S. L. Effect of ambient temperature and light intensity on physiological reactions of heavy broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, p. 2668-2667, 2010.
- OLIVEIRA, M. C.; CARVALHO, I. D. Rendimento e lesões em carcaça de frangos de corte criados em diferentes camas e densidades populacionais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1076-1081, 2002.
- OLIVEIRA, M. C.; GOULART, R. B.; SILVA, J. C. N. Efeito de duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 7-12, 2002.
- OLIVEIRA, M. C.; MENDONÇA FILHO, P. R.; CARVALHO, I. D. Rendimento e lesões em carcaças de frangos de corte sexados criados em diferentes densidades populacionais. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 20, n. 1, p. 16-21, 2004.
- OSORIO, J. A.; TINOCO, I. F. F.; CIRO, H. J. Ammonia: a review about concentration and emission models in livestock structures. **Dyna**, Medellín, v. 158, p. 89-99, 2009.
- OWENS, C. M.; SAMS, A. R. The influence of transportation on turkey meat quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 1204-1207, 2000.
- PASCHOAL, E. C.; OTUTUMI, L. K.; SILVEIRA, A. P. Principais causas de condenções no abate de frangos de corte de um abatedouro localizado na região noroeste do Paraná, Brasil. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 93-97, 2012.
- PEREIRA, C. M. P. A.; MELO, M. R.; SANTOS, M. H. O Agronegócio do Frango de Corte: Um Estudo de Caso Sob a Ótica da Economia dos Custos de Transação. **Informações Econômicas**, São Paulo, n. 1, v. 37, p. 7-17, 2007.
- PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; SOGLIA, F.; CAVANI, C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 71, p. 363-373, 2015.
- QUEIROZ, M. L. V.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; DUARTE, L. M.; BRASIL, D. I.; GADELHA, C. R. F. Environmental and physiological variables during the catching of broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 37-44, 2015.
- QUINTEIRO-FILHO, W. M.; RIBEIRO, A.; FERRAZ-DE-PAULA, V.; PINHEIRO, M. L.; SAKAI, M.; SÁ, L. R. M.; FERREIRA, A. J. P.; PALERMO-NETO, J. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, p. 1905-1914, 2010.
- RAO, S. V. R.; PRAKASH, B.; RAJU, M. V. L. N.; PANDA, A. K.; POONAM, S.; MURTHY, O. K. Effect of supplementing organic selenium on performance, carcass traits, oxidative parameters and immune responses in commercial broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 247-2562, 2013.
- RITZ, C. W.; WEBSTER, A. B.; CZARICK, M. Evaluation of hot weather thermal environment and incidence of mortality associated with broiler live haul. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, p. 594-602, 2005.
- ROBINS, A.; PHILLIPS, C. J. C. International approaches to the welfare of meat chickens. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 67, p. 351-369, 2011.

- 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**, Heidelberg, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2010.
- ROSA, P.S.; MARCOLIN, S.D. WESSHEIMEIR, A. Pontos Críticos do Manejo Pré-Abate em Frangos de Corte. **Jornal Nossa Terra**, Marechal Cândido Rondon, p. 22 – 22, 2002.
- ROSS. Broiler management handbook. Aviagen. 2014. Disponível em: http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014i-EN.pdf. Acessado em: 13/02/2017.
- SANTANA, A. P.; MURATA, L. S.; FREITAS, C. G.; DELPHINO, M. K.; PIMENTEL, C. M. Causes of condemnation of carcasses from poultry in slaughterhouses located in State of Goiás, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2587-2592, 2008.
- SARICA, M.; OCAK, N.; TURHAN, S.; KOP, C.; YAMAK, U. S. Evaluation of meat quality from 3 turkey genotypes reared with or without outdoor access. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, p. 1313-1323, 2011.
- SCAHAW – Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare. The welfare of chickens kept for meat production (broilers). 2000. Disponível em: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scah/out39_en.pdf. Acessado em: 13/02/2017.
- SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, P. F. P.; CAMPOS, A. T.; SILVA, G. R.; ABREU, L. H. P. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 390-396, 2015.
- SELLIER, P. Genetics of meat and carcass traits, in: Rothschild, M. F.; Ruvinsky, A. (Eds.), **The Genetics of the Pig**, CAB International, Wallingford, Oxon, 1998, p. 463-510.
- SHANAWANY, M. M. Broiler performance under high stocking densities. **British Poultry Science**, London, v. 29, p. 43-52, 1988.
- SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de zootecnia**, Córdoba, v. 59, p. 113-131, 2010.
- SILVA, M. A. N.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, C. J. M.; ROSÁRIO, M. F.; SILVA, I. J. O.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 1126-1130, 2007.
- 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**, Curitiba, v. 52, p. 195-204, 2009.
- SINGH, A.; BICUDO, J. R.; TINÔCO, A. L.; TINÔCO, I. F.; GATES, R. S.; CASEY, K. D.; PESCATORE, A. J. Characterization of nutrients in built-up broiler litter using trench and random walk sampling methods. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 3, n. 5, p. 426-432, 2004.
- SOARES, A. L.; IDA, E. I.; MIYAMOTO, S.; HERNÁNDEZ-BLAZQUEZ, F. J.; OLIVO, R.; PINHEIRO, J. W.; SHIMOKOMAKI, M. Phospholipase A2 activity in poultry PSE, pale, soft, exudative, meat. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 27, p. 309-320, 2003.
- SOSNICKI, A. A.; GREASER, M. L.; PIETRZAK, M.; POSPIECH, E.; SANTÉ, V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 9, p. 13-23, 1997.
- SU, G.; SORENSEN, P.; KESTIN, S. C. A note and the effects of perches and litter substrate on leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 9, p. 1259-1263, 2000.

- TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-24, 2001.
- TRALDI, A. B.; OLIVEIRA, M. C.; DUARTE, K. F.; MORAES, V. M. B. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 600-665, 2007.
- UBA - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Protocolo de bem estar para frangos e perus**. São Paulo, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acessado em: 05/03/2015.
- VALE, M. M.; MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F. Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and Market age. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 279-285, 2010.
- VEGRO, C. L. R.; ROCHA, M. B. Expectativas Tecnológicas para o Segmento de Carnes de Aves e Suínos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 5, p. 15-28, 2007.
- VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Boletim técnico**. Espírito Santo: UFES, Programa Institucional de Extensão, 2007. 7 p. Características da carne de frango.
- VESTERGAARD, K. S.; SANOTRA, G. S. Relationships between leg disorders and changes in behaviour of broiler chickens. **Veterinary Record**, London, v. 144, p. 205-209, 1999.
- VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; 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**, Viçosa, v. 39, n. 11, p. 2471-2476, 2010.
- VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, A. M. C. Reducing pre-slaughter losses of broilers: crating density effects under different lairage periods at slaughterhouse. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, Mossoró, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2013.
- 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**, Champaign, v. 90, p. 2127-2133, 2011.
- VIEIRA, M. F. A.; TINOCO, I. F. F.; SANTOS, B. M.; INOUE, K. R. A.; MENDES, M. S. A. Sanitary quality of broiler litter reused. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 5, p. 800-807, 2015.
- VIEIRA, S. L. **Qualidade Visual de Carcaças de Frangos de Corte: Uma Abordagem Através do Ambiente de Produção**. 2a ed. Cascavel: Gráfica Positiva, 2009.
- WALBER, M.; TAMAGNA, A. Avaliação dos níveis de vibração existentes em passageiros de ônibus rodoviários intermunicipais, análise e modificação projetual. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 11, n. 15, p. 18-32, 2010.
- WANG, G.; EKSTRAND, C.; SVEDBERG, J. Wet litter and perches a risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. **British Poultry Science**, London, v. 39, n. 2, p. 191-197, 1998.
- WARRISS, 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**, London, v. 33, p. 201-206, 1992.
- WELFARE QUALITY. Welfare Quality® assessment protocol for poultry. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, 2009. 111p.

- YOUSSEF, I. M. I.; BEINEKE, A.; ROHN, K.; KAMPHUES, J. Impacts of diet composition and litter quality on development and severity of foot pad dermatitis in growing turkeys. **Lohmann Information**, v. 46, n. 1, p. 10-20, 2011.
- 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.

3 CARACTERIZAÇÃO DA AMBIÊNCIA TÉRMICA E QUALIDADE DA CAMA DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM GALPÕES DE PRESSÃO NEGATIVA, DO TRANSPORTE E DA ESPERA EM CONDIÇÕES COMERCIAIS

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo caracterizar os aspectos gerais da criação de frangos de corte em 4 galpões comerciais de pressão negativa e também os aspectos climáticos e físicos durante o transporte e espera para o abate. Para tanto foram instalados termo-higrômetros no ponto geométrico de cada galpão que coletaram os dados de temperatura e umidade relativa do ar durante toda a criação. Foram coletadas amostras de cama no início e no final de cada lote para analisar a umidade. Foram instalados acelerômetros na traseira e dianteira dos caminhões de transporte para verificar a vibração na carga e termo-higrômetros nas 10 caixas de transporte de cada um dos 4 carregamentos que coletaram os dados climáticos durante o deslocamento entre as granjas e o abatedouro e durante o período de espera. Os galpões de pressão negativa foram eficazes na redução do calor interno da estrutura durante a criação. Houve aumento da umidade de cama do início para o final do lote, com aumento estatisticamente significativo em metade dos galpões estudados. Durante o transporte foi verificado que as vibrações foram maiores na parte dianteira da carroceria na maioria dos carregamentos e verificou-se também que metade dos carregamentos apresentou condições de conforto térmico enquanto que durante a espera o mesmo não foi observado em nenhum dos carregamentos. Conclui-se que em relação ao bem-estar animal os galpões estudados propiciaram conforto térmico aos frangos de corte, mas que apesar disso a qualidade da cama e as condições de transporte e da sala de espera necessitam de melhorias.

Palavras-chave: Temperatura; Umidade Relativa; Entalpia; Cama de frango

ABSTRACT

The present study aimed to characterize the general aspects of broiler breeding in commercial aviaries with negative pressure and also characterize the climatic and physical aspects during transport and lairage for slaughter. For that, thermo-hygrometers were installed at the geometric point of each aviary, which collected the temperature and relative humidity data during the whole broiler rearing. Broiler litter samples were collected at the beginning and at the end of each flock to analyze moisture. Accelerometers were installed in the rear and front of the trucks to verify the vibration in the load and thermo-hygrometers were installed in 10 boxes of each of 4 loading. They collected the climatic data every 1 minute during the transport between the farms and the slaughterhouse and throughout the lairage. Negative pressure aviaries were effective in reducing the internal heat of the structure during rearing. There was an increase in broiler litter moisture from the beginning to the end of the flocks, with an increase in half of the aviaries studied. During the transport it was verified that the vibrations were greater in the front of the trucks in most of the loads and also it was verified that half of them presented conditions of thermal comfort while during the lairage the same was not observed in any of the loads. It was concluded that in relation to animal welfare the aviaries studied provided thermal comfort for broilers, but despite that the quality of the litter and the conditions of transportation and the lairage room need to be improved.

Keywords: Temperature; Relative humidity; Entalphy; Broiler litter

3.1. Introdução

As fases de criação e de pré-abate podem afetar grandemente o bem-estar dos frangos de corte criados com propósitos comerciais. Isso ocorre não somente por esses animais serem privados de realizar as atividades comuns à espécie durante o confinamento, mas também por serem criados em instalações que nem sempre provêm adequado conforto físico e térmico. Embora a duração da fase de pré-abate seja de poucas horas, esta se mostra crítica em função das diversas operações que a caracterizam, como a apanha, o transporte e a espera para o abate.

A umidade da cama, pisoteio das aves, gotejamento de água por problemas nos bebedouros, desperdício de ração, dentre outros fatores, são alguns dos responsáveis pela ocorrência da compactação da cama, levando a formação de blocos que podem aumentar a incidência de lesões e condenações de carcaça (VIEIRA et al., 2015). Além disso, alta umidade pode propiciar um ambiente favorável ao desenvolvimento de patógenos associados a doenças que afetam os frangos de corte e os seres humanos (LU et al., 2003).

Frangos de corte criados em camas com alta umidade têm a sua ingestão de alimento e água diminuída, assim como seu crescimento, especialmente na fase final do período de produção, resultando em pior desempenho técnico do que quando comparados a aves criadas em camas com umidade baixa (JONG; GUNNINK; HARN, 2014). Além disso, o aumento da umidade da cama proporciona maior liberação de amônia nas instalações, o que afeta a qualidade do ar e, conseqüentemente, o bem-estar das aves e dos trabalhadores (HERNANDES; CAZETTA; MORAES, 2002).

Os sistemas de produção industrial com pressão negativa apresentam suas particularidades, como as condições bioclimáticas inerentes a ele, além de reflexos positivos e negativos no desempenho produtivo e bem-estar animal. A criação intensiva nesses sistemas necessita prover adequada ventilação para propiciar ambientes termicamente confortáveis para os animais alojados (JONES; DONNELLY; DAWKINS, 2005), visto que frangos de corte necessitam estar inseridos em zonas de conforto térmico para que seu potencial genético máximo possa ser explorado.

O transporte apresenta fatores estressores em potencial para os frangos de corte, tais como a temperatura do microclima da carga, a vibração e a aceleração, impactos diretos e indiretos, velocidade do vento, incidência solar, jejum e quebra da estrutura social (NICOL;

SCOTT, 1990). Podem ser utilizadas estratégias na logística de transporte para cargas vivas, como efetuá-lo durante a noite, evitando assim a radiação solar direta e problemas com tráfego. Melhores condições de transporte são encontradas no turno da noite quando comparados aos turnos da manhã e tarde. Os carregamentos noturnos apresentam menores taxas de mortalidade, porém, em períodos de inverno, o número de aves mortas pode ser alto devido à condição de estresse térmico por frio (NIJDAM et al., 2004; BARBOSA FILHO et al., 2009).

A espera para o abate tem a grande responsabilidade de atenuar os efeitos negativos gerados durante o transporte para que os animais possam se recuperar adequadamente. Entretanto, isso nem sempre é conseguido, pois fatores como as condições climáticas, o tempo de espera propriamente dito, a infraestrutura local, as estações do ano e a lotação de animais por caixa podem afetar o bem-estar dos animais (VIEIRA et al., 2010; VIEIRA et al., 2011).

O processo produtivo da cadeia avícola brasileira apresenta muitos gargalos e pontos críticos que precisam ser destacados e melhor abordados, a fim de que melhorias futuras possam ser implantadas. Sendo assim, diante da relevância das considerações abordadas, o principal objetivo deste trabalho foi:

- Estudo de caso com o objetivo de caracterizar os aspectos gerais de criação em relação à ambiência térmica durante toda a produção e à qualidade da cama de frango nas fases iniciais e finais da produção, bem como os aspectos principais relacionados às operações pré-abate durante o transporte e a espera para o abate de frangos de corte criados em galpões comerciais de pressão negativa.

3.2. Material e métodos

Esse estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), segundo o protocolo número 2016-04 (Anexo I).

A pesquisa foi realizada entre os meses de junho e setembro do ano de 2016, em quatro galpões comerciais de avicultura de corte industrial com sistema de pressão negativa, situados no interior do estado de São Paulo. Os aviários possuíam sistema de refrigeração

adiabática evaporativa, isto é, contavam com exaustores e placas evaporativas em suas extremidades e aspersores de água ao longo da estrutura (Figura 3).

Figura 3. Galpões de pressão negativa. Evidenciação das placas evaporativas (A) e dos exaustores (B), segundo vista interna do galpão e, das placas evaporativas (C) e dos exaustores (D), segundo vista externa do galpão.

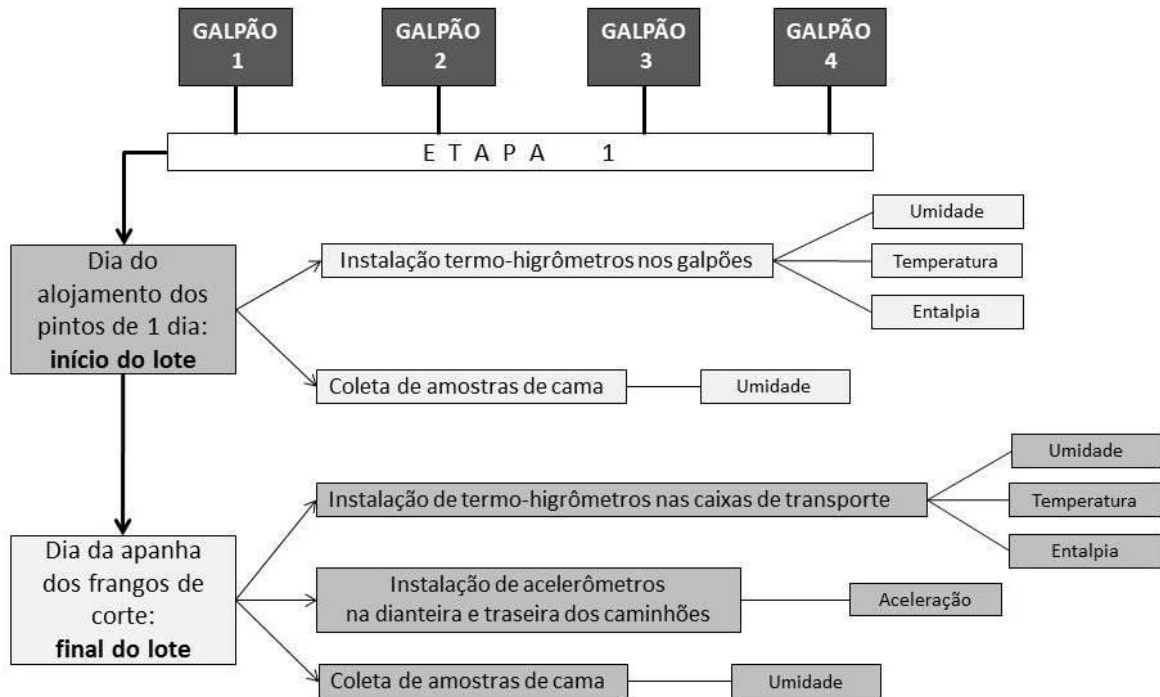


Fonte: (A) Imagem gentilmente cedida por Karina S. Sakamoto; (B, C e D) A autora.

As granjas trabalhavam em integração com um abatedouro comercial, também situado no interior do estado de São Paulo, em uma cidade cuja altitude era de 508 m e pressão barométrica de 715,3 mmHg. O fornecimento de ração balanceada e o acompanhamento técnico em todas as fases de criação eram disponibilizados pela integradora.

As atividades de coletas de dados desse estudo foram divididas em etapas (Figura 4). A Etapa 1 corresponde ao presente capítulo desta dissertação. As demais etapas serão apresentadas nos capítulos posteriores.

Figura 4. Organograma da Etapa 1 de coleta de dados.



Fonte: A autora.

As datas de coleta de dados, relativas ao início do lote foram: 16/06/2016 para o Galpão 1, 21/07/2016 para o Galpão 2, 22/07/2016 para o Galpão 3 e 01/08/2016 para o Galpão 4. Já as datas de coleta de dados, relativas ao final do lote foram: 25/07/2016, 31/08/2016, 05/09/2016 e 12/09/2016, para os Galpões 1 a 4, respectivamente.

No dia em que os pintos de um dia foram alojados instalou-se termo-higrômetros com função *data logger* (HOBO® modelo U12-011) no centro geométrico (ponto virtual situado na metade do comprimento, da largura e do pé-direito) de cada aviário. Os aparelhos foram programados através do *software* HOBOWare® versão 3.7.1 para coletar e armazenar dados de temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) a cada 1 hora ao longo da criação dos frangos. Com esses dados foi possível traçar o perfil climático do ambiente de criação por meio do cálculo da entalpia específica do ar (H) (kJ.kg^{-1} de ar seco), índice de conforto térmico que quantifica o calor existente na massa de ar seco, calculada segundo a equação proposta por Rodrigues et al. (2010) (Equação 1):

$$H = 1,006 * T + \frac{UR}{PB} * 10^{\frac{7,5-T}{237,3+T}} * (71,28 + 0,052 * T) \quad (\text{Equação 1})$$

1),

onde T é o valor de temperatura de bulbo seco (°C); UR é o valor de umidade relativa do ar (%) e PB é o valor da pressão barométrica local (mmHg).

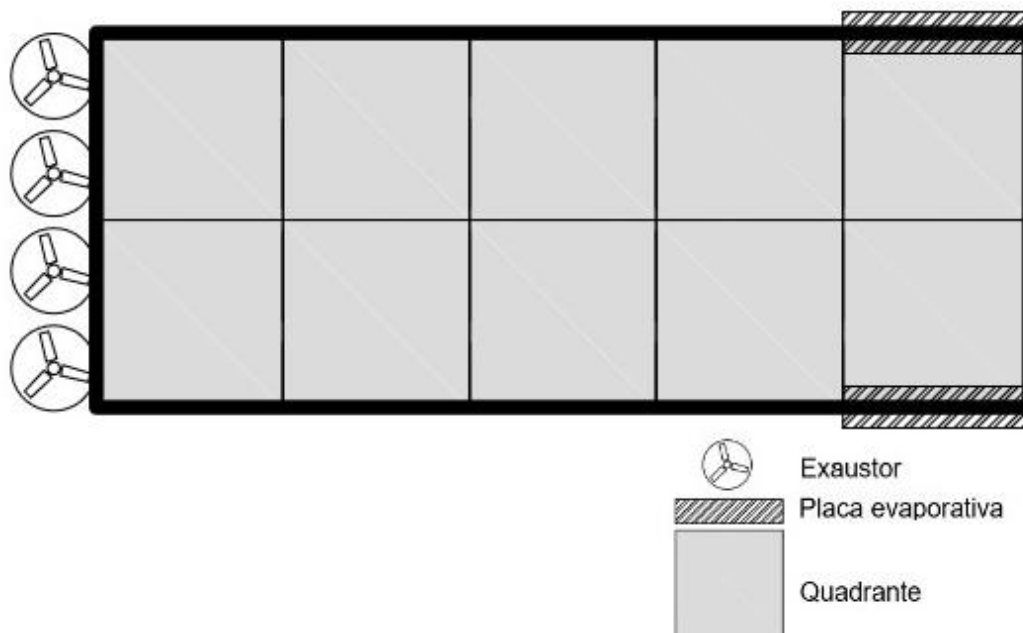
Para a obtenção da pressão barométrica local, utilizou-se a equação proposta por Soares e Batista (2004) (Equação 2):

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

em que Z corresponde ao valor da altitude local (m).

Nesse mesmo momento, foram coletadas amostras de cama para a determinação da umidade inicial. Para tanto, adotou-se a divisão de cada galpão em dez quadrantes como metodologia para tais análises (Figura 5). De cada quadrante foram coletadas cinco amostras aleatórias, com aproximadamente 20g de massa, que foram acondicionadas em sacolas plásticas e posteriormente submetidas à temperatura de 65°C por 48 horas, de acordo com o preconizado por Miles, Rowe e Owens (2008) e Martins, Hötzel e Poletto (2013).

Figura 5. Esquema de divisão em quadrantes no interior dos aviários e representação esquemática das instalações.



Fonte: Imagem gentilmente cedida por Sérgio L. Benincasa Jr.

No último dia de permanência dos lotes nos galpões de estudo foram instalados termo-higrômetros com função *data logger* (LOGEN Scientific® modelo LS 8856) em 40 caixas de transporte (10 caixas por carregamento) que mensurou a T e a UR do entorno das aves durante o período de transporte e o de espera com registros a cada 1 minuto.

A distribuição das 10 caixas de transporte utilizadas em cada galpão da pesquisa foi realizada na última coluna de caixas dos caminhões para facilitar o manejo das mesmas na granja, no abatedouro e também para manter um padrão em todas as viagens (Figura 6). O dimensionamento das caixas era de 0,76 m de comprimento x 0,565 m de largura x 0,27 m de altura. A lotação de frangos por caixa era de 8 aves, perfazendo densidades de 18,6 frangos/m² ou 536,8 cm²/frango.

Os transportes dos frangos para o abate entre as granjas e abatedouro foram realizados no horário compreendido entre às 00:30 am até 01:27 am (Galpão 1), 02:08 am até 02:45 am (Galpão 2), 23:11 pm até 23:36 pm (Galpão 3) e 23:40 pm até 00:32 am (Galpão 4).

Figura 6. Representação das posições das caixas de estudo (identificadas na cor cinza claro) na última fileira do caminhão de transporte de frangos de corte (A) e identificadas por setas (B).



Fonte: (A) Imagem gentilmente cedida por Joana B. Frankin; (B) A autora.

Foram instalados acelerômetros com função *data logger* (HOBO Pendant® G modelo UA-004-64) fixados a 90° nas carrocerias traseiras e dianteiras de cada caminhão com o objetivo de avaliar os possíveis efeitos da vibração na carga viva.

Para caracterização da vibração das viagens realizadas da granja ao abatedouro utilizou-se como parâmetros a aceleração instantânea (a_j ; m.s⁻²), a raiz quadrática média

(RMS; $m.s^{-2}$) e a RMS resultante (RSS; $m.s^{-2}$) (Equação 3), recomendados pela normativa nacional como parâmetros de avaliação de vibrações mecânicas (BRASIL, 2013).

Os valores da aceleração instantânea foram obtidos a cada 10 segundos por meio destes acelerômetros, microprocessadores de dados capazes de registrar o deslocamento angular nos eixos x, y e z, programados com o *software* HOBOWare Pro®. Os pontos de aceleração mensurados durante as viagens foram utilizados para o cálculo dos valores da RMS e da RSS, adotando as equações descritas por Griffin (1990) e aplicadas nos estudos de Gebresenbet et al. (2011), Nazareno et al. (2013) e Donofre, Silva e Nazareno (2014). A RMS é dada pela raiz quadrática média dos valores de aceleração instantânea ocorridos em um determinado período de medição, enquanto a RSS (Equação 4) por meio da raiz quadrada do somatório dos quadrados da RMS nos eixos x, y e z, ou seja:

$$RMS_j = \left(\frac{\sum_{t=1}^N a_j^2(t)}{N} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Equação 3}),$$

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

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

Após o encerramento da apanha das aves, com o galpão já vazio, coletaram-se amostras de cama para análise da umidade final, conforme os procedimentos descritos anteriormente.

Na chegada ao abatedouro, os caminhões passaram por uma ducha (Figura 7), onde um sistema de tubos banhou a região superior e as laterais dos veículos, com o intuito de molhar as aves. Esse molhamento foi realizado durante um período de 6 minutos consecutivos, e após esse procedimento os caminhões dirigiram-se para a área de espera.

Análise estatística

Os dados referentes a T (°C), H (kJ.kg^{-1} de ar seco) e UR (%) 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. Em todos os casos, as análises foram realizadas com o auxílio do *software* R (R CORE TEAM, 2016).

Figura 7. Evidenciação do sistema de tubos da ducha e dos ventiladores e aspersores na sala de espera.



Fonte: (A) Imagem gentilmente cedida por Karina S. Sakamoto; (B) A autora.

3.3. Resultados e discussão

3.3.1. Características das instalações

Conforme apresentado na Tabela 4, os valores médios de altitude e pressão barométrica das regiões em que o estudo foi realizado foram de 563,5 m e 710,6 mmHg. As larguras dos galpões de pressão negativa utilizados nesse estudo variaram de 14,0 a 25,0 m, os comprimentos de 125 a 160 m e as alturas de pé-direito de 2,40 a 3,00 m, com área média de 2640 m². O número de pintos de um dia das linhagens Cobb, Hubbard e Ross alojados variou de 27.500 a 54.000, que resultou em densidades que variaram de 12,5 a 13,5

pintos/m², valores considerados adequados segundo Santana et al. (2008), que afirmam que densidades acima de 15 aves/m², tanto em galpões de pressão positiva quanto negativa, passam a ser prejudiciais para a qualidade do produto final no abatedouro.

Tabela 4. Valores de altitude (m), pressão barométrica local (mmHg), dimensões (largura, comprimento e pé-direito) (m), área (m²), número de pintos alojados, densidade no alojamento (pintos/m²) e linhagem das aves dos quatro galpões.

Características	Galpões				Média
	1	2	3	4	
Altitude (m)	590	595	561	508	563,5
Pressão barométrica local (mmHg)	708,3	707,9	710,8	715,3	710,6
Largura (m)	14,0	18,5	25,0	16,5	18,5
Comprimento (m)	150	125	160	130	141,3
Pé direito (m)	2,40	3,00	2,40	3,00	2,70
Área (m ²)	2100	2313	4000	2145	2640
Número de pintos alojados	27500	29000	54000	27000	34375
Densidade no alojamento (pintos/m ²)	13,0	12,5	13,5	12,6	12,9
Linhagem das aves	Cobb/Hubbard	Cobb	Cobb	Ross	..

.. Dado numérico não se aplica.

As camas de pó de eucalipto e de pinus foram utilizadas como substrato nos aviários devido à grande oferta desse tipo de material nas regiões em que o estudo foi desenvolvido. O número de reutilizações da cama variou de 2 a 5 ciclos (Tabela 5), o que é condizente com o número de reutilizações consecutivas aceitáveis de até seis ou mais lotes preconizado por Vieira (2011), ficando ainda dentro do recomendado pelo Manual de Manejo de Frangos de Corte Cobb (COBB, 2012), mas opõe-se ao recomendado pelo *Ross Broiler Management Handbook* (ROSS, 2014) que preconiza que a cama não seja reutilizada nenhuma vez.

Tabela 5. Material e número de reutilizações da cama dos quatro galpões.

Características	Galpões				Média
	1	2	3	4	
Material de cama	Pó de eucalipto	Pó de eucalipto	Pó de pinus	Pó de pinus	..
Quantidade de reutilizações da cama	5	3	2	2	3

.. Dado numérico não se aplica.

A reutilização de cama de frango ainda é um assunto divergente, pois alguns autores argumentam que a prática proporciona lotes com problemas sanitários menos frequentes (KENNARD; CHAMBERLIN, 1951; CHALOUPKA et al., 1968; BANKOWSKI; REYNOLDS, 1975; WITTER; BURMESTER; BURGOYNE, 1982), enquanto outros (LOVETT; MESSER; READ JÚNIOR, 1971; PARKHURST; HAMILTON; BAUGHMAN, 1974; BACON; BURDICK, 1977; TRALDI et al., 2007) além de afirmar o contrário, ainda concluem que camas reutilizadas podem causar mais lesões corporais do que camas novas.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores médios de umidade de cama do início do lote e do final do lote (Tabela 6), demonstrando que em média houve um aumento de 42,7% na umidade das camas de frango desse estudo. A explicação para esse fenômeno é que a umidade da cama aumenta com a idade dos frangos e com o aumento da densidade em quilogramas por metro quadrado (BESSEI, 2006) – devido ao acúmulo das excretas, cujo teor de umidade é de cerca de 80% (AVILA; MAZZUCO; FIGUEIREDO, 1992) –, além disso, foram observados durante as visitas a campo bebedouros com vazamentos que podem ter contribuído para esse aumento. Apesar disso, os valores de umidade de cama do início e final do lote estão dentro da faixa recomendada por Almeida (1986), de 20 a 35%.

Tabela 6. Médias e desvios padrão (DP) dos valores de umidade da cama de frango (%) inicial e final, analisadas no início e final da criação dos lotes de frangos de corte, dos quatro galpões.

Galpões	Umidade de cama (%)	
	Início do lote (Média ± DP)	Final do lote (Média ± DP)
1	23,6 ± 4,98 ^a	27,3 ± 8,20 ^a
2	36,6 ± 11,7 ^a	41,2 ± 17,2 ^a
3	15,2 ± 16,4 ^a	34,1 ± 9,66 ^b
4	20,1 ± 4,49 ^a	33,8 ± 11,3 ^b
Média + DP	23,9 ± 13,0 ^a	34,1 ± 12,6 ^b

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T-Student a 5% de significância.

Observou-se que os valores médios de umidade de cama do início e do final do lote não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) nos galpões 1 e 2 – que reutilizaram camas de pó de eucalipto por 5 e 3 ciclos, respectivamente – e tiveram um aumento de 15,7 e 12,6% (Tabela 6). Entretanto, nos galpões 3 e 4 foi observado um aumento significativo ($p < 0,05$) na

umidade do início e do final do lote, sendo que em ambos a cama de pó de pinus foi reutilizada por apenas 2 ciclos. O galpão 3 apresentou um aumento de 124% enquanto que no galpão 4 o aumento foi da ordem de 68,2%.

As justificativas que melhor podem explicar esses dois casos individuais são:

- O pó de eucalipto e o pó de pinus variam em sua capacidade de absorver e liberar umidade, necessitando adequar as práticas de manejo para cada tipo de material (AVILA; MAZZUCO; FIGUEIREDO, 1992). Isso significa que, possivelmente, houve um manejo ineficaz das camas de pó de pinus durante a criação, ou seja, não se processou o revolvimento das mesmas ou se adicionou mais substrato para amenizar a alta umidade;
- O uso de camas de pó de pinus possivelmente favorece o acúmulo de umidade. Provavelmente a madeira de pinus possui maior capacidade de reter água através das membranas ou paredes de matéria lenhosa – relacionada às características de água de impregnação ou adesão (LEGGERINI, 2011) - do que em relação à madeira de eucalipto, o que significa que em comparação o pinus deve possuir boa capacidade de absorção de água e baixa capacidade de troca de umidade com o ar (ROSA, 2017).
- Provavelmente as goteiras dos bebedouros contribuíram para o empastamento e aumento de umidade da cama nesses dois galpões. Embora o uso de bebedouros tipo “nipple” apresente menor responsabilidade sobre o teor de umidade de cama quando comparados a bebedouros tipo pendular (LYNN; ELSON, 1990), é importante realizar manutenção preventiva nos mesmos, visando reduzir ao máximo a umidade no entorno da linha de equipamentos.

Os valores de densidades verificados próximos ao abate das aves desse estudo estão abaixo dos usualmente operados na Bélgica e dos valores de referência do Manual de Manejo de Frangos de Corte Cobb, assim como também estão abaixo da densidade preconizada pelo *Welfare Quality*. Contudo, foram superiores às recomendadas pela *Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals* (RSPCA) e pelo *Ross Broiler Management Handbook* para galpões com ambientes controlados (Tabela 7). Demonstra-se que as recomendações variam consideravelmente entre os países e as organizações representativas, entretanto, a decisão final sobre qual valor máximo de densidade adotar deve ser baseada em fatores econômicos e avaliações de bem-estar locais.

Tabela 7. Valores de densidade próxima ao abate (kg/m²) verificados na pesquisa e observados na literatura.

Densidade próxima ao abate (kg/m ²)		
Dados da pesquisa	Dados da literatura	Referências
30,9 a 39,2	42,0	Verspecht et al. (2011); Cobb (2012)
	42,6	<i>Welfare Quality</i> (2010)
	30,0	RSPCA (2013); Ross (2014)

Embora não tenha sido possível identificar as principais causas de mortalidade, foram registradas taxas de mortalidade que variaram de 2,70% (Galpão 2), 4,03% (Galpão 4), 6,02% (Galpão 3) até 10,1% (Galpão 1), com um valor médio de 5,71%. Em geral, a mortalidade observada na maioria dos galpões de estudo foi bastante similar aos intervalos tipicamente encontrados na produção de frangos de corte de estudos brasileiros, asiáticos e europeus (Tabela 8), com exceção do Galpão 1.

Tabela 8. Valores de mortalidade (%) durante a criação, verificados na pesquisa e observados na literatura.

Mortalidade durante a criação (%)		
Dados da pesquisa	Dados da literatura	Referências
2,70 a 10,1	2,90 a 6,90	Federici et al. (2016)
	2,20 a 5,00	<i>Welfare Quality</i> (2010)
	7,22 a 8,33	Zulkifli e Siti Nor Azah (2004)
	4,10 a 7,10	SCAHAW (2000)

A idade de abate dos frangos de corte desse estudo variou de 42 a 47 dias e o peso médio de abate de 2,36 a 2,90 kg (Tabela 9). De modo geral, ao considerarmos a idade e o peso médio de abate, encontramos um ganho diário de peso médio da ordem de 61,3 g. Esses valores foram bastante semelhante aos encontrados por Nowicki et al. (2011) – 42 e 45 dias - e Carvalho et al. (2015) – 2,60 a 2,90 kg e 56,7 a 63,2 g. Este último autor ainda concluiu que o sistema de criação de frangos de corte em galpões de pressão negativa apresenta desempenho superior a sistemas convencionais, possivelmente devido ao maior controle das variáveis ambientais. Apesar disso, é importante salientar que o peso médio ao

abate verificado nos animais desse estudo foi baixo e vão à contramão do que se espera da criação de frangos de corte de linhagens comerciais, principalmente quando observamos o Galpão 1. A possível explicação para esses resultados muito aquém do esperado em termos de peso médio de abate gira em torno de altas umidades de cama e, conseqüentemente, lesões de pododermatite, que proporcionam dor e afetam o caminhar e a busca por alimentos.

Tabela 9. Idade de abate (dias) e peso médio ao abate (kg) dos quatro galpões.

Características	Galpões				Média
	1	2	3	4	
Idade de abate (dias)	42	43	47	44	44
Peso médio ao abate (kg)	2,36	2,67	2,90	2,81	2,70

3.3.2. Caracterização climática da criação

Embora se tenha observado uma discreta diminuição na temperatura média ao longo da criação (Tabela 10), notou-se que na maioria das semanas as temperaturas mensuradas nos galpões estiveram fora da faixa de temperatura ideal, principalmente quando se observa as três primeiras semanas (Figura 8A).

Tabela 10. Médias e desvios padrão (DP) dos valores de temperatura do ar (°C) mensuradas nos quatro galpões durante as seis semanas de criação dos frangos de corte com as respectivas faixas de conforto térmico (°C).

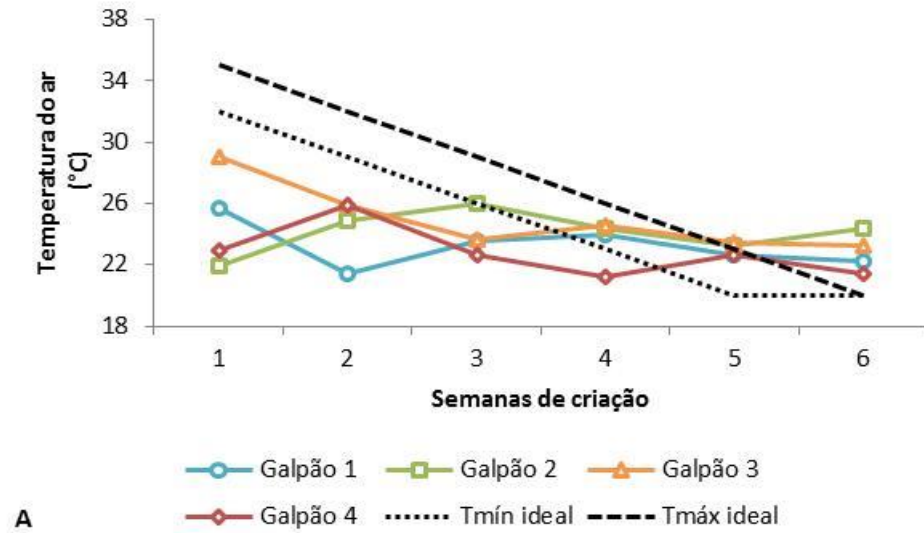
Semanas de criação	Temperatura do ar (°C)					
	Faixa de conforto ¹	Galpão 1 (Média ± DP)	Galpão 2 (Média ± DP)	Galpão 3 (Média ± DP)	Galpão 4 (Média ± DP)	Média ± DP
1	32 – 35	25,7 ± 3,51 ^a	21,9 ± 5,36 ^b	29,1 ± 1,49 ^c	22,9 ± 3,75 ^{b,d}	25,0 ± 3,07
2	29 – 32	21,4 ± 5,05 ^a	24,9 ± 3,67 ^b	25,9 ± 2,57 ^c	25,9 ± 4,24 ^{c,d}	24,5 ± 2,44
3	26 – 29	23,6 ± 3,99 ^a	26,1 ± 2,81 ^b	23,7 ± 3,65 ^a	22,6 ± 3,57 ^c	24,0 ± 1,81
4	23 – 26	24,0 ± 4,22 ^a	24,4 ± 3,35 ^a	24,6 ± 2,74 ^a	21,2 ± 4,26 ^b	23,6 ± 2,27
5	20 – 23	22,6 ± 3,71 ^a	23,3 ± 3,25 ^a	23,5 ± 1,91 ^a	22,6 ± 1,56 ^b	23,0 ± 1,53
6	20 – 20	22,2 ± 2,87 ^a	24,4 ± 3,47 ^b	23,3 ± 2,11 ^c	21,4 ± 1,65 ^d	22,7 ± 1,47
Média ± DP	25 – 27,5	23,3 ± 4,24 ^a	24,2 ± 3,94 ^b	25,0 ± 3,22 ^c	22,8 ± 3,69 ^d	..

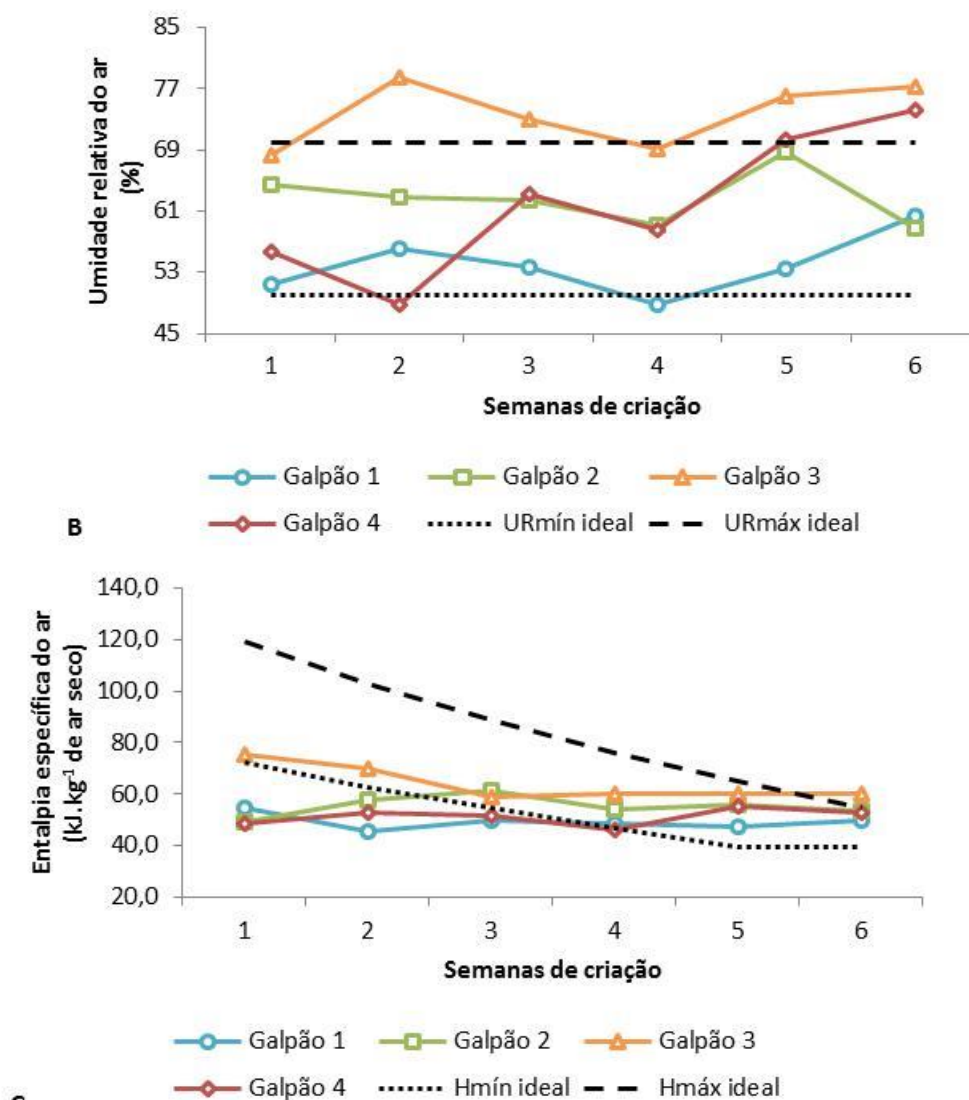
Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

¹ Abreu; Abreu (2011).

.. Dado numérico não se aplica.

Figura 8. Valores médios de T (°C) (A), UR (%) (B) e H (kJ.kg⁻¹ de ar seco) (C) mensurados e calculados nos quatro galpões durante as seis semanas de criação dos frangos de corte.





Fonte: A autora.

Os resultados das três primeiras semanas podem ser justificados pelo fato dos termo-higrômetros terem sido instalados nos centros geométricos dos galpões, que estavam localizados fora da área do pinteiro. Diante disso, não podemos afirmar que a temperatura dos galpões no nível dos pintos não estava adequada e nem dentro das faixas ideais de conforto térmico nessas semanas cruciais para o desenvolvimento das aves. Após a terceira semana, no entanto, as aves foram liberadas dos pinteiros, ocupando gradativamente toda a área disponível nos galpões, o que coincide com a maturação do sistema termorregulador dos frangos de corte (FURLAN; MACARI, 2008), de modo que a partir de então os valores de temperatura e umidade mensurados foram os sentidos pelos animais.

Com exceção do Galpão 3 que apresentou um valor médio de temperatura de $29,1 \pm 1,49^\circ\text{C}$ durante a primeira semana, nenhum outro galpão chegou a atingir essa

temperatura (Tabela 10), o que sob o ponto de vista da ambiência é bastante interessante, pois temperaturas internas acima de 29°C são muito estressantes para os frangos de corte (ROBINS; PHILLIPS, 2011). Apesar disso, verificou-se que durante a última semana de produção, período em que as aves são menos resistentes ao calor (ABREU; ABREU, 2011), os sistemas de controle do ambiente não foram suficientes para manter as condições de temperatura dentro da zona de conforto, ou seja, os frangos foram submetidos a uma situação de estresse térmico (Figura 8A). Porém, essa avaliação é alterada se considerarmos que o intervalo de temperatura ótimo para a sexta semana de criação esteja entre 21 a 24 °C, conforme preconizam Macari e Furlan (2001), então a maioria dos galpões passaria a apresentar temperaturas médias dentro desse intervalo.

Isso significa que a interpretação sobre o que vem a caracterizar uma faixa de conforto térmico para frangos de corte varia em função da referência utilizada. Contudo, segundo o ponto de vista do BEA, mais importante que essa escolha é a observação do comportamento dos animais diante das condições ambientais às quais eles são submetidos. Enquanto seres sencientes, os frangos podem ser considerados biossensores, norteados as ações dos granjeiros.

A maioria dos galpões estudados apresentou valores médios de umidade relativa do ar dentro da faixa de umidade relativa ideal para a criação de frangos de corte durante toda a criação (Tabela 11, Figura 8B), o que é um resultado ótimo sob o ponto de vista da ambiência e BEA. Ainda que durante a sexta semana as temperaturas do ar estiveram acima da faixa de conforto térmico, não houve um aumento da umidade relativa em todos os galpões, o que poderia afetar o conforto térmico por prejudicar a perda de calor por evaporação (OLIVEIRA et al., 2006).

Tabela 11. Médias e desvio padrão (DP) dos valores de UR (%) mensuradas nos quatro galpões durante as seis semanas de criação com a respectiva faixa de conforto térmico.

Semanas de criação	Umidade relativa do ar (%)					
	Faixa de conforto ¹	Galpão 1	Galpão 2	Galpão 3	Galpão 4	Média ± DP
1	50,0 a 70,0	51,4 ± 5,37 ^a	64,4 ± 18,9 ^b	68,4 ± 12,1 ^c	55,8 ± 9,23 ^{b,d}	59,8 ± 7,98
2		56,2 ± 9,68 ^a	62,9 ± 15,0 ^b	78,5 ± 15,9 ^c	48,9 ± 12,1 ^{b,d}	61,6 ± 11,8
3		53,7 ± 9,52 ^a	62,4 ± 15,2 ^b	73,1 ± 16,0 ^c	63,2 ± 9,00 ^{b,d}	63,1 ± 8,08
4		48,8 ± 8,16 ^a	59,1 ± 15,5 ^b	69,2 ± 14,2 ^c	58,5 ± 9,68 ^{b,d}	58,9 ± 8,54

5		53,3 ± 7,74 ^a	68,8 ± 14,6 ^b	76,1 ± 12,9 ^c	70,3 ± 7,53 ^{b,d}	67,1 ± 11,0
6		60,4 ± 5,41 ^a	58,7 ± 16,5 ^b	77,2 ± 14,5 ^c	74,2 ± 6,02 ^{b,d}	68,7 ± 10,2
Média ± DP	60,0	53,6 ± 8,68 ^a	62,8 ± 16,3 ^b	73,8 ± 14,8 ^c	61,8 ± 12,5 ^d	..

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

¹ Tinôco (2001).

.. Dado numérico não se aplica.

Apenas os galpões 2 e 4 apresentaram um valor de umidade relativa do ar abaixo de 50%, atingindo um valor médio de 48,9% na segunda semana e 48,8% na quarta semana de criação (Tabela 11), respectivamente, o que é um resultado bastante positivo sob o ponto de vista da ambiência e do BEA, pois valores abaixo de 50% podem ocasionar um aumento nos materiais particulados em suspensão no ar (poeira e microrganismos), aumentando a susceptibilidade de adquirir doenças respiratórias e afetar o crescimento ao longo da criação (ROBINS; PHILLIPS, 2011; ROSS, 2014).

Verificou-se que durante a maior parte do período de criação as aves estiveram em condições ideais de conforto térmico (Tabela 12, Figura 8C).

Uma caracterização climática só será completa se, além de avaliados os valores médios, observar-se também as amplitudes, ou seja, os valores máximos e mínimos mensurados durante um determinado período. No caso específico deste estudo, conforme já expresso nos parágrafos anteriores, deve-se excluir da avaliação as variáveis climáticas relativas às três primeiras semanas. Sendo assim, são apresentadas nas Tabelas 13 a 15 as amplitudes da T, UR e H do ar, respectivamente.

Tabela 12. Médias e desvio padrão (DP) dos valores de entalpia específica do ar (kJ.kg^{-1} de ar seco) calculadas nos quatro galpões durante as seis semanas de criação dos frangos de corte com respectiva faixa de conforto.

Semanas de criação	Entalpia específica do ar (kJ.kg^{-1} de ar seco)					
	Faixa de conforto ¹	Galpão 1	Galpão 2	Galpão 3	Galpão 4	Média ± DP
1	72,1 – 119	54,5 ± 7,58 ^a	49,1 ± 6,55 ^b	75,3 ± 7,29 ^c	48,7 ± 6,99 ^d	49,7 ± 5,12
2	62,8 – 103	45,4 ± 9,33 ^a	57,7 ± 7,38 ^b	69,7 ± 8,41 ^c	52,7 ± 8,53 ^d	52,3 ± 6,33
3	54,3 – 88,7	49,7 ± 6,99 ^a	61,0 ± 7,54 ^b	58,8 ± 6,04 ^c	51,7 ± 8,37 ^d	57,3 ± 6,66
4	46,6 – 76,0	48,7 ± 8,44 ^a	54,0 ± 5,96 ^b	60,2 ± 6,67 ^c	45,8 ± 8,09 ^d	65,2 ± 8,09
5	39,6 – 64,7	47,5 ± 8,12 ^a	56,0 ± 6,32 ^b	60,1 ± 6,50 ^c	54,9 ± 4,60 ^d	56,9 ± 7,96
6	39,6 – 54,6	49,6 ± 7,06 ^a	53,5 ± 4,85 ^b	59,8 ± 4,11 ^c	52,9 ± 5,59 ^d	51,7 ± 4,26
Média ± DP	52,5 – 84,3	49,1 ± 8,48 ^a	55,3 ± 7,50 ^b	63,9 ± 9,07 ^c	51,1 ± 7,79 ^d	..

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

¹ Calculada especificamente para este estudo, de acordo com orientações de Rodrigues et al. (2010) e Soares e Batista (2004).

.. Dado numérico não se aplica.

Tabela 13. Valores máximos e mínimos (amplitude) da temperatura do ar (°C) mensurados durante as semanas de criação dos frangos de corte com as respectivas faixas de conforto.

Semanas de criação	Faixa de conforto ¹	Amplitude da temperatura do ar (°C)			
		Galpão 1	Galpão 2	Galpão 3	Galpão 4
1	32 – 35	19,6 – 33,1	13,1 – 22,4	16,9 – 31,7	15,6 – 31,5
2	29 – 32	14,5 – 30,3	15,5 – 31,8	18,5 – 30,4	16,6 – 34,4
3	26 – 29	16,7 – 29,8	20,6 – 32,0	14,7 – 32,9	15,6 – 29,6
4	23 – 26	14,1 – 29,5	17,3 – 32,6	17,8 – 31,4	12,0 – 27,3
5	20 – 23	14,7 – 28,1	16,7 – 30,7	18,4 – 28,7	18,1 – 26,5
6	20 – 20	16,1 – 26,8	18,2 – 30,6	19,5 – 28,9	16,9 – 24,9

¹ Abreu; Abreu (2011).

A amplitude das variáveis climáticas apresenta os valores extremos e não são bons parâmetros para se afirmar se a instalação foi capaz de propiciar ou não condições de conforto térmico, mas apesar disso, uma avaliação criteriosa desses valores pode indicar a causa de certos fenômenos atípicos durante a criação de frangos de corte, como alta mortalidade, baixa conversão alimentar e etc. Isoladamente, as amplitudes desse estudo nos dizem pouco, mas ajudam a caracterizar o sistema de criação em galpões de pressão negativa e servem de ponto de partida para futuros estudos comparativos.

Tabela 14. Valores máximos e mínimos (amplitude) da umidade relativa do ar (%) mensurados durante as semanas de criação dos frangos de corte com as respectivas faixas de conforto.

Semanas de criação	Faixa de conforto ¹	Amplitude da umidade relativa do ar (%)			
		Galpão 1	Galpão 2	Galpão 3	Galpão 4
1	50,0 a 70,0	36,5 – 64,2	26,9 – 95,6	39,6 – 100	31,8 – 75,2
2		37,1 – 74,9	30,9 – 89,8	41,3 – 100	28,3 – 77,7
3		34,9 – 75,9	26,5 – 89,2	35,9 – 100	41,3 – 80,7
4		28,3 – 64,9	15,0 – 83,4	30,2 – 93,7	35,6 – 76,1
5		33,5 – 68,5	32,7 – 94,9	43,1 – 100	46,7 – 81,4
6		46,5 – 71,5	29,3 – 87,9	42,3 – 100	55,0 – 83,0

¹ Tinôco (2001).

Tabela 15. Valores máximos e mínimos (amplitude) da entalpia específica do ar (kJ.kg^{-1} de ar seco) calculados durante as semanas de criação dos frangos de corte com as respectivas faixas de conforto.

Semanas de criação	Faixa de conforto ¹	Amplitude da entalpia específica do ar (kJ.kg^{-1} de ar seco)			
		Galpão 1	Galpão 2	Galpão 3	Galpão 4
1	72,1 – 119	40,2 – 74,0	34,2 – 64,3	49,0 – 97,2	34,5 – 64,6
2	62,8 – 103	31,5 – 64,8	37,9 – 72,7	54,1 – 96,4	73,5 – 78,0
3	54,3 – 88,7	37,4 – 64,0	46,0 – 83,5	39,8 – 73,6	34,5 – 66,4
4	46,6 – 76,0	30,0 – 61,0	40,6 – 70,3	46,2 – 73,2	28,8 – 60,8
5	39,6 – 64,7	30,2 – 62,8	39,9 – 70,3	42,9 – 74,4	42,4 – 64,4
6	39,6 – 54,6	34,7 – 65,0	42,7 – 69,4	48,5 – 70,3	39,1 – 65,7

¹ Calculada especificamente para este estudo, de acordo com orientações de Rodrigues et al. (2010) e Soares e Batista (2004).

Para efeitos desse estudo, ressalta-se, entretanto, que os resultados médios de temperatura, umidade relativa e entalpia sobre o desempenho das aves encontrados nesse estudo se complementam, pois a entalpia é definida como a quantidade de calor existente no ar. Provavelmente o isolamento dos galpões de pressão negativa à radiação solar e o controle automático das variáveis climáticas, realizado pelo sistema de resfriamento adiabático evaporativo, foi eficaz na redução do calor interno da estrutura (Tabela 12, Figura 8C), por justamente apresentar condições de conforto térmico para os frangos de corte na maioria dos galpões a partir da quarta semana.

Quando os mecanismos biofísicos – relativos aos animais - e físicos – relativos à instalação - não são suficientes para manter os animais em zonas de termoneutralidade os frangos de corte podem vir a óbito por estresse térmico (TAO; XIN, 2003), o que não foi observado nesse estudo, reiterando mais uma vez a eficácia do sistema de resfriamento.

3.3.3. Caracterização do transporte

Nesse estudo, todas as caixas de transporte utilizadas possuíam o mesmo *design* e dimensões, além disso, o número de aves foi sempre fixo e operado de acordo com o estabelecido pela Integradora. A densidade constatada nesse estudo, de $536,8 \text{ cm}^2/\text{frango}$, foi muito próxima a recomendada por Delezie et al. (2007), de $575 \text{ cm}^2/\text{frango}$. A superlotação nas caixas de transporte ($350 \text{ cm}^2/\text{frango}$) resulta em exaustão metabólica, aumento da temperatura corporal, mortalidade e de marcadores de estresse e maior

incidência de condenações no abatedouro, enquanto baixas densidades (643 cm²/frango) resultam na instabilidade dos frangos durante o transporte, ocasionando mais injúrias, danos na carcaça e aumento na mortalidade durante períodos quentes (DELEZIE et al., 2007; VIEIRA et al., 2013; ROSS, 2014). Diante disso, é possível afirmar que a densidade durante o transporte no presente estudo foi adequada sob o ponto de vista do BEA.

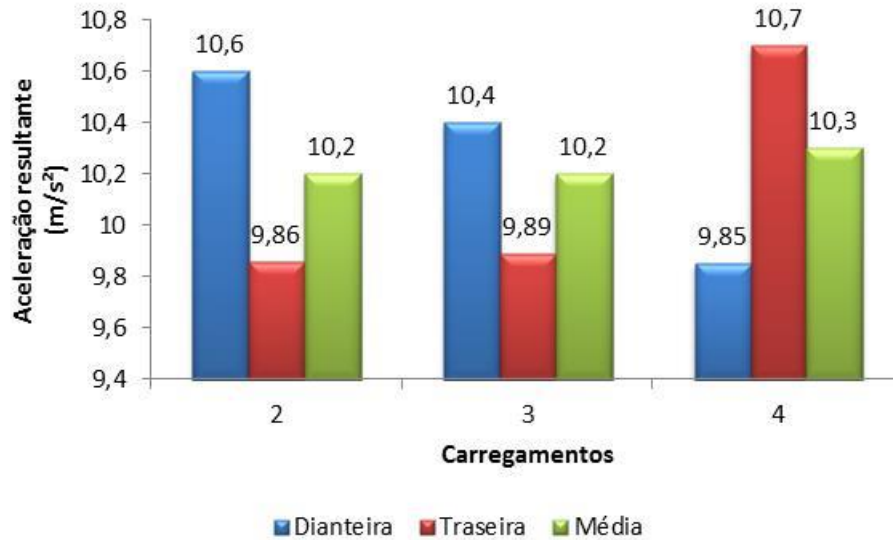
A duração do transporte variou de 25 a 57 minutos (Tabela 16), o que pode ser considerado de curta duração visto que outros estudos apresentaram variações de 15 minutos até quase 6 horas (NIJDAM et al., 2004; BARBOSA FILHO et al., 2009). O mesmo pode ser afirmado acerca da distância percorrida, que variou de 22 a 90 quilômetros, com uma média de 46,3 km. Na Austrália, segundo dados da *Australian Chicken Meat Federation* (ACMF, 2011) a maioria das fazendas de criação de frangos de corte estão localizadas dentro de um raio de 100 km ou 2 horas da planta de abate, já no Brasil Freitas et al. (2016) trabalharam com granjas localizadas a 289 km do abatedouro, sendo que a duração do transporte das aves foi de aproximadamente 6 horas, o que demonstra que nem sempre o que se é preconizado é possível de ser realizado no país e que os valores observados no presente estudo foram bastante satisfatórios sob o ponto de vista do BEA, pois os frangos de corte ficaram menos tempo sujeitos às condições estressantes dessa etapa de pré-abate, devido à logística da carga viva.

Tabela 16. Valores de distância percorrida (km) e duração do transporte (min) nos quatro carregamentos realizados das granjas até o abatedouro.

Variáveis-resposta	Carregamentos				Média
	1	2	3	4	
Distância percorrida (km)	90	50	23	22	46,3
Duração do transporte (min)	57	37	25	52	43

Durante a execução da parte experimental desse estudo, devido a problemas técnicos, os dados de aceleração resultante do carregamento 1 foram perdidas, portanto, só puderam ser apresentados os resultados dos demais carregamentos. Foi observado então que, a maioria apresentou maior valor de aceleração resultante na posição dianteira do caminhão (Figura 9).

Figura 9. Valores médios de aceleração resultante (m/s^2) dos carregamentos 2, 3 e 4 durante o período de transporte dos frangos de corte no trajeto entre os galpões e o abatedouro.



Fonte: A autora.

A seguir são listados alguns indícios que podem elucidar esses resultados:

- Os caminhões utilizados são chamados de caminhões trucados ou *truck*. Em termos práticos, isso significa que atrás do eixo motriz – que se encontra na dianteira do caminhão e que é ligado diretamente ao motor – há um terceiro eixo que melhora a estabilidade do caminhão e suporta mais carga;
- Este eixo não recebe a força motriz do motor e encontra-se na parte traseira do caminhão. Diante disso, conjectura-se que os maiores resultados de aceleração resultante encontrados na dianteira devam-se ao fato do eixo dianteiro trepidar mais em função da força exercida pelo motor;
- O eixo traseiro ainda possui um feixe de molas que amortece os impactos sofridos pela carga.

Apenas um carregamento apresentou maior valor de aceleração resultante na traseira do que na dianteira, porém, foi justamente o transporte que teve maior duração (52 minutos), mas que curiosamente percorreu a menor distância (22 km) entre a granja e o abatedouro. Especificamente durante esse transporte houve muita chuva, o que tornou a direção mais cautelosa, visto que se precisou de mais tempo para perfazer uma menor distância, o que possivelmente favoreceu a posição dianteira, local onde a cabine do motorista se encontrava. Além disso, existe a possibilidade da água da chuva incidindo sobre a carroceria ter afetado esse resultado.

Apesar da explicação dada acima acerca da intempérie climática que afetou o carregamento 4, observou-se que este carregamento foi o que apresentou UR dentro da faixa de conforto durante o transporte (Tabela 17), mesmo tendo sido o carregamento cuja temperatura média foi estatisticamente superior aos demais carregamentos, algo totalmente inesperado pelos pesquisadores desse estudo, que não encontraram explicação plausível para esse resultado.

Verificou-se que metade dos carregamentos apresentou valores médios de temperatura do ar acima ao limite crítico superior e também fora da faixa de conforto térmico para a entalpia (Tabela 17, Figura 10). Além disso, a maioria dos carregamentos apresentou umidade relativa do ar média acima da faixa de conforto.

Tabela 17. Médias e desvios padrão (DP) dos valores de temperatura (T) (°C), umidade relativa (UR) (%) e entalpia específica do ar (H) (kJ.kg⁻¹ de ar seco) mensurados durante o transporte com as respectivas faixas de conforto nos quatro carregamentos.

Variáveis-resposta	Faixas de conforto	Carregamentos (Média ± DP)				Média ± DP
		1	2	3	4	
T (°C)	20 ¹	17,3 ± 1,51 ^A	15,5 ± 1,05 ^B	21,3 ± 2,33 ^C	23,9 ± 1,24 ^D	20,8 ± 3,93
UR (%)	50 – 70 ²	92,7 ± 6,50 ^A	99,0 ± 1,86 ^B	90,5 ± 10,0 ^A	69,6 ± 10,7 ^C	82,3 ± 16,0
H (kJ.kg ⁻¹ de ar seco)	39,6 – 54,6	47,8 ± 4,76 ^A	44,6 ± 2,92 ^B	59,5 ± 3,87 ^C	58,5 ± 6,24 ^D	54,3 ± 8,17

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

¹ Abreu; Abreu (2011).

² Tinôco (2001).

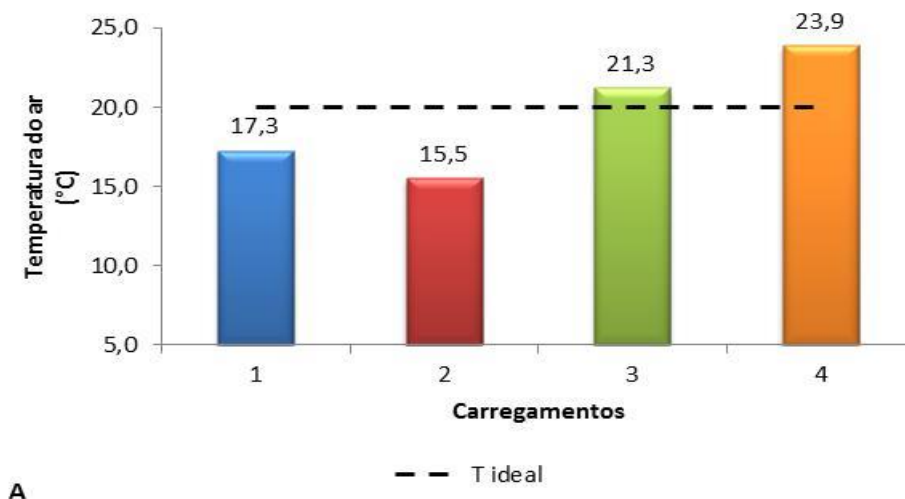
Embora o transporte tenha sido realizado durante a madrugada, em que geralmente o clima se enquadra na faixa de conforto térmico para as aves (SILVA; VIEIRA, 2010), os valores mensurados são relativos ao microclima das caixas. Desse modo, pode até ser que externamente ao caminhão houvesse condições ótimas de T e UR, mas devido às barreiras físicas existentes como a cabine do caminhão, o posicionamento das caixas e as próprias aves, não foi possível obter conforto térmico em todos os carregamentos.

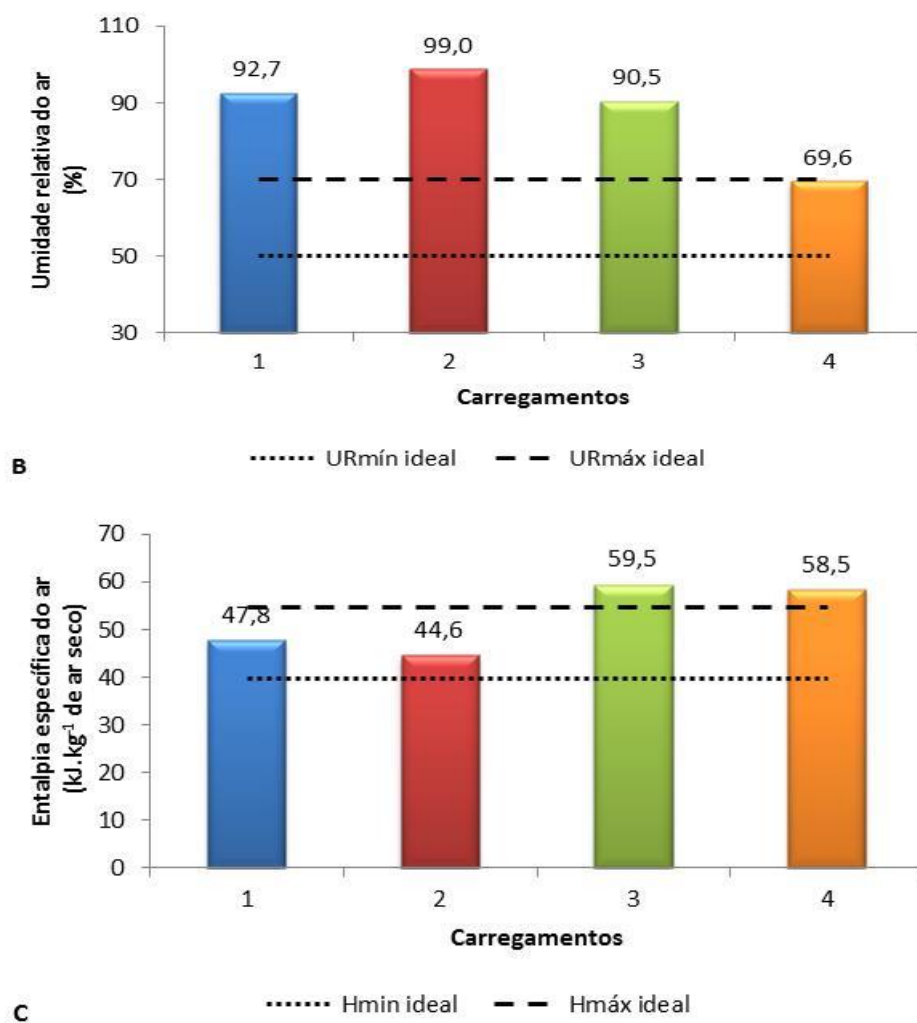
Os dados de H dos dois primeiros carregamentos demonstram que as aves estiveram em conforto térmico durante esses transportes (Figura 10C). As suas T baixas compensaram as UR altas, pois no caso dos carregamentos 3 e 4, que apresentaram altos valores médios T e UR, as entalpias não estiveram dentro da faixa de conforto térmico.

As faixas de conforto térmico utilizadas como referência foram as de Abreu e Abreu (2011) e Tinôco (2001) e nortearam as discussões sobre as condições climáticas sentidas

pelos animais. Entretanto, segundo o *Ross Broiler Management Handbook* (ROSS, 2014) as condições ótimas durante a apanha e o transporte de frangos de corte devem estar situadas entre 22 a 28°C, com UR mínima de 50%, que se levássemos em conta também não seria inteiramente contemplado nesse estudo, o que retorna àquela discussão de que o que deve ser levado em consideração são os comportamentos exibidos pelos animais durante os procedimentos. Há na literatura uma ampla gama de sugestões, que devem ser testadas e adequadas às mais distintas realidades. Não há meios de se padronizar e engessar as ações que deverão ser tomadas, pois o transporte é de cargas vivas, que interagem com o ambiente e, este varia em função de horário do dia, localização das caixas no caminhão, geografia da região e época do ano.

Figura 10. Valores médios de temperatura do ar (°C) (A), umidade relativa do ar (%) (B) e entalpia específica do ar (kJ.kg^{-1} de ar seco) (C) dos quatro carregamentos durante o período de transporte dos frangos de corte no trajeto entre os galpões e o abatedouro.





Fonte: A autora.

3.3.4. Caracterização da espera

As durações do período de espera variaram de 2 horas e 45 minutos até quase 6 horas, apresentando um valor médio de 4 horas e 40 minutos, semelhante ao valor médio de espera de 4 horas verificado por Grilli et al. (2015) (Tabela 18). A duração da espera foi curta quando comparada às quase 16 horas relatadas por Nijdam et al. (2004), que observaram que o risco de morte dos frangos de corte aumentou enormemente conforme o tempo de espera também aumentou. O mais correto seria ajustar o tempo de espera em função da distância percorrida entre a granja e o abatedouro (VIEIRA et al., 2010), mas de modo geral, pode-se afirmar que a duração da espera desse estudo esteve de acordo com o operado normalmente em abatedouros comerciais.

Tabela 18. Duração (h) da espera, número de aves transportadas em cada carregamento e aves contabilizadas mortas à chegada ao abatedouro (DOA) (%) nos quatro carregamentos de estudo.

Variáveis-resposta	Carregamentos				Média
	1	2	3	4	
Duração (h)	04:03:00	02:45:00	05:54:00	05:58:00	04:40:00
Número de aves transportadas	4364	3888	3888	3888	4007
DOA - Caminhão (%)	0,73	0,10	0,10	0,36	0,34
DOA - Caixas (%)	-	1,25	1,25	1,25	0,94

- Dado numérico igual a zero, não resultante de arredondamento.

Observou-se que em média foram transportados 4.007 frangos de corte em cada carregamento (Tabela 18), de modo que foi encontrado um valor médio de DOA de 0,34% para cada caminhão. A proporção de DOA desse estudo foi bastante similar à relatada por Nijdam et al. (2004) (0,46%) e Grilli et al. (2015) (0,40%), além disso, encontra-se dentro da faixa preconizada por Silva e Vieira (2010) (0,10 a 0,50%) e do intervalo aceitável proposto por Grandin (2009) (0,25 a 0,50%). Ao considerarmos que o total de aves identificadas nesse estudo e transportadas nas caixas foi de 320, encontrou-se um valor médio de DOA acima da média do caminhão, com 0,94%, o que significa que proporcionalmente morreram mais frangos nas caixas monitoradas do que no restante do caminhão. A *causa mortis* em ambas as situações não foi estabelecida, sendo assim, é impossível determinar com exatidão quais foram os fatores predisponentes. As perdas por DOA podem ser associadas ao estresse térmico (RITZ, 2009), mas também às lesões geradas durante o carregamento (NIJDAM et al., 2004), à duração do transporte (WARRIS et al., 1992) e da espera propriamente dita (GRILLI et al., 2015).

Observou-se que metade dos carregamentos apresentaram valores médios de T acima do limite superior de conforto térmico para frangos de corte na última semana de criação durante o período de espera (Tabela 19, Figura 11A). Além disso, nenhum dos carregamentos apresentou valores médios de UR e H dentro da faixa ideal (Figura 11B e C). Isso significa que a climatização dos galpões de espera não foi eficaz em garantir conforto térmico para as aves durante o período de espera, de modo que sob o ponto de vista da ambiência e do BEA houve prejuízos aos frangos de corte.

Tabela 19. Médias gerais e desvios padrão (DP) dos valores de temperatura do ar (T) (°C), umidade relativa do ar (UR) (%), entalpia específica do ar (H) (kJ.kg⁻¹ de ar seco) com as faixas de conforto nos quatro carregamentos de estudo.

Variáveis-resposta	Faixa de conforto	Carregamentos (Média ± DP)				Média ± DP
		1	2	3	4	
T (°C)	20 ¹	17,5 ± 3,20 ^A	18,2 ± 1,85 ^A	22,7 ± 2,57 ^B	22,6 ± 2,27 ^{B,C}	21,7 ± 2,98
UR (%)	50 – 70 ²	94,7 ± 9,75 ^{A,B}	97,3 ± 6,33 ^B	98,8 ± 2,94 ^B	94,9 ± 8,08 ^A	96,7 ± 6,67
H (kJ.kg ⁻¹ de ar seco)	39,6 – 54,6	48,9 ± 8,14 ^A	52,0 ± 6,68 ^A	68,3 ± 10,4 ^B	66,3 ± 9,09 ^C	64,1 ± 11,1

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

¹ Abreu; Abreu (2011).

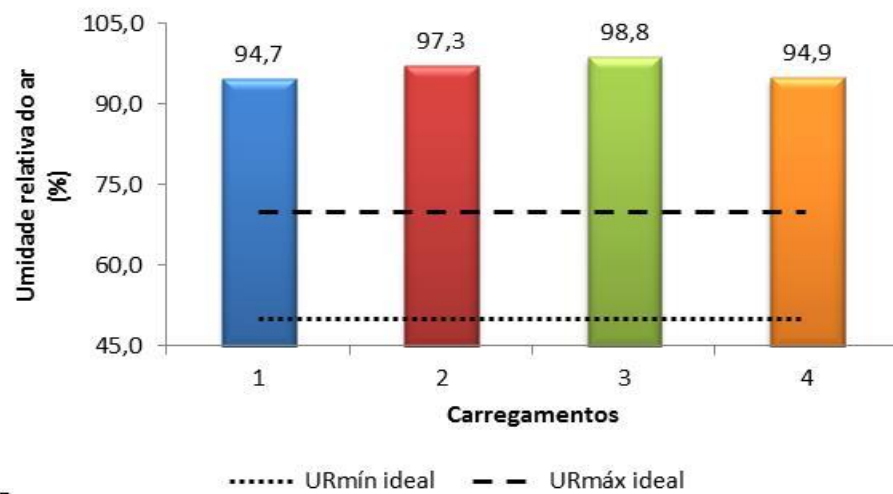
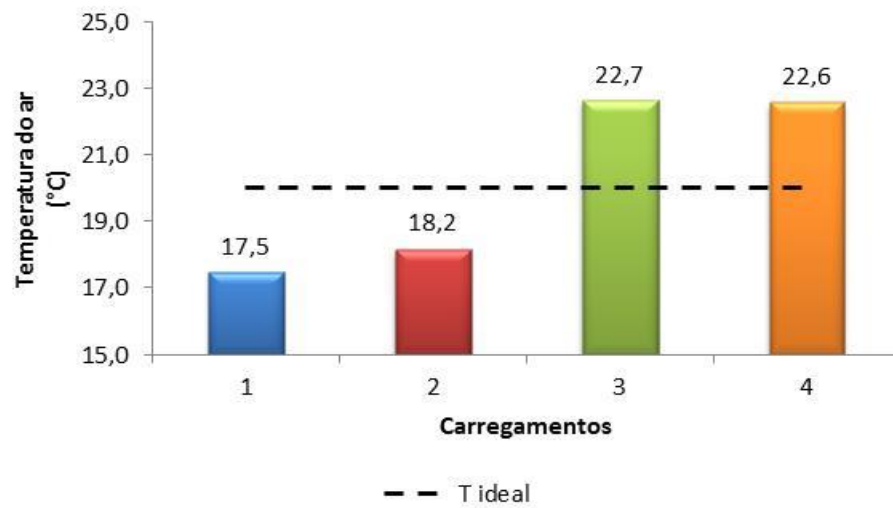
² Tinôco (2001).

No abatedouro, todos os caminhões receberam um molhamento na carga – como é usualmente empregado no dia-a-dia da Integradora -, independente T e UR registrada no ambiente da área de espera. A saber, a origem do estresse térmico sofrido pelos frangos de corte durante o período de espera pode ser explicada da seguinte maneira:

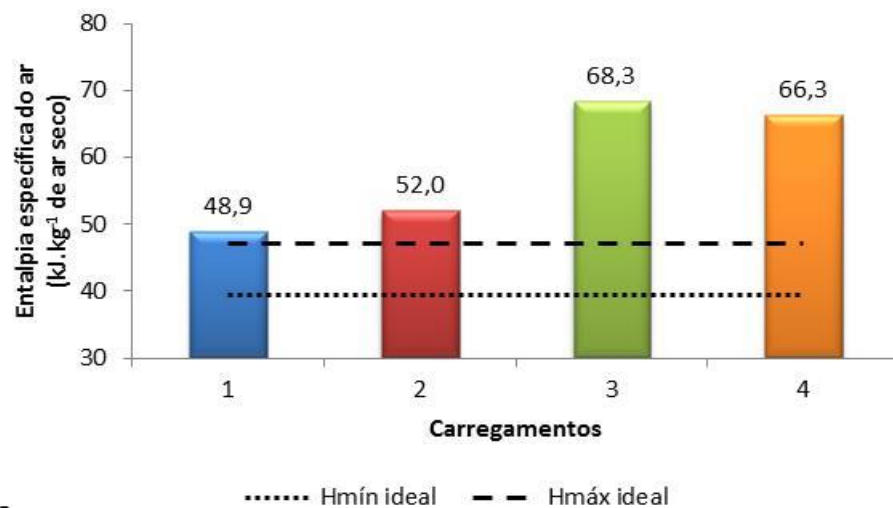
- A condição térmica básica para molhar a carga deve ser a de T ambiente elevada e UR baixa. Quando a umidade encontra-se acima de 85%, as trocas térmicas das aves são dificultadas, pois a evaporação da água passa a ser limitada em função da quantidade de vapor d'água na atmosfera (SILVA; VIEIRA, 2010).

Sendo assim, acredita-se que o molhamento da carga não foi tão benéfico quanto intencionalmente se propôs e que seja fundamental considerar também a T do microclima da carga em vários pontos da mesma antes deste procedimento, para não piorar as condições térmicas sentidas pelos animais conforme aconteceu nesse estudo.

Figura 11. Valores médios de temperatura do ar (°C) (A), umidade relativa do ar (%) (B) e entalpia específica do ar (kJ.kg⁻¹ de ar seco)(C) durante o período de espera para o abate dos frangos de corte dos quatro carregamentos.



B



C

Fonte: A autora.

Observou-se que durante a espera houve um aumento médio de 4,33% na T, 17,5% na UR e de 18,0% na H (Tabela 20). Isso significa que sob o ponto de vista da ambiência, os

frangos de corte desse estudo tiveram maiores prejuízos ao seu bem-estar durante esse período, visto que passaram mais tempo confinados nas caixas e ainda foram submetidos a condições térmicas mais estressantes.

Tabela 20. Médias gerais e desvios padrão (DP) dos valores de temperatura do ar (T) (°C), umidade relativa do ar (UR) (%), entalpia específica do ar (H) (kJ.kg⁻¹ de ar seco) do transporte e da espera nos quatro carregamentos de estudo.

Variáveis-resposta	Etapa	Carregamentos (Média ± DP)				Média ± DP
		1	2	3	4	
T (°C)	Transporte	17,3 ± 1,51	15,5 ± 1,05	21,3 ± 2,33	23,9 ± 1,24	20,8 ± 3,93
UR (%)		92,7 ± 6,50	99,0 ± 1,86	90,5 ± 10,0	69,6 ± 10,7	82,3 ± 16,0
H (kJ.kg ⁻¹ de ar seco)		47,8 ± 4,76	44,6 ± 2,92	59,5 ± 3,87	58,5 ± 6,24	54,3 ± 8,17
T (°C)	Espera	17,5 ± 3,20	18,2 ± 1,85	22,7 ± 2,57	22,6 ± 2,27	21,7 ± 2,98
UR (%)		94,7 ± 9,75	97,3 ± 6,33	98,8 ± 2,94	94,9 ± 8,08	96,7 ± 6,67
H (kJ.kg ⁻¹ de ar seco)		48,9 ± 8,14	52,0 ± 6,68	68,3 ± 10,4	66,3 ± 9,09	64,1 ± 11,1

3.4. Conclusões parciais

O isolamento e o controle das variáveis climáticas, realizado pelo sistema de resfriamento adiabático evaporativo, dos galpões de pressão negativa, proporcionaram condições de conforto térmico.

Houve aumento da umidade da cama com valor médio de 43,0% durante o ciclo de produção.

Durante o transporte e a espera, a densidade e a duração média foram adequadas sob o ponto de vista do BEA e de acordo com valores preestabelecidos pela literatura nacional e internacional.

A taxa de vibração nos caminhões de carregamento foram maiores na dianteira dos mesmos.

No transporte, a umidade relativa foi a mais influenciada por valores acima do ideal, já os valores de temperatura e entalpia específica apresentaram variações entre as faixas de conforto.

Na espera o nível de desconforto térmico foi maior, sendo os valores de UR e H sempre acima das faixas ideais e os valores de T apresentaram variações.

REFERÊNCIAS

- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 1-14, 2011.
- ACMF – AUSTRALIAN CHICKEN MEAT FEDERATION. 2011. The Australian Chicken Meat Industry: An Industry in Profile: ACMF. Disponível em: [http://www.chicken.org.au/industryprofile/downloads/The Australian Chicken Meat Industry An Industry in Profile.pdf](http://www.chicken.org.au/industryprofile/downloads/The_Australian_Chicken_Meat_Industry_An_Industry_in_Profile.pdf) Acessado em: 16/02/2017.
- ALMEIDA, M. A. C. Fatores que afetam a umidade da cama. **Avicultura Industrial**, São Paulo, v. 76, n. 919, p. 16-18, 1986.
- AVILA, V. S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1992. 38p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica, 16).
- BACON, C. W.; BURDICK, D. Growth of fungi in broiler houses. **Poultry Science**, Champaign, v. 56, n. 2, p. 653-661, 1977.
- BANKOWSKI, R. A.; REYNOLDS, B. Persistence of velogenic viscerotropic Newcastle disease virus in litter. **Avian Diseases**, Kennett Square, v. 19, n. 3, p. 612-616, 1975.
- BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A. N.; FONSECA, B. H. F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2442-2446, 2009.
- BESSEI, W. Welfare of broilers: a review. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 62, p. 455-466, 2006.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma de higiene ocupacional NHO 09: avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro**. Brasília: FUNDACENTRO, p. 64, 2013.
- CARLISLE, A. J.; MITCHELL, M. A.; HUNTER, R. R.; DUGGAN, A.; RANDALL, J. M. Physiological responses of broiler chickens to the vibrations experienced during road transportation. **British Poultry Science**, London, v. 39, p. S48-S60, 1998.
- 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**, Tokyo, v. 86, p. 189-193, 2015.
- CHALOUPIKA, G. W.; LLOYD, R. W.; GORY, J. F.; GREENE, L. M. Observations on the effect of the re-use of broiler litter on the incidence of Marek's disease. **Poultry Science**, Champaign, v. 47, n. 5, p. 1660, 1968.
- COBB Vantress Brasil. Manual de Manejo de Frangos de Corte. 2012, 74p.
- DELEZIE, E.; SWENNEN, Q.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. The effect of feed withdrawal and crating density in transit on metabolism and meat quality of broilers at slaughter weight. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 1414-1423, 2007.
- DONOFRE, A. C.; SILVA, I. J. O.; NAZARENO, A. C. Vibrações mecânicas: um agente estressor no transporte de pintos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 454-458, 2014.
- 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**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 133-140, 2016.
- 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, p. 459-466, 2016.
- FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: Macari, M.; Fulan, R. I.; Gonzales, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: Funep, p. 209-230, 2008.
- GEBRENET, G.; ARADOM, S.; BULITTA, F. S.; HJERPE, E. Vibration levels and frequencies on vehicle and animals during transport. **Biosystems Engineering**, London, v. 10, p. 10-19, 2011.
- GRANDIN, T. (2009) Poultry slaughter plant and farm audit: critical points for bird welfare. Disponível em: <http://www.grandin.com/poultry.audit.html> Acessado em: 23/05/2017.
- GRIFFIN, M. J. **Handbook of human vibration**. London: Academic Press, 1990. 953 p.
- GRILLI, C.; LOSCHI, A. R.; REA, S.; STOCCHI, R.; LEONI, L.; CONTI, F. Welfare indicators during broiler slaughtering. **British Poultry Science**, London, v. 56, n. 1, p. 1-5, 2015.
- HERNANDES, R.; CAZETTA, J. O.; MORAES, V. M. B. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frangos de corte em diferentes densidades e tempos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1795-1802, 2002.
- JONES, T. A.; DONNELLY, C. A.; DAWKINS, M. S. Environmental and management fator affecting the welfare of chickens on comercial farms in the United Kingdom and Denmark stocked at five densities. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1155-1165, 2005.
- JONG, I. C.; GUNNINK, H.; HARN, J. V. Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 23, p. 51-58, 2014.
- KENNARD, D. C.; CHAMBERLIN, J. D. Growth and mortality of chickens as affected by the floor litter. **Poultry Science**, Champaign, v. 30, n. 30, p. 47-54, 1951.
- LEGGERINI, M. R. C. **Madeira – Características e propriedades**. São Paulo: FAU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2011. 53 diapositivos: color.
- LOVETT, J. R.; MESSER, J. W.; READ JÚNIOR, R. B. The microflora of Southern Ohio Poultry litter. **Poultry Science**, Champaign, v. 50, n. 3, p. 746-751, 1971.
- LU, J.; SANCHEZ, S.; HOFACRE, C.; MAURER, J. J.; HARMON, B. G.; LEE, M. D. Evaluation of broiler litter with reference to the microbial composition as assessed by using 16S rRNA and functional gene markers. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 69, p. 901-908, 2003.
- LYNN, N.; ELSON, A. Which drinkers reduce possible downgrades. **Poultry Science**, Champaign, v. 6, n. 1, p. 11-13, 1990.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: Silva, I. J. O., editor. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, 2001. v. 1, p. 31-87.
- 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 footpad dermatitis. **British Poultry Science**, London, v. 54, n. 6, p. 669-676, 2013.
- MILES, D. M.; ROWE, D. E.; OWENS, P. R. Winter broiler litter gases and nitrogen compounds: Temporal and spatial trends. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 42, p. 3351-3363, 2008.
- NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, A. M. C.; VIEIRA, F. M. C.; MIRANDA, K. O. S. Níveis de vibração e choques em diferentes estradas durante o transporte de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 900-905, 2013.

- NICOL, C. J.; SCOTT, G. B. Pre-slaughter handling and transport of broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 28, p. 57-73, 1990.
- 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**, Champaign, v. 83, p. 1610-1614, 2004.
- NOWICKI, R.; BUTZGE, E.; OTUTUMI, L. K.; PIAU JÚNIOR, R.; ALBERTON, L. R.; MELINI, L. S.; MENDES, L. S.; DALBERTO, J. L.; GERÔNIMO, E.; CAETANO, I. C. S. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 25-28, 2011.
- OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.
- PARKHUST, C. R.; HAMILTON, P. B.; BAUGHMAN, G. R. The use of volatile fatty acids for the control of microorganisms in pine sawdust litter. **Poultry Science**, Champaign, v. 53, n. 2, p. 801-806, 1974.
- RITZ, C. W. Reducing DOAs has bottom-line impact. 2009. Disponível em: <http://www.wattagnet.com/articles/3341-reducing-doas-has-bottom-line-impact>
Acessado em: 16/02/2017.
- ROBINS, A.; PHILLIPS, C. J. C. International approaches to the welfare of meat chickens. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 67, p. 351-369, 2011.
- 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**, Heidelberg, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2010.
- ROSA, P. S. **Árvore do conhecimento: Frango de corte – cama**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fc6gga_go02wx5eo0a2ndxy280fx6e.html Acessado em: 19/04/2017.
- ROSS. Broiler management handbook. Aviagen. 2014. Disponível em: http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014i-EN.pdf. Acessado em: 13/02/2017.
- RSPCA - ROYAL SOCIETY FOR THE PREVENTION OF CRUELTY TO ANIMALS. Welfare standards for chickens. Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals, West Sussex, 2013. Disponível em: <https://science.rspca.org.uk/sciencegroup/farmanimals/standards/chickens> Acessado em: 16/02/2017.
- R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SANTANA, A. P.; MURATA, L. S.; FREITAS, C. G.; DELPHINO, M. K.; PIMENTEL, C. M. Causes of condemnation of carcasses from poultry in slaughterhouses located in State of Goiás, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2587-2592, 2008.
- SCAHAW – Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare. The welfare of chickens kept for meat production (broilers). 2000. Disponível em: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scah/out39_en.pdf. Acessado em: 13/02/2017.
- SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de zootecnia**, Córdoba, v. 59, p. 113-131, 2010.

- SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba, Editora UFPR, 2004. 195 p.
- TAO, X.; XIN, H. Acute synergistic effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of Market-size broilers. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 46, n. 2, p. 491-497, 2003.
- TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 1, 2001.
- TRALDI, A. B.; OLIVEIRA, M. C.; DUARTE, K. F.; MORAES, V. M. B. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 600-665, 2007.
- VERSPECHT, A.; VANHONACKER, F.; VERBEKE, W.; ZOON, J.; VAN HUYLENBROECK, G. Economic impact of decreasing stocking densities in broiler production in Belgium. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, p. 1844-1851, 2011.
- VIEIRA, F. M. C. SILVA, I. J. O.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, A. M. C. Reducing pre-slaughter losses of broilers: 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.; 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**, Viçosa, v. 39, n. 11, p. 2471-2476, 2010.
- VIEIRA, M. F. A. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente**. 2011. 93 f. Dissertação (Magister Scientiae em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- VIEIRA, M. F. A.; TINÔCO, I. F. F.; SANTOS, B. M.; INOUE, K. R. A.; MENDES, M. A. S. A. Sanitary quality of broiler litter reused. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 5, p. 800-807, 2015.
- WARRISS, 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**, London, v. 33, p. 201-206, 1992.
- WELFARE QUALITY®. The assessment of animal welfare on broiler farms [Report 18]. Cardiff; 2010.
- WITTER, R. L.; BURMESTER, B. R.; BURGOYNE, G. H. Survival of Marek's disease agente in litter and droppings. **Poultry Science**, Champaign, v. 46, n. 5, p. 1339, 1982.
- ZULKIFLI, I.; SITI NOR AZAH, A. Fear and stress reactions, and the performance of commercial broiler chickens subjected to regular pleasant and unpleasant contacts with human being. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 88, p. 77-87, 2004.

4 AVICULTURA DE CORTE: LESÕES ORIGINADAS DURANTE A CRIAÇÃO E O PRÉ-ABATE DE FRANGOS CRIADOS EM GALPÕES COMERCIAIS DE PRESSÃO NEGATIVA

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo identificar, quantificar e qualificar por meio de escores as principais lesões ocorridas na fase de criação e nas operações de pré-abate. Foram utilizados um total de 320 frangos de corte com idade média de 45 dias, oriundos de 4 galpões de pressão negativa. Avaliou-se a limpeza de plumagem e lesões originadas durante a criação (pododermatite e lesão de jarrete). Com relação a lesões que puderam ter sido geradas durante a criação e também durante o pré-abate foram avaliados arranhões, fraturas de perna e de asa. Foi observado que, aproximadamente, 80% e 60% dos animais estudados apresentaram algum nível de pododermatite e lesão de jarrete, mas que apesar disso a maioria das lesões (51,6 e 57,2%, respectivamente) foi considerada leve. Quanto à limpeza de plumagem, 97,8% das aves apresentaram algum nível de sujidade, sendo que 60,6% dos animais apresentaram sujidade considerada severa. Observou-se maior incidência de arranhões (89,3%) e fraturas de asa (15,3%) originada durante a criação do que quando comparados com as mesmas lesões oriundas durante o período de pré-abate (22,0 e 1,50%, respectivamente), e que em relação à severidade os arranhões da criação receberam a classificação de maior gravidade, enquanto que durante o pré-abate os arranhões foram classificados com menor gravidade. E, observou-se, ainda baixa incidência de fratura de asa em ambas as avaliações e nenhuma fratura de perna foi encontrada nesse estudo. Conclui-se que a criação é o período em que ocorre maior número de lesões consideradas severa em relação às geradas durante o pré-abate dos animais e, ainda, que a qualidade das camas de frango afetou a limpeza da plumagem dos animais devido ao aumento de umidade ao longo da criação.

Palavras-chave: Lesões; Pododermatite; Arranhões

ABSTRACT

This study aimed to identify, quantify and qualify the main lesions that occurred during the breeding phase and in the pre-slaughter operations. A total of 320 broilers with an average age of 45 days, from 4 negative pressure aviaries were randomly collected and identified. These animals were evaluated for the plumage cleanliness, footpad dermatitis and hock burns (lesions originated during the rearing phase). Also were evaluated scratches and wing fractures generated during rearing phase and also during pre-slaughter. It was observed that approximately 80% and 60% of the animals studied presented some level of footpad dermatitis and hock burn, but despite that most of the lesions (51.6 and 57.2%, respectively) was considered mild. Regarding the plumage cleanliness, 97.8% of the birds presented some level of dirt, and 60.6% of the animals presented dirt considered severe. A higher incidence of scratches (89.3%) and wing fractures (15.3%) were originated during rearing phase than when compared to the same lesions in the pre-slaughter period (22.0 and 1.50%, respectively). In relation to the severity the scratches of the rearing phase received the classification of greater gravity, whereas the scratches were classified with less severity during the pre-slaughter. It was also observed a low incidence of wing fracture in both evaluations. It is concluded that rearing is the period in which a greater number of lesions occur and that these lesions have a more severe aspect in relation to the lesions generated during pre-slaughter. It is concluded too that the moisture of the litter got worse the cleaning of the plumage.

Keywords: Injuries; Footpad Dermatitis; Scratches

4.1. Introdução

Existem muitas perdas ao longo do processo produtivo que caracteriza a avicultura de corte no país. Identificar essas perdas é uma preocupação cada vez maior, visto que a redução de custos é um fator de grande importância para todos os agentes da cadeia, ou seja, para os produtores rurais, a indústria e os consumidores. Diante disso, se faz necessário saber onde a maioria das perdas ocorre, quais são as causas da sua ocorrência e como reduzi-las. O impacto econômico e os prejuízos ao bem-estar dos frangos de corte são pontos críticos que necessitam ser mapeados, compreendidos e melhor estudados.

Diante deste contexto, lesões caracterizam-se por originar perdas parciais e totais em nível de abatedouro. Tais lesões podem ser originadas durante o período de criação e também durante o curto período de pré-abate. Por exemplo, lesão de jarrete e pododermatite são duas lesões que podem apresentar correlação (SORENSEN; SU; KESTIN, 2000; ALLAIN et al., 2009; SARAIVA; SARAIVA; STILWELL, 2016) ou não (KRISTENSEN et al., 2006; HASLAM et al., 2007), porém, tratam-se de lesões conhecidas como dermatites de contato. Essas dermatites resultam de longos períodos em contato com camas de qualidade ruim durante o período de criação (BESSEI, 2006).

Outro ponto chave na identificação de perdas trata-se do empenamento e limpeza da plumagem. Caso o empenamento das aves seja comprometido, ao invés da sujeira acometer a plumagem esta vai incidir sobre a pele dos animais, trazendo um risco de contaminação maior à carcaça durante o processamento. Embora a limpeza e a umidade da plumagem sejam importantes para a termorregulação dos frangos de corte (WELFARE QUALITY, 2009), deve-se considerar que o impacto disso para o bem-estar animal não é tão severo quanto o impacto de um osso fraturado ou uma pododermatite num grau mais grave. Porém, frangos de corte com a plumagem suja podem ser fontes de contaminação na planta de abate, por levar microrganismos e formas de resistência como esporos para a planta de abate afetando a segurança do alimento.

De modo geral lesões afetam negativamente o bem-estar dos frangos de corte, principalmente porque podem causar dor. Além disso, são passíveis de ocorrer durante as operações pré-abate, como apanha, transporte, espera, pendura e atordoamento, resultando em prolongado sofrimento, sendo consideradas mais sérias nas avaliações de

bem-estar animal devido ao tempo em que os animais passam sentindo dor e desconforto (KITTELSEN et al., 2015) frente a situações novas.

É sabido que métodos de apanha distintos influenciam a ocorrência de mais ou menos lesões em frangos de corte (LANGKABEL et al., 2015). Apesar disso, nenhum método pode ser considerado superior ou melhor que o outro, pois a geração de lesões é multifatorial, depende do tamanho da equipe, treinamento, peso das aves, distância das aves para as caixas entre outros fatores.

Sendo assim, diante de todas as considerações abordadas acima, o principal objetivo deste trabalho foi:

- Identificar, quantificar e qualificar por meio de escores de severidade as principais lesões mais frequentemente ocorridas especificamente nas etapas de criação e nas operações pré-abate.

4.2. Material e métodos

A metodologia – referente ao sistema de criação das aves e avaliação climática da criação, transporte e espera - foi semelhante à descrita no capítulo anterior. As atividades de coletas de dados, por sua vez, foram divididas em etapas (Figura 12), sendo que a Etapa 2 corresponde ao presente capítulo desta dissertação. A última etapa será apresentada no capítulo 5.

No último dia de permanência dos lotes nos galpões de estudo (42 a 45 dias após o alojamento dos pintos), antes da apanha, selecionou-se aleatoriamente 8 aves em cada quadrante, totalizando 80 animais por aviário e 320 frangos no estudo inteiro.

Adotaram-se para a apanha desses animais todas as recomendações para atender ao bem-estar das aves. Foram pegas pelo dorso e em seguida procedeu-se o que foi chamado de Análise Física 1, ou seja, avaliou-se a limpeza da plumagem de cada animal, de acordo com o preconizado pelo protocolo de avaliação *Welfare Quality* para frangos de corte (WELFARE QUALITY, 2009). Essa primeira avaliação consistiu basicamente em pontuar a sujidade com base em escores e divisão em três grupos: sem sujidade – escore 0, sujidade leve – escore 1 e sujidade severa – escores 2 e 3 (Capítulo 2, Figura 1A). Realizou-se o cálculo sugerido pelo mesmo protocolo para a determinação de um índice de sujidade de acordo com a porcentagem de aves com sujidade leve e severa (Equação 5):

$$I = \left(100 - \frac{2(\%Escor e\ 1)+7(\%Escor e\ 2)+13(\%Escor e\ 3)}{13}\right) \tag{Equação 5},$$

em que I = índice de sujidade e %Escor e = porcentagem de aves classificadas no respectivo escore.

Após a determinação do índice de sujidade ele foi convertido em um único escore. Quando o índice de sujidade foi menor ou igual a 70, o cálculo estabeleceu-se de acordo com a seguinte função (Equação 6):

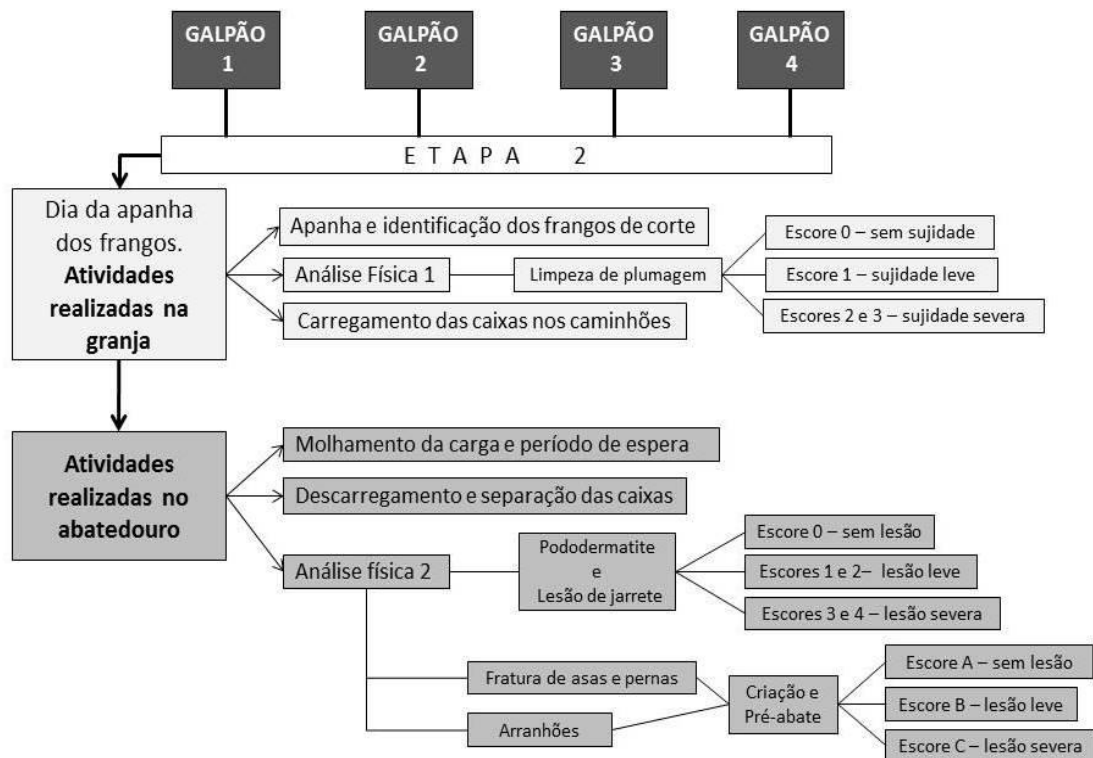
$$Escor e = (1,0186 \times I) - (0,014551 \times I^2) + (0,00012263 \times I^3) \tag{Equação 6}.$$

Porém, quando o índice de sujidade foi maior ou igual a 70, o cálculo estabeleceu-se de acordo com a equação abaixo (Equação 7):

$$Escor e = -267,04 + (12,463 \times I) - (0,17894 \times I^2) + (0,00090116 \times I^3) \tag{Equação 7}.$$

Os escores de sujidade do protocolo variam de 0 a 100, de modo que quanto mais os valores estiverem próximos de 0 mais sujas estarão as aves avaliadas e quanto mais próximo de 100 mais limpas estarão as plumagens.

Figura 12. Organograma da Etapa 2 de coleta de dados.



Fonte: A autora.

Para realizar a avaliação do “efeito apanha” as aves foram separadas em uma área delimitada para que posteriormente os colaboradores pudessem colocá-las nas caixas de transportes. O manejo de apanha determinado pela integradora e adotado nesse estudo foi a pega pelo pescoço e foi realizado por funcionários treinados. Em seguida, as caixas com os frangos identificados foram colocadas na posição traseira do caminhão e o transporte foi realizado durante a madrugada (Capítulo 3, Figura 6).

Ao chegar ao abatedouro, após o molhamento da carga e o período de espera, os caminhões foram descarregados e as caixas foram separadas para a realização da Análise Física 2. Esta análise compreendeu as seguintes avaliações: pododermatite; lesão de jarrete; arranhões da criação e do pré-abate; fraturas de perna da criação e do pré-abate e fraturas de asa da criação e do pré-abate.

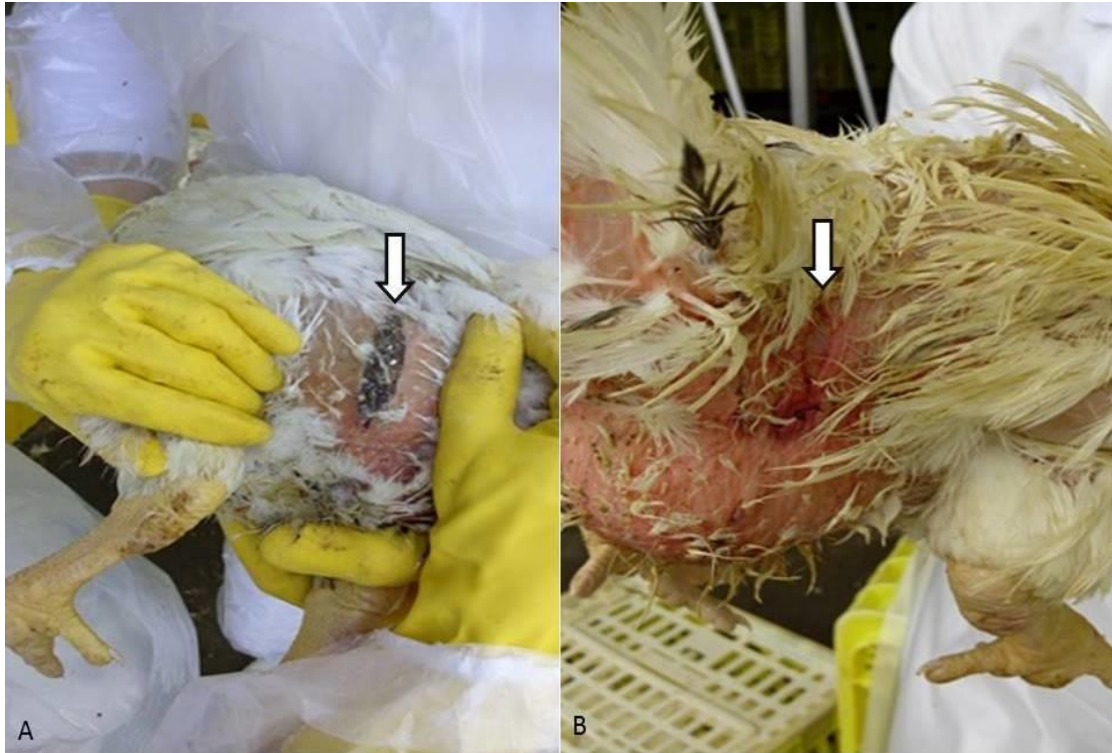
4.2.1. Pododermatite e lesão de jarrete

Pontuou-se o nível de pododermatite e lesão de jarrete de ambos os membros inferiores por meio de uma classificação que variou de 0 a 4, baseada no protocolo de avaliação *Welfare Quality* para frangos de corte (WELFARE QUALITY, 2009) (Figuras 1B e C). Os animais foram classificados em três grupos: sem lesão – aves com escore 0; lesão leve – aves cujos escores foram 1 e 2 e lesão severa – escores 3 e 4.

4.2.2. Arranhões da criação e do pré-abate

Considerou-se “arranhões da criação” todos aqueles que se apresentaram em processo de cicatrização, onde era possível visualizar uma coloração enegrecida em forma de casca ou crosta na pele sobre a solução de continuidade, ou aqueles já cicatrizados, significando que foram originados durante algum momento da criação, por se tratarem de lesões antigas (Figura 13A). Identificou-se como “arranhões do pré-abate” todos aqueles que claramente não apresentaram sinais de cicatrização e possuíam coloração avermelhada ao redor e nas bordas da solução de continuidade, por se tratarem de lesões recentes que puderam ter sido originados em alguma das operações de pré-abate (Figura 13B).

Figura 13. Arranhões profundos em frangos de corte. A) Evidenciação de arranhão típico da criação na região da sambiqueira; B) Evidenciação de arranhão típico das operações pré-abate na região da sambiqueira.



Fonte: A autora.

Após a distinção entre arranhões da criação e de pré-abate foi realizado uma classificação em relação ao nível de severidade. Dessa forma, considerando todas as definições abordadas anteriormente e também as de Elfadil, Vaillancourt e Meek (1996) e Broom e Reefmann (2005), elaborou-se a seguinte classificação: A – Nenhuma evidência de arranhão superficial ou profundo sobre a pele da região ventral, dorsal, das pernas ou sambiqueira; B – Pelo menos um ou até dois arranhões superficiais sobre a pele das mesmas regiões e C – Um arranhão profundo ou presença de pelo menos três arranhões superficiais sobre a pele das regiões supracitadas.

4.2.3. Fraturas de perna da criação e do pré-abate

Neste estudo, consideraram-se fraturas de perna oriundas da criação aquelas fraturas antigas que se encontravam calcificadas, com ou sem calo ósseo detectável à palpação e oriundas do pré-abate as fraturas recentes que se encontravam notadamente com aumento de volume local, possuíam alteração na coloração da pele na área acometida,

com solução de continuidade evidente ou não, provocando movimentação de retirada do animal quando submetidos à palpação. Ainda, foram considerados dois tipos de fraturas: a fratura sem exposição óssea e a com exposição óssea.

Dependendo das respostas para as observações acima e de acordo com o exposto por Gregory (1996), depois de identificada a fase em que foram originadas as fraturas – durante a criação ou pré-abate - classificaram-se as aves da seguinte maneira: A – Nenhuma evidência de fratura em ambas as pernas; B – Evidência de fratura em pelo menos uma das pernas; C – Evidência de fratura nas duas pernas ou fratura com exposição óssea de pelo menos uma das pernas.

4.2.4. Fraturas de asa da criação e do pré-abate

Na avaliação de fratura de asa foram seguidos os mesmos critérios e bases teóricas usadas na avaliação de fratura de perna.

A verificação foi realizada através de palpação simultânea de ambos os membros superiores, visando comparar e identificar possíveis alterações na angulação óssea e desvios anormais, presença de calo ósseo, aumento de volume, sinais de dor e também alteração da coloração na região de interesse.

Após identificar a fase em que foram originadas adotou-se a seguinte classificação: A – Nenhuma evidência de fratura em ambas as asas; B – Evidência de fratura em pelo menos uma das asas; C – Evidência de fratura nas duas asas ou fratura com exposição óssea de pelo menos uma das asas.

Após as avaliações físicas e registros dos escores, as aves foram conduzidas para a área da pendura por colaboradores treinados e ocorreu de acordo com o procedimento padrão estabelecido pela integradora. Todas as aves foram abatidas conforme o procedimento de rotina comercial do MAPA.

Análise estatística

Os dados referentes à limpeza de plumagem, lesão de jarrete, pododermatite, arranhões e fraturas da criação e do pré-abate 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 à 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. 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. Fase de criação: pododermatite, lesão de jarrete e limpeza de plumagem

A incidência de frangos de corte que apresentaram pelo menos algum nível de pododermatite variou de 68,4 a 88,7% e de lesão de jarrete de 48,7 a 76,3% nos galpões de estudo (Tabela 21). Em média 97,8% dos animais apresentou algum tipo de sujidade na plumagem. Esses resultados podem ser explicados em função da umidade da cama dos galpões, tipo de material utilizado e o número de reutilizações (Tabela 22), visto que quanto maior a qualidade da cama geralmente melhor é o aspecto da limpeza da plumagem (FEDERICI et al., 2016) e menor indução de pododermatite e incidência de lesão de jarrete (JONG; GUNNINK; HARN, 2014), pois esses animais ficam em contato direto com esta durante todo o período de criação.

Tabela 21. Proporção (%) de frangos de corte acometidos por algum nível (excetuando-se o escore 0) de pododermatite, lesão de jarrete e limpeza de plumagem nos quatro galpões de estudo.

Avaliações	Galpões				Média
	1	2	3	4	
Pododermatite (%)	88,7	83,7	68,4	78,5	79,8
Lesão de jarrete (%)	76,3	48,7	70,9	36,7	58,2
Limpeza de plumagem (%)	100	98,7	92,5	100	97,8

Dentre as avaliações de lesões oriundas da fase de criação, a pododermatite foi a lesão mais observada em todos os galpões, onde em média 79,8% dos animais avaliados apresentaram essa lesão, contrastando com a baixa prevalência de 48,9% relatada por Saraiva, Saraiva e Stilwell (2016), 44,0% por Kjaer et al. (2006) e de 11,0% por Haslam et al. (2007).

Apesar do aumento de umidade de cama ter sido maior nos galpões 3 e 4 a incidência de pododermatite e de lesão de jarrete nesses galpões não foram necessariamente as maiores (Tabelas 21 e 22). As maiores lesões de pododermatite, entretanto, ocorreram nos galpões 1 e 2, cujo substrato utilizado foi o pó de eucalipto, tornando evidente que camas reutilizadas por maior número de vezes apresentaram maior incidência de lesões e corroborando com estudos que têm provado que diferentes substratos possuem a capacidade de afetar de maneiras distintas a incidência de pododermatite (SU; SORENSEN; KESTIN, 2000; OLIVEIRA; CARVALHO, 2002; AVILA et al., 2008; VIEIRA et al., 2015).

Este estudo ainda contraria os achados de Vieira et al. (2015) que demonstraram que lesões de pododermatite não sofrem influência em função da quantidade de reutilização da cama (VIEIRA et al., 2015).

Já as maiores porcentagens de aves acometidas por lesão de jarrete ocorreram nos galpões 1 e 3. Neste caso, em específico, pode-se considerar possivelmente que as lesões de jarrete foram induzidas pelo tipo de material de cama e também pelo aumento de umidade ao longo da criação, como já afirmado por WANG, EKSTRAND e SVEDBERG (1998) e ALLAIN et al. (2009).

Embora este estudo tenha sido realizado em galpões de pressão negativa, onde existe um maior controle das variáveis climáticas dentro das instalações, os valores de umidade de cama observados foram influenciados pelos materiais que compunham as camas (CARVALHO et al., 2011), assim como o número de reutilizações. Além disso, apesar de lesões como pododermatite e lesão de jarrete serem ótimos marcadores da degradação da cama (MARTRENCAR et al., 2002; AA, 2008) os fatores que causaram as lesões desse estudo podem ser consideradas multifatoriais (MARTLAND, 1984; ALLAIN et al., 2009; YOUSSEF et al., 2011), não podendo se afirmar qual efeito ou fator foi o responsável, até mesmo porque não foi o intuito do presente trabalho.

Tabela 22. Médias e desvios padrão (DP) dos valores de umidade da cama de frango (%) inicial e final, analisadas no início e final da criação dos lotes de frangos de corte e características da cama (substratos e quantidade de reutilizações) dos quatro galpões.

Galpões	Umidade de cama (%)		Características da cama	
	Início do lote (Média ± DP)	Final do lote (Média ± DP)	Substratos	Reutilizações
1	23,6 ± 4,98 ^a	27,3 ± 8,20 ^a	Pó de eucalipto	5
2	36,6 ± 11,7 ^a	41,2 ± 17,2 ^a	Pó de eucalipto	3
3	15,2 ± 16,4 ^a	34,1 ± 9,66 ^b	Pó de pinus	2
4	20,1 ± 4,49 ^a	33,8 ± 11,3 ^b	Pó de pinus	2
Média + DP	23,9 ± 13,0 ^a	34,1 ± 12,6 ^b	..	3

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T-Student a 5% de significância.

.. Dado numérico não se aplica.

Ainda em relação à umidade de cama e seus efeitos prejudiciais aos frangos de corte, não se encontra na literatura valores-referência para a mesma. Isso se deve, possivelmente, às variações quanto ao tipo de substrato e a haver outros fatores como sanidade do lote que pode apresentar problemas como poliúria e diarreia (COLLET, 2012) e que podem afetar a umidade ao longo da criação.

Em relação à cama de pinus, o Manual de Manejo de Frangos de Corte Cobb (COBB, 2012) afirma que esse material possui excelente absorção, porém deve-se ter em mente que camas de frango se tornam úmidas quando a taxa de adição de água (através da urina, fezes ou mesmo vazamento de bebedouros) na cama excede a taxa de remoção de água (por meio da evaporação) (COLLET, 2012), o que possivelmente foi o que ocorreu nos galpões 3 e 4 em relação ao aumento de umidade observado.

Ainda, problemas com relação ao resfriamento adiabático evaporativo e à ventilação podem ter contribuído na geração de aumento de umidade de cama, sujidade da plumagem e lesões em geral (ROSS, 2014). O *design* das instalações rurais e a capacidade de ventilação não acompanharam, na mesma proporção, os muitos anos de intensa seleção genética voltadas ao crescimento das aves que, indiretamente, aumentaram também a ingestão de água e alimentos e conseqüentemente as taxas de excreção. Collett (2012) afirma que em aviários com aproximadamente 20 mil aves e densidades de 34 kg/m², cerca de 2,50 toneladas de água oriunda das excretas são depositadas diariamente sobre a

cama. Isso significa que as instalações de pressão negativa talvez não tenham sido eficientes em auxiliar no processo de evaporação da umidade.

É encontrado na literatura trabalhos que apresentaram uma variação contrastante com os resultados de pododermatite e lesão de jarrete apresentados nesse estudo (Tabela 23). A justificativa para tais diferenças entre os dados expostos abaixo e também entre os galpões dessa pesquisa se deve provavelmente às condições de criação que variam grandemente entre os países e as fazendas, além das condições experimentais empregadas em cada pesquisa. Outro fator que torna ainda mais difícil a comparação dos resultados com outros trabalhos é que os sistemas de classificação das lesões por meio de escores não são padronizados.

Observou-se que a lesão leve (Escore 1 e 2) foi o tipo de pododermatite mais prevalente nos animais do estudo, afetando em média 51,6% dos animais avaliados, seguido pela pododermatite do tipo severa (Escore 3 e 4), em 28,3% das aves avaliadas (Tabela 24). Esses valores contrastam com os observados por Saraiva, Saraiva e Stilwell (2016) que observaram 51,1% de animais hígidos, 20,2% de animais com lesões leves e 28,7% com lesões severas de pododermatite.

É importante salientar ainda que a proporção média de frangos de corte com coxins hígidos (20,1%) foi menor que os 50% observados por Jong, Gunnink e Harn (2014) em frangos de corte criados em camas cuja umidade era controlada e, é importante ainda comentar que no estudo desses autores, um dia antes do abate 99% dos animais apresentaram lesões severas de pododermatite quando criados em camas com alta umidade, valor bem acima do encontrado nesse estudo. Dessa forma, conclui-se que apesar da lesão leve ser a mais prevalente nesse estudo, sob o ponto de vista do bem-estar animal o ideal seria que a maioria dos animais não apresentassem lesões de coxim plantar.

Tabela 23. Incidência de pododermatite e de lesão de jarrete (%) verificados na pesquisa e observados na literatura.

Lesão	Dados da pesquisa	Dados da literatura	Referências
Pododermatite	68,4 a 88,7	84,0	Federici et al. (2016)
		44,5 a 90,3	Vieira et al. (2015)
		99,0 – lesão severa em camas úmidas 2,00 – lesão severa em camas secas	Jong, Gunnink e Harn (2014)
		79,2	Gouveia, Vaz-Pires e Martins da Costa (2009)
		70,8 – lesão severa	Allain et al. (2009)
		4,50 – densidade de 10 aves/m ² 10,6 – densidade de 13 aves/m ² 15,3 – densidade de 16 aves/m ²	Garcia et al. (2002)
		5,00 a 10,0 – lesão severa 10,0 a 35,0 – lesão leve	Berg (1998)
		Lesão de jarrete	36,7 a 76,3
		95,0 – algum tipo de lesão 38,8 – lesão leve	Allain et al. (2009)
		7,00 a 20,0	Berg (2004)

Tabela 24. Proporção (%) de frangos de corte classificados nos escores 0, 1, 2, 3 e 4 na avaliação de pododermatite nos quatro galpões de estudo.

Galpões	Pododermatite (%)				
	Sem lesão	Lesão leve		Lesão severa	
	Escore 0	Escore 1	Escore 2	Escore 3	Escore 4
1	11,3 ^a	41,3 ^b	28,7 ^{a,b}	13,7 ^a	5,00 ^{a,c}
2	16,3 ^{a,d}	27,5 ^{a,c}	13,7 ^{a,d}	37,5 ^{b,c}	5,00 ^d
3	31,6 ^a	35,4 ^a	20,3 ^{a,b}	12,7 ^b	-
4	21,5 ^{a,c}	17,7 ^a	21,5 ^{a,c}	39,3 ^c	-
Média geral	20,1	30,5	21,1	25,8	2,50

Porcentagens seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

- Dado numérico igual a zero, não resultante de arredondamento.

Verificou-se que animais com lesão leve (Escore 1 e 2) foi o tipo de lesão de jarrete mais prevalente, acometendo 57,2% dos frangos de corte avaliados, seguidos por 41,9% de animais sem nenhuma lesão (Escore 0) (Tabela 25). Ainda nesse caso tampouco se observou lesões severas (Escore 3 e 4). Os resultados de lesões consideradas leves estão muito acima

dos relatos por Saraiva, Saraiva e Stilwell (2016), pois de um total de 9,67% de animais apresentando algum nível de lesão, apenas 7,34% apresentaram lesões leves, enquanto para a avaliação de lesões severas, os resultados desse estudo foram inferiores, visto que os autores encontraram uma prevalência de 2,33% desse tipo de lesão.

Tabela 25. Proporção (%) de frangos de corte classificados nos escores 0, 1, 2, 3 e 4 na avaliação de lesão de jarrete nos quatro galpões de estudo.

Galpões	Lesão de jarrete (%)				
	Sem lesão	Lesão leve		Lesão severa	
	Escore 0	Escore 1	Escore 2	Escore 3	Escore 4
1	23,7 ^a	57,5 ^b	18,8 ^a	-	-
2	51,3 ^a	45,0 ^a	3,70 ^b	-	-
3	29,1 ^a	60,8 ^b	7,58 ^c	2,52 ^c	-
4	63,3 ^a	30,4 ^b	5,05 ^c	1,25 ^{c,d}	-
Média geral	41,9	48,4	8,77	0,93	-

Porcentagens seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

- Dado numérico igual a zero, não resultante de arredondamento.

Foi possível observar que os animais que apresentaram lesões de jarrete classificadas como severa foram os criados em camas de pó de pinus, que conforme explanado acima apresentaram aumento significativo da umidade ao longo da criação, o que pode ter exercido algum efeito sobre a geração desse tipo de lesão.

O desenvolvimento de lesões de jarrete é mais tardio que em relação ao desenvolvimento de pododermatite, e a explicação para isso é que os frangos de corte estão constantemente com as patas no chão, enquanto que os jarretes tocam o solo com menor frequência - apenas quando estes animais se sentam para descansar ou conforme ganham mais peso e a atividade física (movimentação do animal) diminui -, verificado mais acentuadamente ao final do ciclo produtivo (GREENE; MCCRACKEN; EVANS, 1985), o que justifica a qualidade das lesões encontradas nessa pesquisa.

Animais cuja sujidade foi considerada severa (Escore 2 e 3) foram os mais prevalentes desse estudo, acometendo 60,6% dos animais avaliados, seguido por 37,2% de frangos com sujidade leve (Escore 1) e, apenas 2,20% dos avaliados apresentaram-se sem sujidade (Escore 0) (Tabela 26).

Tabela 26. Proporção (%) de frangos de corte classificados nos escores 0, 1, 2 e 3 na avaliação de limpeza de plumagem nos quatro galpões de estudo.

Galpões	Limpeza de plumagem (%)			
	Sem sujidade	Sujidade leve	Sujidade severa	
	Escore 0	Escore 1	Escore 2	Escore 3
1	-	35,0 ^b	33,7 ^{b,c}	31,3 ^{b,d}
2	1,30 ^a	57,4 ^b	35,0 ^c	6,30 ^{a,b}
3	7,50 ^a	22,5 ^{a,c}	32,5 ^{b,c}	37,5 ^c
4	-	33,7 ^b	37,5 ^{b,c}	28,8 ^{b,d}
Média geral	2,20	37,2	34,6	26,0

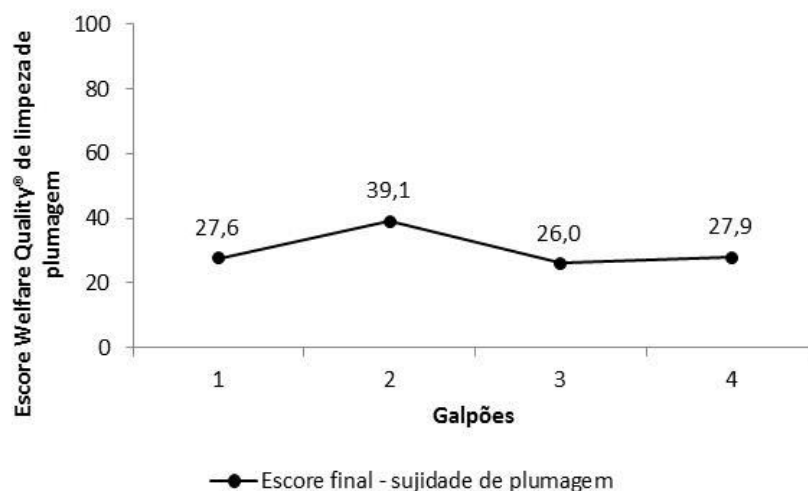
Porcentagens seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

- Dado numérico igual a zero, não resultante de arredondamento.

A avaliação de limpeza de plumagem preconizada pelo protocolo *Welfare Quality* deriva do estudo de Wilkins et al. (2003) e, esses autores afirmam que frangos de corte classificados no escore 3 do protocolo são inaceitáveis sob o ponto de vista da higiene, mas que dependendo da situação o escore 2 também pode ser incluído nessa categoria, pois o ponto de corte para sujidade aceitável depende da relação entre a limpeza da plumagem nos frangos vivos e as condições higiênicas da carcaça, por isso o protocolo classificou esses escores na categoria de sujidade severa. No caso desse estudo, a maioria dos animais avaliados encontrou-se nessa categoria, de modo que nessas condições esses animais poderão contribuir para sujar a área de pendura, fazendo com que essa operação esteja susceptível à contaminação com consequências higiênicas para os equipamentos e operadores envolvidos. Fora isso, conforme observado por Whyte et al. (2001) a sujidade da plumagem também contamina a água do tanque de escaldagem onde as aves são imersas e, conseqüentemente, contamina as carcaças o que, potencialmente se torna um risco para a segurança do produto final.

Segundo o protocolo de avaliação de bem-estar animal *Welfare Quality* utilizado nesse estudo, o item limpeza de plumagem reflete condições de bem-estar pobre quando o escore final de avaliação de sujidade está mais próximo de 0 do que de 100, o que significa que os frangos de corte encontravam-se com a plumagem mais suja, o que foi constatado em cada um dos galpões desse estudo (Figura 14), reiterando as informações já apresentadas (Tabela 26).

Figura 14. Escores finais de sujidade de plumagem calculados para cada galpão do estudo de acordo com o preconizado pelo protocolo Welfare Quality (2009).

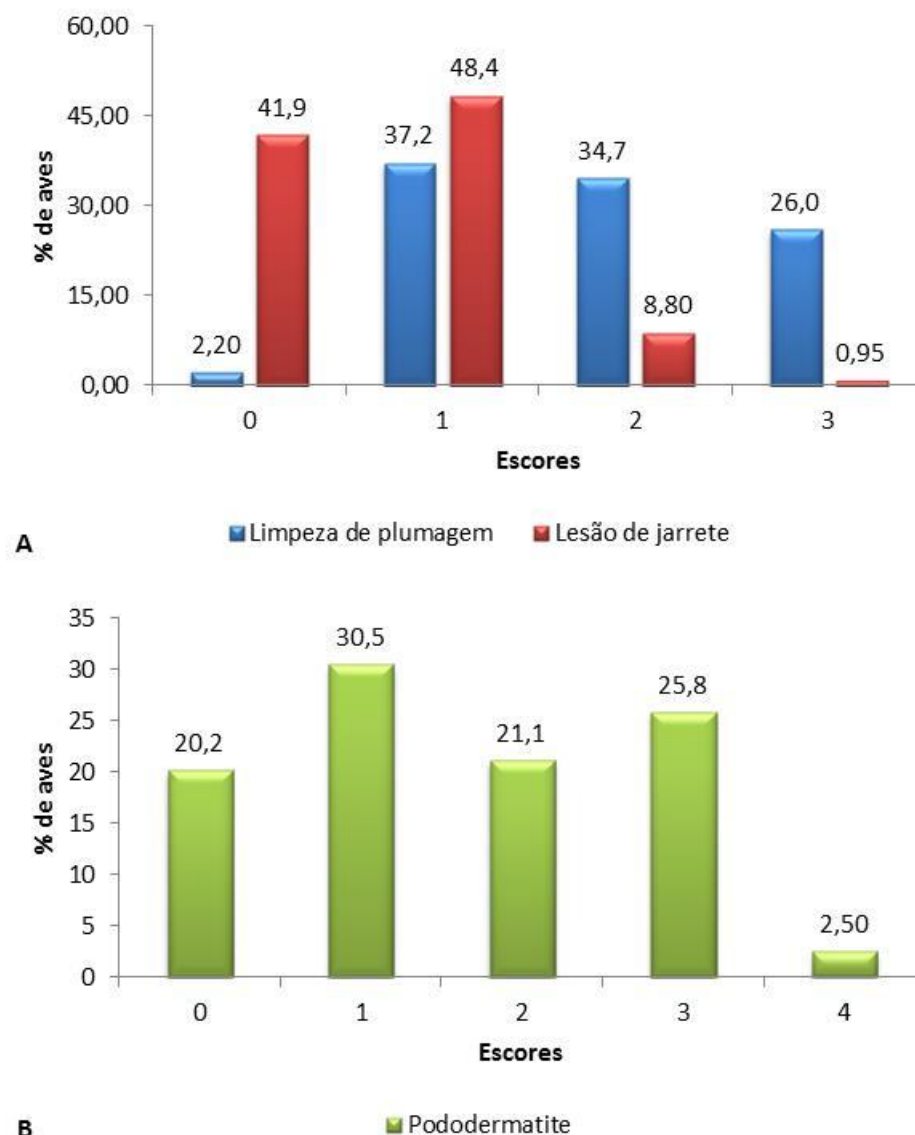


Fonte: A autora.

Possivelmente as condições da cama, assim como as diferenças individuais de cada galpão desempenharam um papel importante nos resultados de limpeza de plumagem e lesões de criação. Do mesmo modo como as variações ocorridas nos transportes, com relação à distância e aspectos climáticos e também o tempo de espera tiveram influência nas lesões de pré-abate.

As proporções de frangos de corte exibindo lesão de jarrete, pododermatite e limpeza de plumagem diminuíram conforme se aumentou a severidade do escore (Figura 15). Ou seja, as lesões e sujidades consideradas leves (avaliadas por meio dos escores 1 e 2) foram mais prevalentes nesse estudo do que as severas (escores 3 e 4), o que pode indicar que a criação dos frangos de corte nos galpões de pressão negativa estudados e todas as características inerentes ao sistema, como temperatura e umidade do ar, qualidade de cama, densidade e manejo não proporcionaram condições tão extremas que poderiam ocasionar o surgimento de lesões mais graves.

Figura 15. Proporções (%) de frangos de corte classificados nos escores 0 a 3 nas avaliações de limpeza de plumagem e lesão de jarrete (A) e classificadas nos escores 0 a 4 na avaliação de pododermatite (B) nos quatro galpões de estudo.



Fonte: A autora.

4.3.2. Fase de criação e pré-abate: arranhões e fraturas

Observou-se que, em média, a criação foi o período em que os frangos de corte tiveram mais arranhões (89,3%) e fraturas de asa (15,3%) do que quando comparados com tais lesões geradas durante o período pré-abate (22,0 e 1,50%, respectivamente) (Tabela 27).

A duração da fase de criação é mais longa (média de 44 dias) do que a duração da fase de pré-abate (média de 8 horas, considerando o início da apanha e o término da

espera), significando, possivelmente, que os frangos de corte estão mais sujeitos a desenvolver arranhões e fraturas ao longo da criação. Ainda, segundo o protocolo *Welfare Quality* fraturas de asa podem ocorrer durante a apanha, transporte e remoção das aves de dentro das caixas para serem colocadas na nória, entretanto, é possível que essas lesões tenham ocorrido durante a criação devido a manejos aversivos ou movimentação abrupta das aves. O método e a técnica escolhidos durante a operação da apanha possivelmente evitou o amontoamento das aves nas extremidades do galpão, garantindo menor movimentação, bater de asas, tentativas de escape e de voo, reações de fuga comumente observadas nas avaliações de campo desse estudo.

Tabela 27. Proporção (%) de frangos de corte acometidos por arranhões e fraturas de asa oriundos do período de criação e de pré-abate nos quatro galpões de estudo.

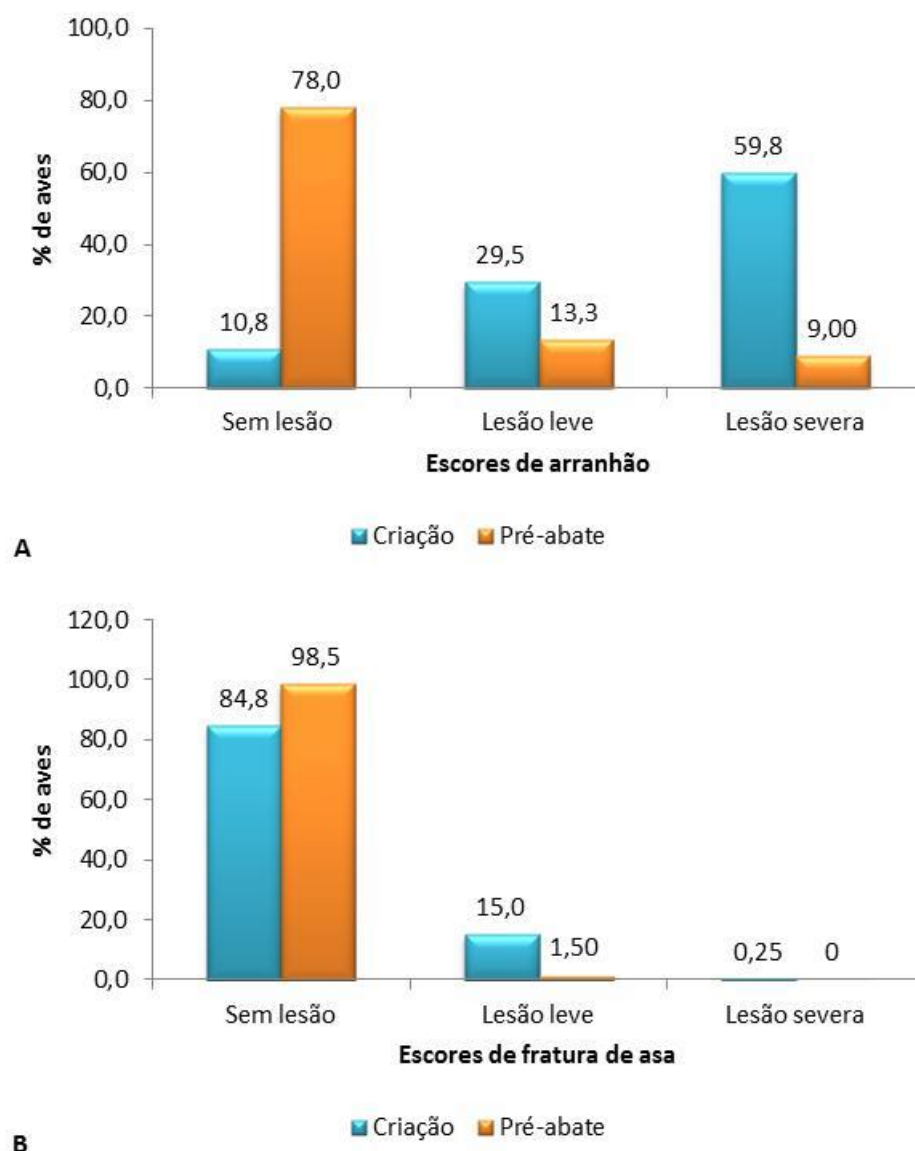
Galpões	Arranhão (%)		Fratura de asa (%)	
	Criação	Pré-abate	Criação	Pré-abate
1	89,0	4,00	9,00	1,00
2	94,0	11,0	18,0	1,00
3	85,0	29,0	15,0	4,00
4	89,0	44,0	19,0	-
Média geral	89,3	22,0	15,3	1,50

- Dado numérico igual a zero, não resultante de arredondamento.

Embora frangos de corte possuam penas dotadas de função protetiva, é comum se observar animais com pouco empenamento, principalmente no final do ciclo produtivo (GARCIA et al., 2002). O pouco volume de penas – observado frequentemente na região do peito e dorso - acaba deixando a fina pele desses animais mais exposta, por isso, pode-se afirmar que é relativamente fácil um frango de corte apresentar arranhões, o que pode explicar em parte a alta porcentagem de aves arranhadas nesse estudo.

Diante das justificativas acima, esse estudo demonstrou que fatores relacionados à criação geraram mais arranhões e fraturas de asa nos frangos de corte do que os fatores relacionados à fase de pré-abate (Figura 16).

Figura 16. Representações gráficas das proporções médias (%) dos frangos de corte classificados nos escores A – Sem lesão, B – Lesão leve e C – Lesão severa, na avaliação de arranhão da criação e do pré-abate (A) e da avaliação de fratura de asa da criação e do pré-abate (B).



Fonte: A autora.

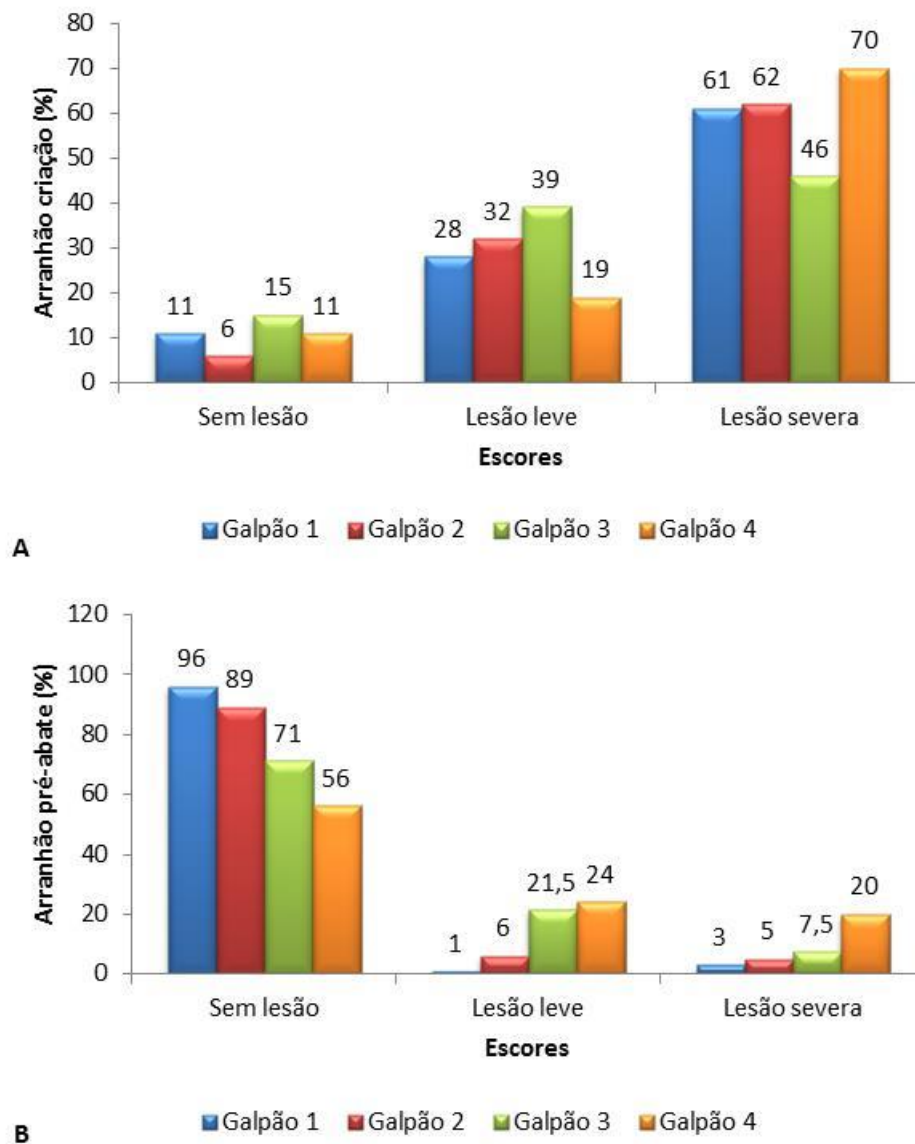
Ao contrário do encontrado no presente estudo, Jacobs et al. (2016) verificaram que a prevalência de fraturas de asa aumentou significativamente depois da apanha e espera ($1,90 \pm 0,15\%$) quando comparados com a verificada antes da apanha, relacionada à criação ($0,12 \pm 0,05\%$). Além disso, observaram que não houve diferença entre a incidência de lesões de pele originadas na fase de pré-abate ($30,6 \pm 2,42\%$) e a incidência das lesões oriundas da fase de criação ($29,1 \pm 2,46\%$). Embora no estudo de Nijdam et al. (2004) não tenha sido deixado claro o tipo de arranhão analisado, bem como se tratava-se de um arranhão antigo ou recente, os autores encontraram porcentagens médias de 2,20% de

arranhões, com valores mínimos e máximos entre 0,25 e 5,75%, respectivamente, que estão muito abaixo de qualquer um dos tipos de arranhões observados nesse estudo. Salienta-se que ao longo desse estudo, não se constatou fraturas de perna no universo amostral dos 320 frangos de corte avaliados.

Durante a criação, em todos os galpões de estudo a maioria dos arranhões recebeu a classificação relativa ao escore C (Figura 17A), ou seja, quando se observava a presença de um arranhão profundo ou pelo menos três arranhões superficiais sobre a pele da região ventral, dorsal, das pernas ou sambiqueira. E com relação aos arranhões do pré-abate verificou-se que a maioria dos frangos de corte avaliados não apresentou evidência de arranhão superficial ou profundo sobre as mesmas regiões do corpo, sendo classificados no escore A (Figura 17B). Sendo assim, conclui-se que durante a criação foram gerados mais arranhões do que em relação ao pré-abate.

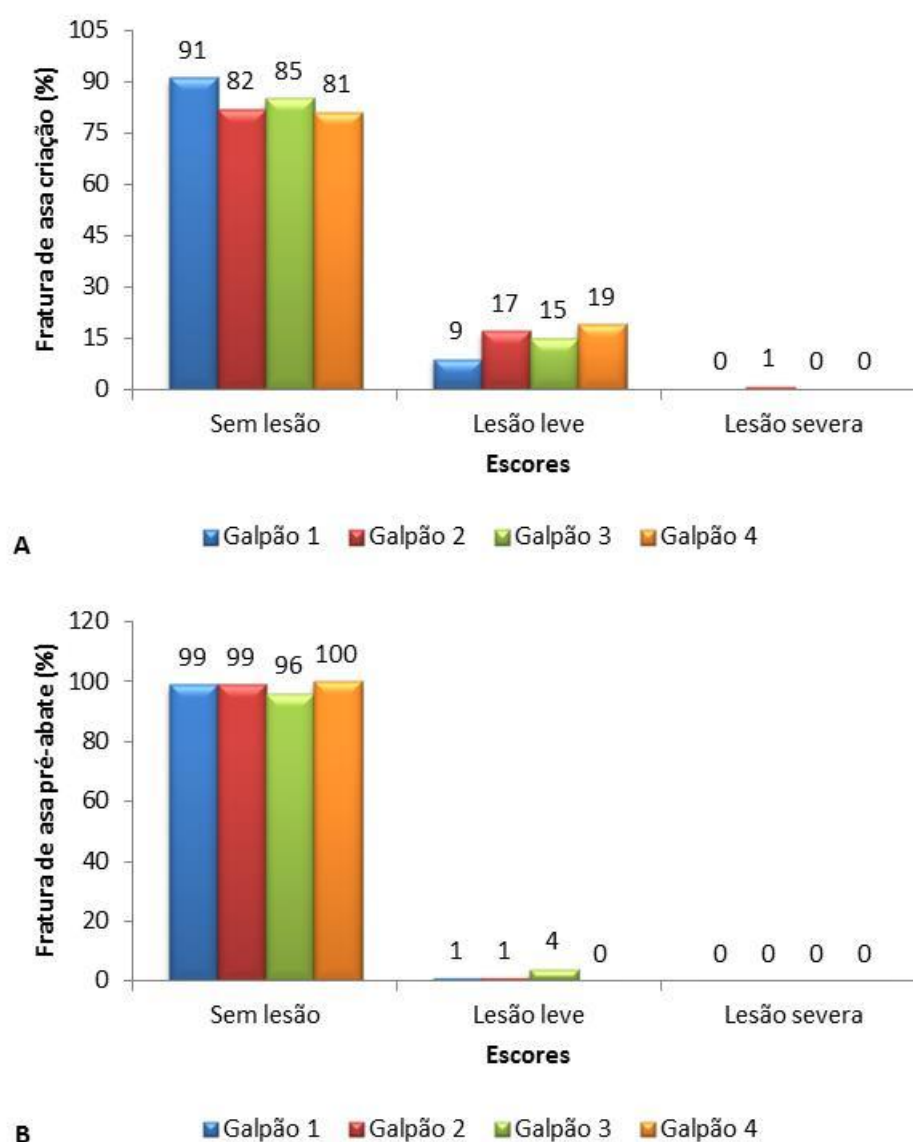
Ferreira, Sesterhenn e Kindlein (2012), Maschio (2012) e Lima, Mascarenhas e Cerqueira (2014) afirmam que as fraturas figuram sempre como umas das principais causas de condenações de carcaças de frangos de corte em abatedouros brasileiros. Neste estudo, entretanto, observou-se uma baixa incidência de fraturas de asas oriundas do período de criação (Figura 18A) e quase não foi observada tal lesão relacionada ao pré-abate (Figura 18B). A análise desses resultados isoladamente não garante que os animais desse estudo tiveram boas condições de criação e de pré-abate, mas de modo geral é bastante positivo afirmar que um número pequeno de frangos de corte apresentou fraturas nas asas mesmo com tantos fatores estressores aos quais eles são submetidos durante todo o ciclo produtivo e também durante o período de pré-abate (CARVALHO et al., 2015).

Figura 17. Representações gráficas das proporções (%) de arranhão da criação (A) e das proporções (%) de arranhão do pré-abate (B), nos escores A – Sem lesão, B – Lesão leve e C – Lesão severa para cada um dos quatro galpões de estudo.



Fonte: A autora.

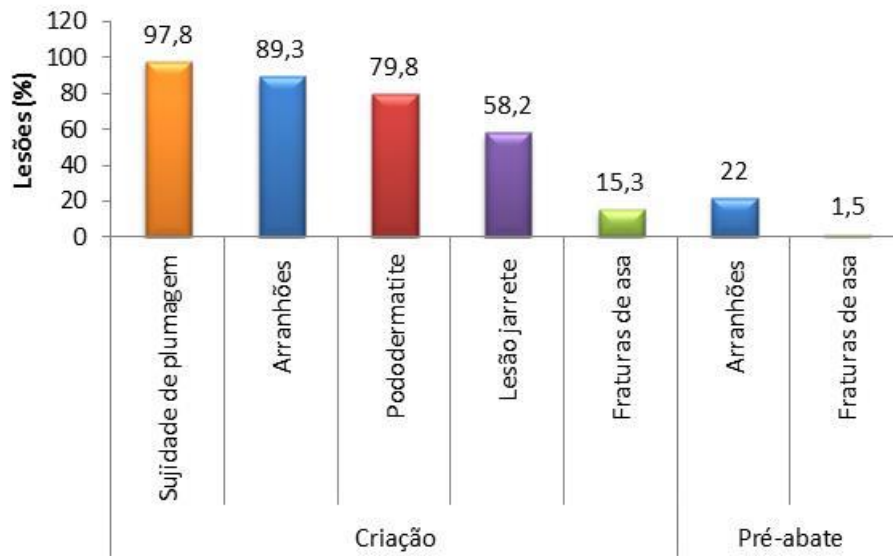
Figura 18. Representações gráficas das proporções (%) de fratura de asa da criação (A) e de fratura de asa do pré-abate (B), nos escores A – Sem lesão, B – Lesão leve e C – Lesão severa, para cada um dos quatro galpões de estudo.



Fonte: A autora.

Durante a criação em ordem decrescente, foi observada maior prevalência de aves com alguma sujidade na plumagem, seguidas de aves apresentando arranhões, depois com algum grau de pododermatite e, por fim algum tipo de lesão de jarrete e de fratura de asa. No que diz respeito às lesões ocorridas durante a fase de pré-abate, foi observado maior incidência de arranhões seguida por poucas aves apresentando fratura de asa (Figura 19).

Figura 19. Representações gráficas das proporções (%) de limpeza de plumagem, lesão de jarrete, pododermatite, arranhões e fratura de asa da criação e arranhão e fratura de asa do pré-abate.



Fonte: A autora.

Os resultados observados nesse estudo demonstraram que lesões ocorrem em sua maioria durante a criação dos frangos de corte, mas que, apesar disso, o período pré-abate também é responsável pela geração de injúrias e trata-se de um período crítico em função das más condições de transporte e espera.

4.4. Conclusões parciais

Conclui-se que as lesões leves foram predominantes nas avaliações de pododermatite e lesão de jarrete, assim como nível severo foi verificado na maior parte dos animais avaliados quanto à limpeza de plumagem.

Os frangos na fase de criação apresentaram mais arranhões e fraturas de asa do que no período pré-abate e durante a criação as lesões receberam a pior classificação do que quando comparados com o pré-abate.

REFERÊNCIAS

- AA, A. V. D. Clay minerals to fight footpad lesions. **Feed Mix**, Doetinchen, v. 16, n. 5, p. 1-4, 2008.
- ALLAIN, V.; MIRABITO, L.; ARNOULD, C.; COLAS, M.; LE BOUQUIN, S.; LUPO, C.; MICHEL, Dr. V. Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. **British Poultry Science**, London, v. 50, n. 4, p. 407-417, 2009.
- AVILA, V. S.; OLIVEIRA, U.; FIGUEIREDO, E. A. P.; COSTA, C. A. F.; ABREU, V. M. N.; ROSA, P. S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 273-277, 2008.
- BESSEI, W. Welfare of broilers: a review. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 62, p. 455-466, 2006.
- BROOM, D. M.; REEFMANN, N. Chicken welfare as indicated by lesions on carcasses in supermarkets. **British Poultry Science**, London, v. 46, p. 407-414, 2005.
- 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**, Tokyo, v. 86, p. 189-193, 2015.
- CARVALHO, T. M. R.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, G. S.; BUENO, L. G. F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 4, p. 351-361, 2011.
- COBB Vantress Brasil. Manual de Manejo de Frangos de Corte. 2012, 74p.
- COLLET, S. R. Nutrition and wet litter problems in poultry. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, n. 173, p. 65-75, 2012.
- 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. **American Association of Avian Pathologists**, v. 40, n. 3, p. 546-552, 1996.
- 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**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 133-140, 2016.
- FERREIRA, T. Z.; SESTERHENN, R.; KINDLEIN, L. Perdas econômicas das principais causas de condenações de carcaças de frangos de corte em Matadouros-Frigoríficos sob Inspeção Federal no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 1-6, 2012.
- GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; NÄÄS, I. A.; MOREIRA, J.; ALMEIDA, I. C. L.; TAKITA, T. S. Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento, incidência de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2002.
- GREENE, J. A.; MCCRACKEN, R. M.; EVANS, R. T. Contact dermatitis of broilers – clinical and pathological findings. **Avian Pathology**, Huntingdon, v. 14, n. 1, p. 23-38, 1985.
- GREGORY, N. G. Welfare and Hygiene during Preslaughter Handling. **Meat Science**, Barking, v. 43, suplemento 1, p. S35-S46, 1996.
- 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**, London, v. 48, p. 264-275, 2007.

- JACOBS, L.; DELEZIE, E.; DUCHATEAU, L.; GOETHALS, K.; TUYTTENS, F. A. M. Impact of the separate pre-slaughter stages on broiler chicken welfare. **Poultry Science**, Champaign, v. 0, p. 1-8, 2016.
- JONG, I. C.; GUNNINK, H.; HARN, J. V. Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 23, p. 51-58, 2014.
- 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, p. 387-389, 2015.
- KJAER, J. B.; SU, G.; NIELSEN, B. L.; SORENSEN, P. Foot pad dermatitis and hock burn in broiler chickens and degree of inheritance. **Poultry Science**, Champaign, n. 85, p. 1342-1348, 2006.
- KRISTENSEN, H. H.; PERRY, G. C.; PRESCOTT, N. B.; LADEWIG, J.; ERSBOLL, A. K.; WATHES, C. M. Leg health and performance of broiler chickens reared in different light environments. **British Poultry Science**, London, v. 47, p. 257-263, 2006.
- LANGKABEL, N.; BAUMANN, M. P. O.; FEILER, A.; SANGUANKIAT, A.; FRIES, R. Influence of two catching methods on the occurrence of lesions in broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 94, p. 1735-1741, 2015.
- LIMA, K. C.; MASCARENHAS, M. T. V. L.; CERQUEIRA, R. B. Técnicas operacionais, bem estar animal e perdas econômicas no abate de aves. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 38-45, 2014.
- MARTLAND, M. F. Wet litter as a cause of plantar pododermatitis leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. **Avian Pathology**, Abingdon, v. 13, p. 241-252, 1984.
- MARTRENCAR, A.; BOILLETOT, E.; HUONNIC, D.; POL, F. Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 52, n. 3-4, p. 213-226, 2002.
- MASCHIO, M. M. Impacto financeiro das condenações post-mortem parciais e totais em uma empresa de abate de frango. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, n. esp. Alimentos, p. 26-38, 2012.
- 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**, Champaign, v. 83, p. 1610-1614, 2004.
- OLIVEIRA, M. C.; CARVALHO, I. D. Rendimento e lesões em carcaça de frangos de corte criados em diferentes camas e densidades populacionais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1076-1081, 2002.
- ROSS. Broiler management handbook. Aviagen. 2014. Disponível em: http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014i-EN.pdf. Acessado em: 13/02/2017.
- R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SARAIVA, S.; SARAIVA, C.; STILWELL, G. Feather conditions and clinical scores as indicators of broilers welfare at the slaughterhouse. **Research in Veterinary Science**, London, n. 107, p. 75-79, 2016.
- SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de zootecnia**, Cordoba, v. 59, p. 113-131, 2010.

- SORENSEN, P.; SU, G.; KESTIN, C. Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 864-870, 2000.
- SU, G.; SORENSEN, P.; KESTIN, C. A note on the effects of perches and litter substrate on leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 1259-1263, 2000.
- VIEIRA, M. F. A.; TINÔCO, I. F. F.; SANTOS, B. M.; INOUE, K. R. A.; MENDES, M. A. S. A. Sanitary quality of broiler litter reused. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 5, p. 800-807, 2015.
- WANG, G.; EKSTRAND, C.; SVEDBERG, J. Wet litter and perches a risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. **British Poultry Science**, London, v. 39, n. 2, p. 191-197, 1998.
- WELFARE QUALITY. Welfare Quality® assessment protocol for poultry. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, 2009. 111p.
- WILKINS, L. J.; BROWN, S. N.; PHILLIPS, A. J.; WARRIS, P. D. Cleanliness of broilers when they arrive at poultry processing plants. **Veterinary Record**, London, v. 152, p. 701-703, 2003.
- WHYTE, P.; COLLINS, J. D.; MCGILL, K.; MONAHAN, C.; O'MAHONY, H. The effect of transportation on excretion rates of Campilobacters in Market-age broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 817-820, 2001.
- YOUSSEF, I. M. I.; BEINEKE, A.; ROHN, K.; KAMPHUES, J. Impacts of diet composition and litter quality on development and severity of foot pad dermatitis in growing turkeys. **Lohmann Information**, v. 46, n. 1, p. 10-20, 2011.

5 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE DE DIFERENTES LINHAGENS: ESTUDO DE CASO EM AVIÁRIOS COMERCIAIS DE PRESSÃO NEGATIVA

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo realizar um estudo de caso sobre a qualidade físico-química da carne de frangos de corte de diferentes linhagens criados em galpões comerciais de pressão negativa. Os galpões apresentavam as seguintes linhagens: Cobb/Hubbard (mista), Cobb e Ross. Para tanto, foram abatidos aos 42 dias 240 animais. Destes, utilizou-se no presente estudo uma amostra de 12,5% dos animais (30 frangos). Das carcaças foram obtidos os cortes do peito (músculo *Pectoralis major*), onde foram determinados os valores de pH, cor (L* - luminosidade, a* - intensidade de vermelho/verde e b* - intensidade de amarelo/azul), perda de peso por cocção (PPC) e gotejamento (PPG) e força de cisalhamento (FC). Dentre os resultados encontrados, não foi constatado diferença significativa para os valores médios de L*, PPG e PPC para os galpões de pressão negativa com linhagens mista (Cobb/Hubbard), Cobb e Ross, respectivamente. Entretanto, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os valores de pH, a*, b* e FC para as linhagens estudadas. Com base nessas informações pode-se concluir que linhagens distintas apresentam atributos de qualidade de carne estatisticamente diferentes sob o mesmo sistema de produção (pressão negativa).

Palavras-chave: Cor; Força de cisalhamento; Perda de peso por gotejamento; Perda de peso por cocção

ABSTRACT

The objective of this research was to perform a case study about meat quality of broilers from different strains raised in negative pressure aviaries. The aviaries had the following strains: Cobb/Hubbard (mixed), Cobb and Ross. A total of 240 broilers were slaughtered at 42 days. A sample of 12.5% was used in the study. Were obtained the values of pH, color (L^* - luminosity, a^* - intensity of redness and b^* - intensity of yellowness), cook loss (PPC), drip loss (PPG) and shear force (FC) from the breast muscle (*Pectoralis major*) of the carcasses. Among the results found, there was no significant difference for mean values of L^* , PPG and PPC for Cobb/Hubbard, Cobb and Ross strains, respectively. However, significant differences ($p < 0.05$) were found between pH values, a^* , b^* and FC for the studied strains. Based on this information, it can be concluded that in negative pressure production systems there may be a significant difference between the meat quality parameters for different strains.

Keywords: Color; Shear force; Drip loss; Cook loss

5.1. Introdução

Os manejos aos quais os frangos de corte são submetidos durante a criação e a fase de pré-abate têm sido assuntos bastante questionados mundialmente. Principalmente em países desenvolvidos o interesse nesses assuntos tem sido grande, visto que estudos têm provado que animais criados em condições pobres de bem-estar animal e submetidos a manejos aversivos tendem a apresentar efeitos adversos nas carcaças e na qualidade da carne. Além disso, a indústria e os consumidores têm estado mais preocupados com questões relacionadas desde a produção, envolvendo o processamento e o produto final que chega à mesa.

O Brasil tem mostrado sua preocupação frente a essas questões por meio de reuniões envolvendo todas as categorias interessadas, ou seja, produtores, consumidores, academia, indústria e representantes do governo. O entendimento das demandas, necessidades e dificuldades existentes visa propor soluções a curto, médio e longo prazo. Infelizmente, grande parcela da população brasileira ainda desconhece a maneira como os animais são criados e as demais etapas do processo produtivo até o produto final (BONAMIGO; BONAMIGO; MOLENTO, 2012).

Independente dessas considerações deve-se ter em mente que o Brasil ocupa posições de destaque no cenário internacional de produção e exportação de carne de frango inteiro e em pedaços, sendo um dos grandes *players* mundiais, ficando atrás apenas dos EUA com relação à produção mundial e figurando em primeiro lugar com relação à exportação (ANUALPEC, 2016). Por isso mesmo, o país não pode postergar questões relacionadas ao bem-estar animal se quiser continuar a manter sua posição privilegiada e atender à demanda crescente de diversos países, que já se mostra preocupada com a qualidade da produção e da carne que consomem.

Fundamentalmente, para atender a essa demanda é necessário minimizar as falhas de manejo que causam problemas fisiológicos e prejudicam o desempenho produtivo das aves (FERNANDES et al., 2013). Além disso, garantir o bem-estar animal aumenta o valor das carcaças devido à alta qualidade agregada ao produto, obtendo menores perdas causadas por injúrias e aumentando oportunidades de negócio (STOIER et al., 2016).

Frangos de corte são expostos a muitos tipos de estresse, variando de estresse físico (altas temperaturas, vibrações causadas pela aceleração durante o transporte,

confinamento, barulho e altas densidades) até estresse psicológico (quebra da estrutura social e mistura de animais, mudança de ambientes e de odores durante a sua criação e o pré-abate) (ADZITEY, 2011), entre muitos outros fatores vão afetar a qualidade do produto final, que é a carne (KÜCHENMEISTER; KUHN; ENDER, 2005).

Na cadeia avícola a seleção genética aprofunda seus esforços no sentido do desempenho zootécnico, visando maior rendimento de carcaça. A seleção baseada em características econômicas não seleciona necessariamente outras características que podem interessar ao mercado consumidor mais exigente, que procura alimentos saudáveis e que se identiquem sensorialmente com esse personagem. Sendo assim, como afirmado por Boschiero et al. (2009), é importante que as avaliações genéticas sejam revisadas constantemente, pois se existem diferenças entre linhagens para características como rendimento de peito e pernas, é possível que hajam diferenças a nível de qualidade que impactem a decisão de compra do consumidor.

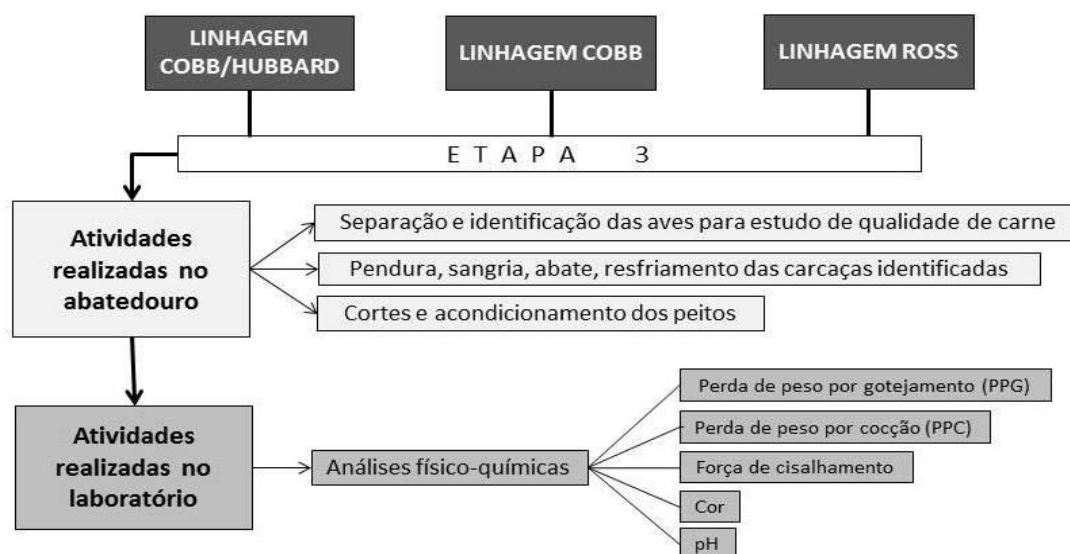
Em relação ao que vem a ser qualidade de carne, Warris (2000) definiu esse termo com base na sua qualidade funcional ou conformacional. Diante disso, qualidades funcionais são basicamente atributos desejáveis em um produto, enquanto que qualidades conformacionais englobam a produção de um produto que atenda a exata especificação dos consumidores. Ou seja, aparência, características tecnológicas, palatabilidade, segurança e ética podem ser considerados componentes de qualidade de carne (WARRIS, 1996).

Diante de toda a problemática exposta acima com relação aos inúmeros fatores que afetam a qualidade da carne, objetivou-se realizar um estudo de caso sobre a qualidade físico-química da carne de frangos de corte de diferentes linhagens criados em galpões comerciais de pressão negativa.

5.2. Material e métodos

Nesta pesquisa, a metodologia referente ao sistema de criação das aves e avaliação climática da criação, transporte e espera foi semelhante à descrita no Capítulo 3 e a metodologia de avaliação das lesões oriundas da criação e do pré-abate foi semelhante à descrita no capítulo anterior. As atividades de coletas de dados, por sua vez, foram divididas em etapas (Figura 20), sendo que a Etapa 3 corresponde à última das etapas e é apresentada neste capítulo.

Figura 20. Organograma da Etapa 3 de coleta de dados.



Fonte: A autora.

5.2.1. Atividades realizadas no abatedouro

Enquanto foram realizadas as avaliações da Análise Física 2 (citadas no Capítulo 4, onde foram consideradas as variáveis pododermatite, lesão de jarrete, fratura de asas e pernas e arranhões), foram colocados em uma caixa sobressalente um total de 10 frangos previamente identificados oriundos de cada galpão estudado com a respectiva linhagem utilizada naquele sistema. As aves foram reidentificadas duplamente com fitas plásticas numeradas, nas articulações escápulo-umeral e coxo-femoral do antímero direito, para que após o abate, quando da saída das carcaças pelos tanques de resfriamento (*pré-chiller* e *chiller*) elas pudessem ser diferenciadas das demais carcaças.

Ao término do abate que foi realizado de acordo com a Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998, do MAPA (BRASIL, 1998), coletaram-se as carcaças identificadas de cada carregamento e efetuaram-se os cortes do peito (*Pectoralis major*). Os cortes foram acondicionados em sacos plásticos e em caixas térmicas com gelo que foram transportadas ao Laboratório de Qualidade de Carnes e Planta de Processamento e ao Laboratório de Produtos Amiláceos e Engenharia de Processos, ambos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (LAN) – ESALQ/USP, onde análises físico-químicas de pH, cor, perda de

peso por gotejamento (PPG), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) foram realizadas.

5.2.2. Atividades realizadas no laboratório

Os peitos foram cortados ao meio e os lados esquerdos foram utilizados para as análises de pH, cor e PPG. Os cortes do lado direito foram utilizados para as análises de PPC e FC. As amostras de peito foram pesadas, identificadas e embaladas a vácuo. Depois, foram mantidas em câmara fria em temperatura de $2 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 horas. Após esse tempo, as análises de pH, cor e PPC foram realizadas. A análise de PPG também teve início 24 horas após o abate, porém sua conclusão ocorreu após 72 horas. Em 48 horas após o abate foi realizado a análise de FC.

5.2.2.1. Cor

Para a determinação da cor do peito, foi utilizado um colorímetro portátil (Konika Minolta® Chroma Meter, Modelo CR-400), onde se realizou a leitura dos parâmetros L (intensidade de preto/branco), responsável pela 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 $y=0,3323$ (INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION – CIE, 1978). As leituras foram realizadas em triplicata na face interna do músculo do peito e foram baseadas nos trabalhos de Berri et al. (2005) e Dadgar et al. (2010). Considerou-se como valor final a média das três leituras.

5.2.2.2. pH

Baseado nos trabalhos de Le Bihan-Duval, Millet e Remignon (1999), Santos et al. (2005), Lu, Wen e Zhang (2007) e Schneider et al. (2012), para a determinação do pH do peito utilizou-se um potenciômetro (Oakton®, pH 300, série 35618) com compensação automática de temperatura, calibrado antes das leituras com soluções tampão de pH 4, 7 e 10. O eletrodo de penetração de corpo de vidro foi inserido em triplicata em pontos

diferentes do músculo do peito e os valores foram registrados. Considerou-se como valor final a média das três leituras.

5.2.2.3. Perda de peso por gotejamento

A análise de PPG baseou-se nos estudos de Honikel e Hamm (1994), Dirinck et al. (1996), Rémignon, Desrosiers e Marche (1996) e Van Laack et al. (2000), onde amostras de peito, pesando aproximadamente 100g de massa foram envoltas em embalagens plásticas reticuladas e suspensas no interior de sacolas plásticas de polipropileno (Figura 21). O conjunto, mantido em câmara fria em temperatura de $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$, foi amarrado de maneira que o exsudato não permanecesse em contato com a carne. Após 72 horas do início da análise as amostras foram retiradas da câmara fria e antes da segunda pesagem foi removida a umidade superficial das amostras com o auxílio de papel absorvente. A perda de peso por gotejamento foi determinada pela diferença de massa calculada entre a massa do início da análise e a massa do final e os valores foram expressos em porcentagem.

5.2.2.4. Perda de peso por cocção

Para determinação da PPC foram retiradas as porções craniais e caudais do músculo do peito e as porções restantes foram individualmente pesadas, embaladas a vácuo (Figura 22A) e submetidas a cozimento em banho-maria sob temperatura de $80 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 30 minutos, baseado no trabalho de Dadgar et al. (2010). Após a cocção (Figura 22B) as amostras foram retiradas das embalagens plásticas e, antes da segunda pesagem, foi removida a umidade superficial das amostras com auxílio de papel absorvente. A PPC foi determinada como a porcentagem de peso perdida durante o cozimento.

5.2.2.5. Força de cisalhamento

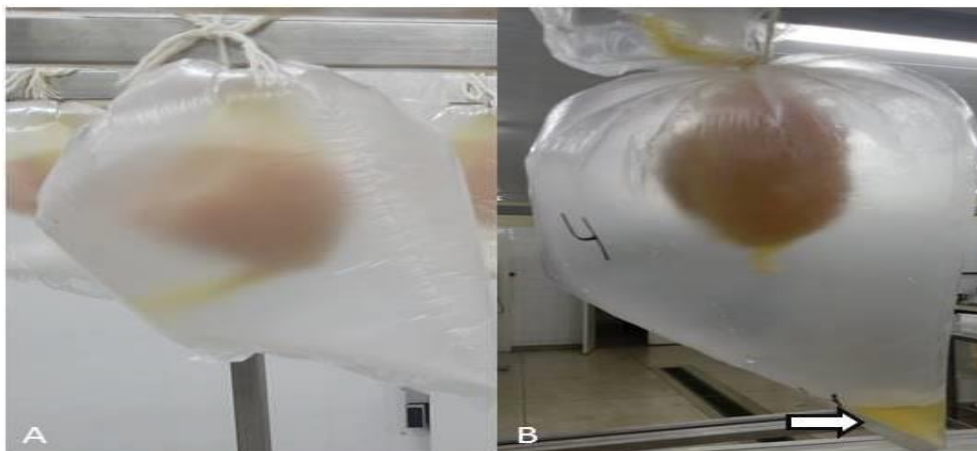
Para medir a dureza dos peitos, no dia seguinte à análise de PPC, foram cortadas réplicas de cada uma das amostras em retângulos medindo 1 cm^2 de seção transversal por 2 cm de comprimento (Figura 23A), cortados na direção paralela às fibras da carne (Figura 23B e C), baseando-se nos trabalhos de Zhang et al. (2005) e Dadgar et al. (2010). Em seguida,

foram submetidas à mensuração da FC. A aplicação da força para cortar as amostras de carne foi realizada utilizando-se um texturômetro (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd.[®], Surrey, UK) com uma célula de carga de 50 kgf e equipado com uma lâmina Warner-Bratzler. Os valores de FC expressos em kgf foram registrados para cada réplica e considerou-se como valor final a média das réplicas de cada amostra de peito.

Análise estatística

Os dados referentes à cor (L^* , a^* e b^*), pH, PPG (%), PPC (%) e FC (kgf) 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. Em todos os casos, as análises foram realizadas com o auxílio do *software* R (R CORE TEAM, 2016).

Figura 21. Amostra de peito de frango no início (A) e no final (B) da análise de perda de peso por gotejamento, com evidência do exsudato.



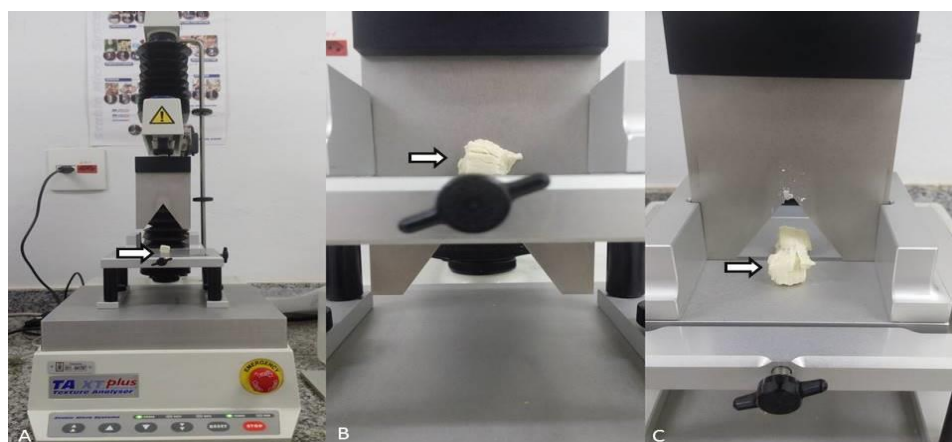
Fonte: A autora.

Figura 22. Amostras de peito de frango embaladas à vácuo antes do cozimento em banho-maria (A) e após a cocção (B) referente à análise de perda de peso por cocção.



Fonte: A autora.

Figura 23. Amostra de peito de frango, evidenciada pelas setas, no início da análise de força de cisalhamento (A), durante (B) e após o corte (C) pela lâmina Warner-Bratzler.



Fonte: A autora.

5.3. Resultados e discussão

Não houve diferença significativa entre os lotes com linhagem mista (Cobb/Hubbard), Cobb e Ross para as variáveis luminância (L^*), perda de peso por gotejamento (PPG) e perda de peso por cocção (PPC) (Tabela 28). Diferenças ($p < 0,05$) foram encontradas entre as linhagens para as variáveis pH, intensidade de vermelho/verde (a^*), intensidade de amarelo/azul (b^*) e força de cisalhamento (FC).

Tabela 28. Médias e desvios-padrão (DP) dos valores de pH, L^* , a^* , b^* , PPG (%), PPC (%) e FC (kgf) das amostras de peito das linhagens estudadas.

Variáveis (Média \pm DP)	Linhagens		
	Cobb/Hubbard (mista)	Cobb	Ross
pH ¹	5,91 \pm 0,11 ^a	6,18 \pm 0,21 ^b	5,90 \pm 0,12 ^a
L^* ²	61,3 \pm 3,55 ^a	59,4 \pm 3,77 ^a	60,3 \pm 3,30 ^a
a^* ¹	1,62 \pm 0,71 ^a	2,40 \pm 1,11 ^b	2,57 \pm 1,23 ^b
b^* ¹	3,42 \pm 1,70 ^a	5,31 \pm 2,44 ^b	5,80 \pm 1,30 ^b
PPG (%) ²	4,20 \pm 0,58 ^a	3,52 \pm 1,07 ^a	3,58 \pm 0,68 ^a
PPC (%) ¹	28,6 \pm 2,91 ^a	28,2 \pm 2,62 ^a	26,1 \pm 4,22 ^a
FC (kgf) ¹	4,56 \pm 1,70 ^{a,b}	3,94 \pm 1,66 ^a	4,78 \pm 1,08 ^b

¹Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

²Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pela Análise da Variância (ANOVA) a 5% de significância.

Sob condições semelhantes de transporte e ambiência, foi encontrado um valor médio de pH de $5,69 \pm 0,07$ no estudo realizado pelos chineses Jiang et al. (2016). Embora a linhagem genética não tenha sido citada nesse estudo, é possível que esse fator tenha exercido impacto no resultado final, diferindo dos resultados encontrados no presente estudo. De modo geral, embora não tenha sido analisado o pH das aves transportadas na dianteira do caminhão, é possível afirmar com base no resultado de outros estudos que frangos transportados na parte traseira das carrocerias sofrem maior estresse térmico em relação aos transportados na dianteira (HUNTER; MITCHELL; MATHEU, 1997; BARBOSA FILHO et al., 2009; SIMÕES et al., 2009; JIANG ET al., 2016), apresentando consequentemente valores de pH mais baixos.

Reconhecidamente a acumulação de lactato com subsequente declínio rápido do pH no período *post mortem* é a causa direta de carnes tipo PSE (SOLOMON; VAN LAACK; EASTRIDGE, 1998). Alguns autores determinaram valores de pH e luminosidade que podem servir de base para uma classificação em grupos de qualidade de carne de frango (Tabela 29) (BARBUT; ZHANG; MARCONE, 2005; BIANCHI; FLETCHER; SMITH, 2005; DADGAR et al., 2010; 2011; 2012; ZHU et al., 2012). É importante que, além dos resultados das avaliações enquadrarem-se com os propostos por esses autores, tanto para pH quanto para L, sejam realizadas outras análises físico-químicas que complementem a avaliação.

Tabela 29. Classificação em grupos de qualidade de carne.

Grupos de qualidade	Atributos	
	pH	L
Normal	5,7 a 6,10	46,0 a 53,0
DFD (<i>Dark, firm, dry</i>)	>6,10	<46,0
PSE (<i>Pale, soft, exudative</i>)	<5,70	>53,0

No presente estudo não foi possível classificar as amostras de peito de frango de diferentes linhagens em grupos de qualidade, visto que os resultados médios de luminosidade e pH mensurados não apresentaram qualquer similaridade aos grupos propostos pela literatura. Os resultados de pH do lote misto (Cobb/Hubbard) e da linhagem Ross se enquadram dentro da normalidade, enquanto que o pH da linhagem Cobb está dentro do que poderia ser considerado DFD, entretanto, quando avaliamos conjuntamente com os resultados de luminosidade, é possível notar que todos os valores condizem com a classificação referente à carnes do tipo PSE, não apresentando diferença estatística entre si.

Apesar disso, alguns trabalhos brasileiros avaliando o transporte de frangos durante o verão (SIMÕES et al., 2009; LANGER et al., 2010) e em condições estressantes durante o pré-abate (BARBOSA et al., 2013) com linhagens comerciais não identificadas encontraram carnes com características PSE em peitos de frango, ressaltando que o estresse agudo, próximo ao abate, tem capacidade de gerar defeitos de qualidade de carne em frangos de corte.

As diferenças na luminosidade e intensidade de vermelho entre as linhagens mista e Cobb já eram esperadas devido às diferenças nos resultados de pH entre esses grupos,

porém, esperava-se o mesmo comportamento para a linhagem Ross, que não diferiu da Cobb nas avaliações de a^* e b^* . A diferença significativa ($p < 0,05$) para os valores de a^* e b^* indicam que as linhagens Ross e Cobb possuem uma intensidade mais pronunciada de vermelho e amarelo no peito do frango do que o lote misto, assim como ocorreu na pesquisa de Kralik et al. (2014), onde a linhagem Hubbard Classic apresentou maior intensidade de vermelho ($2,57 \pm 1,32$) quando comparada com a linhagem Cobb 500 ($1,73 \pm 1,21$).

Embora não tenha havido diferença significativa nos valores de L^* entre as linhagens, foi observado que as amostras de peito de frango com maiores valores médios de luminância ($56,3 \pm 5,04$ para lote misto e $55,3 \pm 5,07$ para Ross) possuíam menores valores de pH ($5,91 \pm 0,11$ e $5,90 \pm 0,12$, respectivamente) quando comparados com a linhagem Cobb, a qual apresentou o menor valor de luminosidade ($54,4 \pm 4,59$) e o maior valor de pH ($6,18 \pm 0,21$), o que corrobora com Qiao et al. (2001).

O pH, junto do estado químico da mioglobina e hemoglobina, são os principais fatores que afetam a cor da carne das aves, porém, problemas no processamento como escaldagem excessiva, condições de armazenamento e congelamento, além de idade, sexo, gordura intramuscular e linhagem podem interagir com esses fatores (FLETCHER, 2002). Assim como nesse estudo, Anadón (2002) e Abdullah et al. (2010) encontraram diferenças significativas para luminosidade e intensidade de vermelho/verde entre linhagens genéticas diferentes. Entretanto, Barbosa Filho (2015) não encontrou diferença significativa para luminância, intensidade de vermelho e de amarelo quando comparou 4 linhagens distintas (Ross AP91, Ross AP95, Cobb 500 e Hubbard Flex) para frangos de corte griller (abatidos com 28 dias), não corroborando com os achados nesse estudo. Porém, esse mesmo autor quando comparou as mesmas linhagens para frangos de corte fêmea observou que apenas uma das linhagens apresentou maior pH e intensidade de vermelho sem, no entanto, influenciar características como a luminosidade e perda de peso por cocção e força de cisalhamento.

Além disso, os resultados desse estudo são muito semelhantes e corroboram com os de Schneider et al. (2012) que relataram valores médios de a^* e b^* de 2,69 e 6,15, respectivamente, em amostras de peitos de frango da linhagem Ross 308, oriundas de aves transportadas em condições térmicas semelhantes às encontradas nesse estudo.

Entretanto, os resultados deste estudo estão abaixo dos encontrados por Xing et al. (2015) que trabalharam com frangos de linhagem Arbor Acres (variação de 4,12 a 4,65 para

a* e 8,86 a 9,24 para b*). Apenas para os valores de a* os encontrados nesse estudo estão abaixo dos relatados por Jiang et al. (2016) (4,93 a 5,33) (linhagem comercial não identificada), visto que os valores de b* são superiores aos observados no estudo desses autores (2,64 a 2,68).

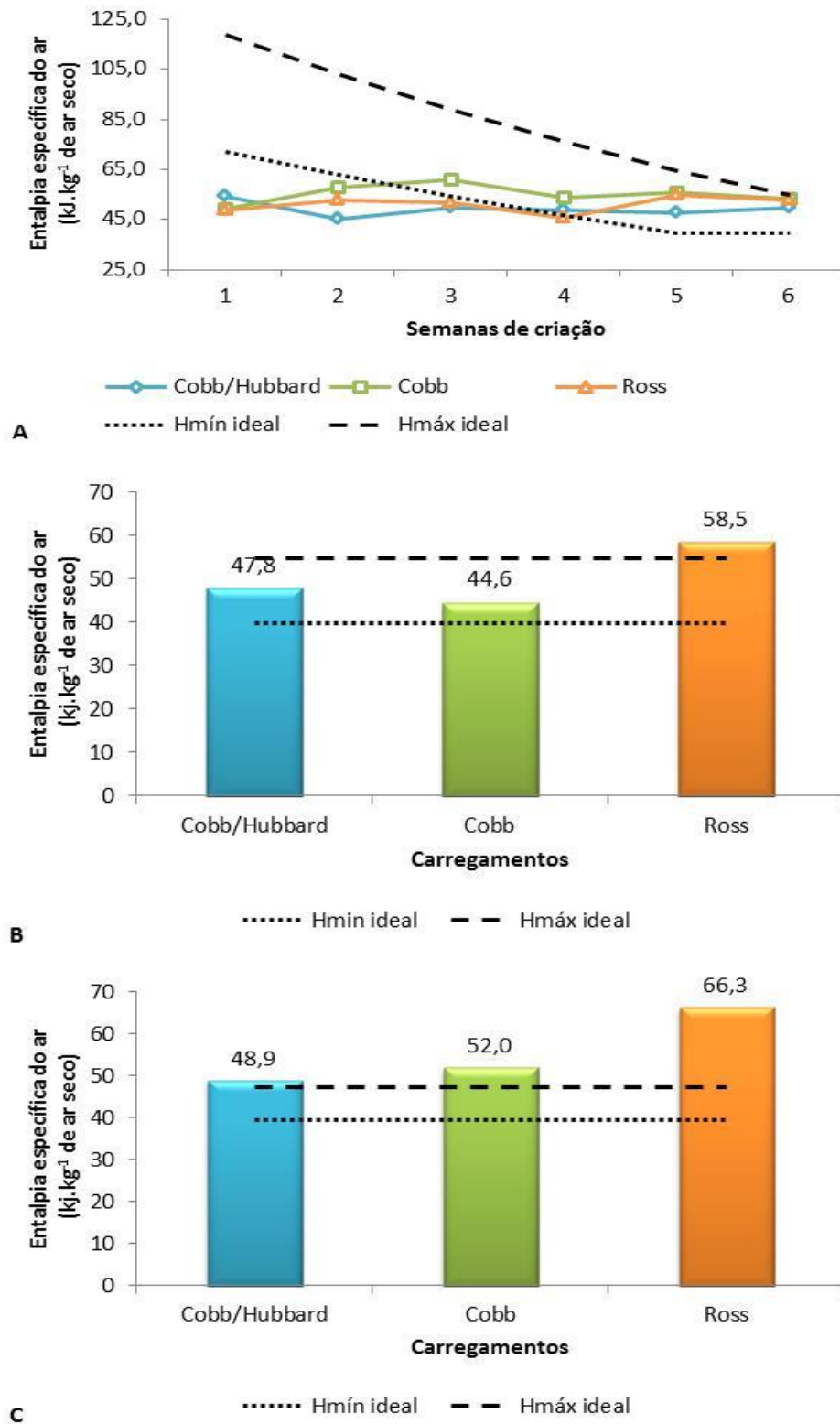
No estudo de Santos et al. (2005) uma linhagem de frango de corte caipira (Paraíso Pedrês) apresentou maior teor de cor vermelha (3,64) do que em relação as amostras de carne de linhagens comercial (3,25 para ISA Label JA 57 e 2,66 para Cobb G 500), porém, segundo Zeola et al. (2002) é esperado que linhagens comerciais apresentem coloração mais pálida, além disso, segundo os autores o consumidor de carne caipira considera a cor avermelhada e a textura mais dura como um atributo diferenciado da carne.

Os frangos de corte desse estudo não sofreram estresse térmico durante as semanas mais críticas da criação (Figura 24A) nos galpões de pressão negativa. Apenas uma das linhagens sofreu estresse térmico durante o transporte (Figura 24B), enquanto que durante a espera (Figura 24C) todas as linhagens foram submetidas a condições fora da zona de termoneutralidade.

Porém, apesar dos valores médios de luminosidade desse estudo se enquadrar dentro da classificação relativa à de carnes PSE, sugerindo que as amostras de peito desse estudo estão mais pálidas do que o usual, os aspectos relacionados à intensidade de vermelho/verde e de amarelo/azul das amostras de peito de frango parecem estar dentro da normalidade, apresentando-se bastante próximas às da literatura, conforme exposto nos parágrafos acima, o que corrobora com o estudo de Sandercock et al. (2001) que trabalharam com linhagens comerciais não identificadas e afirmaram que o estresse térmico agudo não apresentou efeitos sobre a coloração do peito de frangos de corte, assim como o encontrado nesse estudo.

Corroborando com o presente estudo, Kralik et al. (2014) também não encontraram diferenças na perda de peso por gotejamento para as linhagens Cobb 500 ($2,30 \pm 0,75\%$) e Hubbard Classic ($2,72 \pm 0,78\%$), assim como no estudo de Abdullah et al. (2010), foi demonstrado que a perda de peso por cocção e a capacidade de retenção de água não foi influenciada pela genética, apresentando valores de PPC de 26,1% para a linhagem Lohman e 26,2% para a linhagem Hubbard.

Figura 24. Valores médios de entalpia específica do ar ($\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ de ar seco) mensurados e calculados nos aviários de cada linhagem durante a criação (A), durante o transporte (B) e durante o período de espera para o abate (C).



Fonte: A autora.

Além disso, os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados por Jiang et al. (2016) que relataram variações de $3,62 \pm 1,30\%$ a $4,81 \pm 0,27\%$ de perda de peso por gotejamento e de $16,4 \pm 17,4\%$ de perda de água por cocção, semelhantes ao de Xing et al. (2015) ($4,35 \pm 1,78\%$ de PPG e $15,6 \pm 2,22$ de PPC) e Schneider et al. (2012) ($2,24\%$ de PPG e $24,0\%$ de PPC). Já no trabalho de Garcia et al. (2002) realizado no Brasil em condições de criação semelhantes à desse estudo (em termos climáticos e de densidade) e utilizando frangos de corte da linhagem Ross foram observados valores médios de PPC de $23,5\%$, um pouco abaixo do encontrado na presente pesquisa.

Embora no presente estudo não foram verificadas diferenças na perda de peso por cocção entre as linhagens, em uma pesquisa realizada no Brasil foram encontradas diferenças significativas para o atributo perda de peso por cocção entre diferentes linhagens genéticas. Barbosa Filho (2015) codificou aleatoriamente linhagens de frangos de corte macho (Ross AP91, Ross AP95, Cobb 500 e Hubbard Flex) e observou que determinadas linhagens apresentaram maiores perdas de peso ($24,9\%$ e $25,6\%$) em relação à outra ($23,2\%$). Apesar desses resultados, o autor afirma que como não houve diferenças no pH e na capacidade de retenção de água entre as linhagens, a qualidade da carne de forma geral não foi influenciada pela genética, contrariando os achados de Lyon e Lyon (1992), Mehaffey et al. (2006) e Musa et al. (2006), em que as linhagens genéticas influenciaram a qualidade da carne.

Segundo Joo et al. (1999), combinações de baixo pH e altas temperaturas *post mortem* resultam em desnaturação protéica, que leva a reduzida capacidade de retenção de água, corroborando com os resultados apresentados no estudo de Roque-Specht et al. (2009), onde foi verificado maior perda de água por cocção em amostras de peito de frango cujos valores de pH variaram entre 5,2 a 5,5, enquanto as menores perdas de água foram observadas em amostras cujo pH foram próximos a 6,0. Este comportamento se deve à hidrólise das proteínas miofibrilares que, em situações de aquecimento e pH ácido, promove a desnaturação proteica e perda das propriedades funcionais, diminuindo a capacidade de retenção de água da carne (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005). Em termos práticos, segundo Dabés (2001), menor capacidade de retenção de água significa perda do valor nutritivo da carne por meio do exsudato que é eliminado durante o preparo do alimento, resultando em carne mais seca e, conseqüentemente, com menor maciez.

Quanto à força de cisalhamento, foram observadas neste estudo diferenças significativas ($p < 0,05$) nos resultados de maciez da carne das linhagens Cobb e Ross quando comparadas entre elas. Os resultados indicaram que a carne da linhagem Cobb ($3,94 \pm 1,66$ kgf) tem maior maciez que a da linhagem Ross ($4,78 \pm 1,08$ kgf). No estudo de Abdullah et al. (2010) também foi demonstrado diferença nesse atributo com relação à duas linhagens genéticas, Lohman e Hubbard, onde se constatou que a primeira possui carne mais macia ($2,56 \text{ kg/cm}^2$) que a segunda ($2,81 \text{ kg/cm}^2$).

No estudo de Garcia et al. (2002) foram encontrados valores médios de força de cisalhamento para amostras de peito de frango da linhagem Ross de $2,24 \text{ kgf/cm}^2$. No trabalho de Gaya et al. (2011) foi encontrado um valor médio de maciez de $1,21 \text{ kg}$ em amostras de peito de matrizes de linhagem macho, e no estudo de Zhang et al. (2005) de $5,73 \pm 0,19 \text{ kg}$ para frangos de corte da linhagem Ross. Foi demonstrado no estudo de Santos et al. (2005) que a força de cisalhamento foi maior em carnes de frangos de linhagem caipira ($1,31$ a $1,65 \text{ kgf/g}$), apresentando textura mais dura do que de aves de linhagens comerciais ($1,02$ a $1,06 \text{ kgf/g}$).

A maciez de uma carne é a soma da força mecânica do tecido muscular esquelético depois do *rigor mortis* e o enfraquecimento da estrutura no período *post mortem* (TAKAHASHI, 1996). É a característica de textura mais importante da carne e tem grande influência na preferência do consumidor (ZHANG et al., 2005).

Altas temperaturas ambientais ($>30^\circ\text{C}$) durante, aproximadamente, 12 a 14 horas antes do abate têm sido reportadas como resultantes de alta incidência de condições PSE-like (BIANCHI et al., 2007; WANG; PAN; PENG, 2009) e reduzida maciez da carne (PETRACCI; FLETCHER; NORTHCUTT., 2001). Mas os efeitos da temperatura ambiente na maciez da carne variam em decorrência da temperatura propriamente dita e duração da exposição (HOLM; FLETCHER, 1997). É sabido que animais submetidos à condições estressantes e fadigados têm seu metabolismo e respostas fisiológicas afetadas levando a um aumento na temperatura corporal (LESIÓW; KIJOWSKI, 2003). Para manter a temperatura corporal relativamente constante, são ativadas vias metabólicas via adrenal (PETRACCI; FLETCHER; NORTHCUTT, 2001) que promovem o consumo de nutrientes no intuito de produzir ou dissipar calor (TINÔCO, 2001), aumentando, conseqüentemente, a produção de ácido láctico e a rigidez muscular (OWENS et al., 2000; LESIÓW; KIJOWSKI, 2003).

Apesar do exposto acima, uma pesquisa observou que as condições térmicas não afetaram a maciez da carne de frangos de corte de linhagem comercial Cobb. Os resultados obtidos por Santos et al. (2008) demonstraram que amostras de carne de animais mantidos em situações de conforto térmico antes do abate apresentaram uma média de 4,82 kgf contra 4,79 kgf para amostras de carne de animais expostos à estresse térmico nas análises de força de cisalhamento, que também corroboraram com os achados de Bressan e Beraquet (2002) que reportaram valores de FC não afetadas pelas condições térmicas do pré-abate e com os resultados desse estudo também, visto que todas as linhagens estudadas sofreram estresse térmico durante o período de espera (Figura 24C).

Outros estudos também concluíram que as características de qualidade da carne de peito de frango não foram modificadas pelo estresse térmico (PETRACCI; FLETCHER; NORTHCUTT, 2001; DEBUT et al., 2003), sugerindo que a influência do estresse agudo, relacionado ao pré-abate, varia de acordo com as condições de duração e intensidade, mas também pode sofrer influência do genótipo e tipo de músculo analisado (LU; WEN; ZHANG, 2007)

A avaliação holística do bem-estar animal deve levar em consideração uma série de aspectos relacionados à criação, pré-abate e abate. Considerações acerca do modo como os animais são abatidos, por exemplo, também impactam na qualidade do produto final, assim como a redução de lesões e fraturas ósseas e a melhoria da capacidade de retenção de água são resultado de manejos cuidadosos no dia do abate, contribuindo para o aumento do valor da carcaça, devido a menores perdas que aumentam o valor do produto (STOIER et al., 2016).

Fatores relacionados ao pré-abate como jejum hídrico e alimentar, apanha, colocação das aves nas caixas, transporte, espera e condições climáticas também podem afetar a qualidade da carne das aves pelo estresse produzido, levando à alterações no pH da carne (KOMIYAMA et al., 2008). Dentre esses aspectos tem-se ainda a influência da época do ano e duração do transporte entre a fazenda e o abatedouro (SOLOMON; VAN LAACK; EASTRIDGE, 1998).

O mercado tem estabelecido requisitos e especificações para a qualidade dos alimentos aos poucos, o que significa que a produção animal deverá se tornar mais eficiente num futuro próximo, aumentando também o foco nas condições de criação dos animais e de

trabalho para os colaboradores da cadeia (STOIER et al., 2016), melhorando de modo geral a qualidade do produto final e do bem-estar animal.

Ainda que os aspectos gerais como tempo médio de transporte, peso médio e idade ao abate do presente estudo sejam muito semelhantes aos relatados na literatura, outras variáveis como país do estudo, linhagem dos animais, aspectos relacionados à criação e às operações realizadas durante o pré-abate possivelmente são fatores que afetam a qualidade da carne de maneira que tornam inviável a comparação dos resultados. Além disso, os métodos de análise físico-química variam consideravelmente entre os trabalhos, de modo que apenas uma caracterização, conforme proposto por esse estudo, é possível ser realizada. Outro ponto chave é a falta de citação das linhagens utilizadas nas pesquisas encontradas na literatura de frangos de corte, tornando inviável comparar apenas os resultados finais.

Assim como afirmado por Gaya e Ferraz (2006), para que se obtenham produtos finais de melhor qualidade para o consumidor, em termos sensoriais, e de maior rentabilidade para as empresas, o estudo de parâmetros relacionados aos atributos físico-químicos da carne pode favorecer essa dinâmica, assim como o avanço no melhoramento genético na avicultura de corte.

5.4. Conclusões parciais

Com relação à qualidade de carne de frangos criados em sistemas de pressão negativa com diferentes linhagens pode-se concluir:

- Existem variações no comportamento das variáveis de qualidade de carne em função da linhagem genética;
- Os resultados de pH do lote misto e da linhagem Ross apresentaram-se dentro da normalidade, enquanto que o pH da linhagem Cobb se enquadrou no de carnes do tipo DFD. Entretanto, quanto à luminância, todas as linhagens apresentaram-se dentro da classificação de carnes PSE. Sendo assim, as amostras de peito de frango não atenderam nenhum requisito que pudesse classificá-las em grupos de qualidade de carne;
- As linhagens Ross e Cobb apresentaram intensidade de vermelho/verde e amarelo/azul mais pronunciada que as linhagens Cobb/Hubbard, criadas em lote misto, porém, todos os resultados apresentaram-se dentro da normalidade;

- Não houve diferenças entre as linhagens para as análises de perda de peso por gotejamento e cocção;
- A linhagem Cobb apresentou maior maciez quando comparada com a linhagem Ross na avaliação de força de cisalhamento.

Com base nessas informações e na observação das diferenças significativas entre linhagens para os diversos parâmetros estudados, acredita-se que cabe ao produtor e à integradora optar pelas quais melhor atendam suas necessidades, sendo estes resultados fundamentais para à indústria.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, Y. ABDULLAH; 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. 1645-1654, 2010.
- ADZITEY, F. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. **International Food Research Journal**, v. 18, p. 485-491, 2011.
- ANADÓN, H. L. S. **Biological, Nutritional, And Processing Factors Affecting Breast Meat Quality of Broilers**. 2002. 181 f. Dissertation (Doctor of Philosophy In Animal and Poultry Sciences) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2002.
- ANUALPEC 2016: **Anuário da pecuária brasileira: Avicultura de corte**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2016. p.
- BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A. N.; FONSECA, B. H. F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2442-2446, 2009.
- BARBOSA FILHO, J. A. **Desempenho, rendimento de carcaça e cortes, qualidade de carne e atividade enzimática de frangos de corte de diferentes linhagens**. 2015. 87 f. Dissertação (Pós-graduação em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.
- BARBOSA, C. F.; CARVALHO, R. H.; ROSSA, A.; SOARES, A. L.; CORÓ, F. A. G.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. Commercial preslaughter blue light ambience for controlling broiler stress and meat qualities. **Brazilian Archives of Biology And Technology**, Curitiba, v. 56, n. 5, p. 817-821, 2013.
- 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**, Champaign, v. 84, p. 797-802, 2005.
- BERRI, C.; LE BIHAN-DUVAL, E.; BAÉZA, E.; CHARTRIN, P.; PICGIRARD, L.; JEHL, N.; QUENTIN, M.; PICARD, M.; DUCLOS, M. J. Further processing characteristics of breast and leg meat from fast-, médium- and slow-growing commercial chickens. **Animal Research**, Tubingen, v. 54, p. 123-134, 2005.
- BIANCHI, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P. Physical and functional properties of intact and ground pale broiler breast meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 803-808, 2005.

- BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; SIRRI, F.; FOLEGATTI, E.; FRANCHINI, A.; MELUZZI, A. The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 959–963, 2007.
- BONAMIGO, A.; BONAMIGO, C. B. S. S.; MOLENTO, C. F. M. Atribuições da carne de frango relevantes ao consumidor: foco no bem-estar animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 1044-1050, 2012.
- BOSCHIERO, C.; ROSARIO, M. F.; LEDUR, M. C.; CAMPOS, R. L. R.; AMBO, M.; COUTINHO, L. L.; MOURA, A. S. A. M. T. Associations between microsatellite markers and traits related to performance carcass and organs in chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 8, n. 7, p. 615-620, 2009.
- BRASIL. Portaria n.º 210/98. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. Brasília: M.A.A., 1998. Publicado no Diário Oficial da União de 26/11/1998, Seção 1, Página 226.
- BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1049-1059, 2002.
- DABÉS, A.C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 25, n. 288, p. 32-40, 2001.
- 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**, Champaign, v. 91, 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**, Champaign, v. 89, 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 exposure, age, sex, and lairage on broiler breast meat quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, p. 444-457, 2011.
- DEBUT, M.; BERRI, C.; BAÉZA, E.; SELLIER, N.; ARNOULD, C.; GUÉMÉNÉ, 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**, Champaign, v. 82, p. 1829-1838, 2003.
- 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.
- 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.
- FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 58, n. 2, p. 131-145, 2002.
- GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; NÄÄS, I. A.; MOREIRA, J.; ALMEIDA, I. C. L.; TAKITA, T. S. Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento, incidência de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2002.
- GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 349-356, 2006.

- GAYA, L. G.; MOURÃO, G. B.; FERRAZ, J. B. S.; MATTOS, E. C.; COSTA, A. M. M. A.; MICHELAN FILHO, T.; ROSA, A. F.; FELÍCIO, A. M.; ELER, J. P. Estimates of heritability and genetic correlations for meat quality traits in broilers. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 6, p. 620-625, 2011.
- HOLM, C. G. P.; FLETCHER, D. L. Antemortem holding temperatures and broiler breast meat quality. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 6, p. 180–184, 1997.
- 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, 1994.
- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, Barking, v. 71, p. 194-204, 2005.
- HUNTER, R. R.; MITCHELL, M. A.; MATHEU, C. Distribution of “Dead on Arrivals” within the bio-load on commercial broiler transporters: correlation with climatic conditions and ventilation regimen. **British Poultry Science**, London, v.38, p.7-9, 1997.
- 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.
- JIANG, N.; WANG, P.; XING, T.; HAN, M.; XU, X. An evaluation of the effect of water-misting sprays with forced ventilation on the occurrence of pale, soft, and exudative meat in transported broilers during summer: Impact of the termal microclimate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p. 1-10, 2016.
- JOO, S. T.; KAUFFMAN, R. G.; KIM, B. C.; PARK, G. B. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. **Meat Science**, Barking, v. 52, p. 291–297, 1999.
- KOMIYAMA, C. M.; MENDES, A. A.; TAKAHASHI, S. E.; MOREIRA, J.; GARCIA, R. G.; SANFELICE, C.; BORBA, H. S.; LEONEL, F. R.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; BALOG, A. Chicken meat quality as a function of fasting period and water spray. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 10, p. 179-183, 2008.
- 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.
- KÜCHENMEISTER, U.; KUHN, G.; ENDER, K. Preslaughter handling of pigs and the effect of heart rate, meat quality, including tenderness, and sarcoplasmic reticulum Calcium transport. **Meat Science**, Barking, v. 71, p. 690-695, 2005.
- 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-like (Dark, Firm, Dry) meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 53, p. 1161-1167, 2010.
- LE BIHAN-DUVAL, E.; MILLET, N.; REMIGNON, H. Broiler meat quality: effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. **Poultry Science**, Champaign, v. 98, p. 822-826, 1999.
- LESIÓW, T.; KIJOWSKI, J. Impact of PSE and DFD meat on poultry processing. A review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, Olsztyn, v. 12, p. 3-8, 2003.
- LU, Q.; WEN, J.; ZHANG, H. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 1059-1064, 2007.

- LYON, C. E.; LYON, B. G. Broiler tenderness: effects of post-chill deboning time and fillet holding time. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 1, n. 1, p. 27-32, 1992.
- MEHAFFEY, J. M.; PRADHAN, S. P.; MEULLENET, J. F.; EMMERT, J. L.; MCKEE, S. R.; OWENS, C. M. Meat quality evaluation of minimally aged broiler breast fillets from five commercial genetic strains. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 902-908, 2006.
- MUSA, H. H.; CHEN, G. H.; CHENG, J. H.; SHUIEP, E. S.; BAO, W. B. Breed and sex effect of meat quality of chicken, **International Journal of Poultry Science**, v. 6, p. 566-568, 2006.
- 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**, Champaign, v. 79, p. 430-435, 2000.
- PETRACCI, M.; FLETCHER, D. L.; NORTHCUTT, J. K. The effect of holding temperature on live shrink, processing yield, and breast meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 670-675, 2001.
- 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**, Champaign, v. 80, p. 676-680, 2001.
- RÉMIGNON, H.; DESROSIERS, V.; MARCHE, G. Influence of increasing breast meat yield on muscle histology and meat quality in the chicken. **Reproduction Nutrition Development**, v. 36, n. 5, p. 523-530, 1996.
- ROQUE-SPECHT, V. F.; SIMONI, V.; PARISE, N.; CARDOSO, P. G. Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 15, p. 77-81, 2009.
- R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SANDERCOCK, D. A.; HUNTER, R. R.; NUTE, G. R.; MITCHEL, M. A.; HOCKING, P. M. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-based status and skeletal muscle membrane in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 418-425, 2001.
- SANTOS, A. L.; SAKOMURA, N. K.; FREITAS, E. R.; FORTES, C. M. L. S.; CARRILHO, E. N. V. M.; FERNANDES, J. B. K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1589-1598, 2005.
- SANTOS, C. C.; DELGADO, E. F.; MENTEN, J. F. M.; PEDREIRA, A. C. M.; CASTILLO, C. J. C.; MOURÃO, G. B.; BROSSI, C.; SILVA, I. J. O. Sarcoplasmatic and myofibrillar protein changes caused by acute heat stress in broiler chicken. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 5, p. 453-458, 2008.
- SCHNEIDER, B. L.; RENEMA, R. A.; BETTI, M.; CARNEY, V. L.; ZUIDHOF, M. J. Effect of holding temperature, shackling, sex, and age on broiler breast meat quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 91, p. 468-477, 2012.
- 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**, Curitiba, n. 52, 195-204, 2009.
- SOLOMON, M.; VAN LAACK, R.; EASTRIDGE, J. Biophysical basis of pale, soft, exudative (PSE) pork and poultry muscle: a review. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 9, n. 1, p. 1-11, 1998.

- STOIER, S.; LARSEN, H. D.; AASLYNG, M. D.; LYKKE, L. Improved animal welfare, the right technology and increased business. **Meat Science**, Barking, v. 120, p. 71-77, 2016.
- TAKAHASHI, K. Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat: The non-enzymatic mechanism of meat tenderization. **Meat Science**, Barking, v. 43, p. 567–580, 1996.
- TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-24, Campinas, 2001.
- 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.
- WANG, R. R.; PAN, X. J.; PENG, Z. Q. Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of pectoralis majors in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 1078–1084, 2009.
- WARRISS, P. D. Introduction: what meat is quality? In: TAYLOR, S. A., RAIMUNDO, A., SEVERINI, M (Eds.), **Meat Quality and Meat Packaging**, Belgium: Utrecht, p. 3-10, 1996.
- WARRISS, P. D. Meat science: An introductory text. In: CAB-International (Ed.), **Post-mortem changes in muscle and its conversion into meat**. England: Wallingford, p. 93-105, 2000.
- XING, T.; XU, X.; JIANG, N.; DENG, S. Effect of transportation and pre-slaughter water shower spray with restingo n AMP-activated protein kinase, glycolises and meat quality of broilers during summer. **Animal Science Journal**, Tokyo, p. 1-9, 2015.
- ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; GONZAGA NETO, S.; SILVA, A. M. A. Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 97, n. 544, p. 175-180, 2002.
- ZHANG, A. W.; LEE, B. D.; LEE, S. K.; LEE, K. W.; NA, G. H.; SONG, K. B.; LEE, C. H. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell componentes on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1015-1021, 2005.
- 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.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que galpões de pressão negativa fornecem condições de conforto térmico para frangos de corte em condições comerciais. Entretanto, as etapas de transporte e espera necessitam, especificamente, de melhorias no *design* dos caminhões como também na estrutura das salas de espera, visto que os animais são submetidos a condições estressantes que não favorecem o bem-estar antes do abate. A tomada de decisões necessita ser baseada em fatos e não em práticas usualmente realizadas ao longo dos anos.

Além disso, este estudo demonstrou que lesões ocorrem em todas as fases de produção, porém, durante a criação é onde ocorre a maioria delas e de modo mais severo que em relação às lesões originadas durante as etapas de pré-abate. Dessa forma, melhorias no manejo durante a criação, desde a escolha e cuidados com a cama quanto à relação humano-animal e melhor gerenciamento necessitam ser revistos e colocados em prática.

Com relação à qualidade de carne, embora a classificação das amostras tenha se enquadrado, de modo geral, dentro da normalidade, é necessário que ações sejam voltadas à avaliações constantes no setor produtivo, pois variações nas condições de produção e pré-abate podem alterar este quadro e comprometer em graus variados a qualidade do produto final.

As lesões observadas neste estudo basearam-se na relevância da avaliação sobre o bem-estar dos frangos de corte, na facilidade de identificação e nas injúrias frequentemente encontradas no dia-a-dia das condições comerciais, passíveis de serem mensuradas antes do abate dos animais.

Estas lesões refletem as condições de criação e das etapas pré-abate e são fontes diretas de dor, por isso, foram consideradas indicadores do bem-estar dos animais desse estudo. Entretanto, existem poucas publicações científicas com relação ao *status* de BEA utilizando escores, assim como as relações entre os escores e o *status* de bem-estar ainda tem sido pouco exploradas;

De modo geral, não há um padrão para a mensuração de indicadores de bem-estar utilizando escores, por isso, as classificações finais diferem bastante de outros estudos, tornando difícil uma comparação dos resultados. Apesar disso, foi demonstrada uma visão

geral significativa sobre o bem-estar de frangos de corte criados em galpões de pressão negativa, obtidos por meio do uso de escores bastante simples.

A avaliação do bem-estar de frangos de corte durante a criação (nos galpões) e o pré-abate (nos abatedouros) pode funcionar, desde que haja mão de obra especializada e treinada. Mas enquanto não se tem outras opções de avaliação e resultados científicos, as avaliações utilizadas nesse estudo podem auxiliar na adoção de procedimentos que ajudem a melhorar o bem-estar dos frangos de corte.

Deve-se considerar que existe uma variabilidade de tipologias construtivas na cadeia produtiva que afeta todos os resultados. Dessa forma, estudos contínuos de caracterização dos sistemas são fundamentais para a obtenção de dados de diferentes casos para uma tomada de decisão mais eficaz.

Este trabalho faz parte de um projeto maior relacionado à comparação de estudos entre o sistema de pressão positiva e pressão negativa que foram realizados simultaneamente e que serão publicados conjuntamente.

ANEXO



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"



Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA
Fone: (19) 3429-4400
www4.esalq.usp.br

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto "Influência do sistema de criação em galpão darkhouse e das operações pré-abate nas perdas produtivas e qualidade final do produto na cadeia de frango de corte.", protocolo nº **2016-04** sob a responsabilidade do Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA, e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) da Escola de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ/USP, em reunião de 24/02/2016.

Vigência do Projeto	01/07/2016 a 31/01/2017
Espécie/Linhagem	Ave
Nº de animais	320
Peso/Idade	3,0 Kg/ 42 dias
Sexo	320 M+F
Origem	Aviário comercial

CERTIFICATE

This is to certify that the study "Influence of dark house system and pre-slaughter operations in production losses and final quality product on the broiler chicken chain", protocol number **2016-04**, under the responsibility of Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva (Principal Investigator) has been approved by the Institutional Animal Care and Use Committee, College of Agriculture "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, Brazil, University of São Paulo.

Piracicaba. 24 de fevereiro de 2016

Prof. Dr. Gerson Barreto Mourão
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais