

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**METABOLISMO DE FRANGOS DE CORTE
SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPOS DE ESPERA NO
ABATEDOURO E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE
DA CARNE**

Autora: Denise Russi Rodrigues
Orientadora: Prof. Dra. Cibele Silva Minafra

Rio Verde – GO
Fevereiro - 2015

**METABOLISMO DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A
DIFERENTES TEMPOS DE ESPERA NO ABATEDOURO E
SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE DA CARNE**

**Autora: Denise Russi Rodrigues
Orientadora: Prof. Dra. Cibele Silva Minafra**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde - Área de concentração Zootecnia/ Recursos Pesqueiros.

Rio Verde – GO
Fevereiro - 2015

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**Influência do metabolismo de frangos de corte submetidos a
diferentes tempos de espera no abatedouro e a relação com a
qualidade de carne**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar meus caminhos e continuar me inspirando a crescer e a não desistir dos meus sonhos.

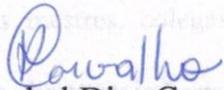
**Autora: Denise Russi Rodrigues
Orientadora: Cibele Silva Minafra**

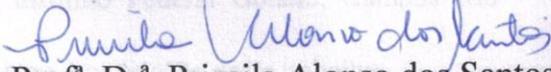
A minha família, que sempre me incentivou na busca por conhecimento.
A Profª Orientadora Dra. Cibele Silva Minafra, por ser orientado em mais e mais projetos visando a excelência de meu curso de mestrado.

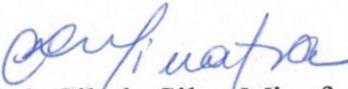
**TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de concentração Zootecnia
– Zootecnia e Recursos Pesqueiros.**

meus eternos agradecimentos.
Ao Dr. Roberto Jardim Moraes Filho e equipe, do São Salvador Almirantes, em especial ao Reginaldo, que cedem o espaço de pesquisa e me permitem trabalhar para a concretização desta pesquisa, incentivando a pesquisa em ambientes privados e programas de pesquisa.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2015.


Profª. Drª. Isabel Dias Carvalho
Avaliadora externa
UNI RV


Profª. Drª. Priscila Alonso dos Santos
Avaliadora interna
IF Goiano/RV


Profª. Drª. Cibele Silva Minafra
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar meus caminhos e continuar me persuadindo a insistir e a não desistir dos meus sonhos.

À minha família, que sempre me incentivou na busca do conhecimento.

À Profa. Orientadora Dra. Cibele Silva Minafra, por ter acreditado em mim e me proporcionado a oportunidade de me tornar mestre.

Ao Prof. Dr. Marcos Barcellos Café, que possibilitou a realização desta pesquisa, meus eternos agradecimentos.

Ao Dr. Roberto Jardim Moraes Filho e equipe, da São Salvador Alimentos, em especial ao Reginaldo, que cederam as instalações do abatedouro e não mediram esforços para a concretização desta pesquisa, incentivando a parceria entre empresa privada e programas de pesquisa.

Aos amigos Fausto e Juliana, que contribuíram para a execução do experimento.

Aos mestres, colegas e funcionários do Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Denise Russi Rodrigues, filha de Sinval Rodrigues e Terezinha F. Russi Rodrigues, nascida em Rio Verde, Goiás, no dia 02 de agosto de 1986. É graduada em Medicina Veterinária, pela Universidade de Uberaba- MG, com especialização na área de Produção de Aves e Suínos, pela Universidade Federal de Goiás- GO. Em 2013, iniciou o Mestrado em Zootecnia na área de Produção Animal, no Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, concluindo no ano de 2015.

ÍNDICE

	Página
1 INTRODUÇÃO GERAL	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Bem-estar animal	3
2.2 Trocas de calor em frangos de corte	7
2.3 Temperatura retal.....	9
2.3 Indicadores bioquímicos e hematológicos.....	9
2.4 Pontos críticos do manejo pré-abate	11
2.4.1 Apanha.....	11
2.4.2 Transporte.....	13
2.4.3. Tempo de espera no abatedouro	15
2.5 Parâmetros de qualidade da carne	17
2.6 Carne PSE.....	18
2.7 Carne DFD.....	20
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
RESUMO	28
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
Tratamentos	33
Descrição das etapas pré-abate	33
Apanha e carregamento	33
Transporte.....	34
Área de espera	34
Abate.....	34
Variáveis avaliadas	34
Condições Ambientais.....	34
Temperatura Retal	35
Avaliação física da carne.....	35
Perfil hematológico	36

Perfil bioquímico	37
Análise Estatística	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
Condições ambientais	39
Temperatura retal.....	41
Avaliação de física da carne	43
Parâmetros hematológicos.....	47
Parâmetros bioquímicos	52
CONCLUSÃO GERAL	59
RERERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Esquema da distribuição dos tratamentos.....	34
Tabela 2. Condições ambientais das caixas de transporte nos diferentes tempos de espera no abatedouro.	39
Tabela 3. Condições ambientais no galpão climatizado nos diferentes tempos de espera.	40
Tabela 4. Temperatura retal de frangos de corte	41
Tabela 5. Valores obtidos de pH inicial (1 hora post mortem) e pH final (24 horas post mortem) de frangos de corte.....	43
Tabela 6. Valores de L*, a* e b* dos filés de peito de frango.....	45
Tabela 7. Valores hematológicos do eritrograma, mostrando as médias dos valores numéricos de hemácias (Hm), hemoglobina (Hh), hematócrito (Ht), proteínas plasmáticas (PP) em frangos de corte, em diferentes tratamentos, com a interação dos fatores	48
Tabela 8. Valores hematológicos do leucograma, mostrando as médias dos valores numéricos de leucócitos (Leu), dos valores absolutos de heterófilos (Het), linfócitos (Lin), monócitos(Mon), eosinófilos (Eos), basófilos (Bas) e razão H/L em frangos de corte	50
Tabela 9. Médias e coeficiente de variação de corticosterona (Cort),CK, glicose, LDH, colesterol (Col), triglicerídeos (Tri), cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na), em frangos de corte, em diferentes tratamentos, com a interação dos fatores	53

ÍNDICE DE FIGURA

	Página
Figura 1. Distribuição das caixas de transporte utilizadas no experimento	34
Figura 2. pH final e luminosidade em peitos de frangos de corte	34

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

1,25-(OH) ₂ D ₃	1,25Diidroxicolecalciferol
25-OHD ₃	25- Hidroxicolecalciferol
a*	Teor de vermelho
ACTH	Hormônio adrenocorticotrófico
ATP	Adenosina trifosfato
b*	Teor de amarelo
Bas	Basófilos
Ca	Cálcio
CE	Conselho Europeu
CENA	Centro de Energia Nuclear na Agricultura
CK	Creatina quinase
CO ₂	Dióxido de carbono
Col	Colesterol
CRH	Hormônio liberador de corticotrofinas
CSE	Condição superior de estresse
DFD	<i>Dark, firm e dry</i>
DOA's	DeadonArrivals
Eos	Eosinófilos
Gli	Glicose
H/L	Relação

	Heterófilo/Linfócito
H ⁺	Hidrogênio
H ₂ CO ₃	Ácido carbônico
Hb	Hemoglobina
Het	Heterófilos
Hm	Hemácias
Ht	Hematócrito
IFCC – UV	International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine
K	Potássio
L*	Luminosidade
LDH	Lactato desidrogenase
Leu	Leucócitos
Lin	Linfócitos
NA	Sódio
OIE	Organização Mundial de Saúde Animal
P	Fósforo
pCO ₂	Pressão parcial de CO ₂
PP	Proteína Plasmática
PSE	<i>Pale, Soft e Exudative</i>
SAEG	Software Analysis and Experimentation Group
T3	Hormônios tiroidianos
Tri	Triglicerídeos
UFG	Universidade Federal de Goiás
UR	Umidade Relativa

RESUMO

Cada vez mais consumidores têm demonstrado interesse em adquirir produtos obtidos preconizando-se o bem-estar dos animais. O Brasil se destaca no assunto avicultura de corte, no entanto, há ainda necessidade de avaliar as perdas ocorridas durante as operações pré-abate, principalmente durante a etapa de espera no abatedouro de aves. Os diferentes tempos de espera a que as aves são submetidas nos abatedouros podem contribuir para alterações no metabolismo animal e nos parâmetros físicos da carne. Dessa forma, buscamos, neste trabalho, estudar os efeitos dos diferentes tempos de espera e posição das caixas de transporte no caminhão sobre a temperatura retal, o perfil bioquímico e hematológico de frangos de corte, correlacionando e discutindo os achados experimentais com a cor e o pH do peito. Como resultado, verificou-se que os diferentes tempos de espera e a posição da caixa de transporte não influenciaram significativamente a temperatura retal, os níveis de corticosterona, a glicose e o sódio e os valores absolutos de monócitos e eosinófilos e eritrograma dos animais. No geral, o aumento do tempo de espera no abatedouro resultou em linfopenia, basofilia, elevação da razão H/L, dos níveis de LDH e colesterol e redução dos valores de triglicérides e potássio no plasma sanguíneo. A posição das caixas no caminhão alterou significativamente a atividade da enzima CK no soro, indicando a posição superior do caminhão como a região mais estressante durante a operação de espera no abatedouro para frangos de corte, se comparada à posição inferior. Com relação ao padrão de qualidade da carne, o tempo prolongado na área de espera do abatedouro aumentou o pH e o valor de a^* e diminuiu a luminosidade de filés de peito, sendo que a interação do tempo de espera de 4 e 6 horas e a posição superior das caixas de transporte propiciou o desenvolvimento de carnes DFD.

Palavras-chave: avicultura, bem-estar animal, carne DFD, pré-abate,

ABSTRACT

Increasingly, consumers have demonstrated interest in purchasing products that ensure the welfare of animals. Brazil stands out in poultry production issue, however, there is still the need to assess the pre-slaughter losses, especially during wait operation in poultry slaughterhouse. The different waiting times at which the broilers are subjected in slaughterhouses can contribute to changes in animal metabolism and physicochemical parameters of meat. Therefore, we search in this work to study the effects of different waiting times and position of the shipping box in the truck on rectal temperature, biochemical and hematological parameters of broilers, correlating and discussing the experimental findings with color and pH of the breast. As a result, it was found that the different lairage time and the shipping box position do not significantly influence the rectal temperature, corticosterone, glucose and sodium absolute values of eosinophils and monocytes and erythrogram animals. In general, increasing the lairage time in the slaughterhouse resulted in lymphopenia, basophils, increasing the ratio H/L, LDH and cholesterol levels and decreasing of triglyceride levels and potassium in plasma. The position of the boxes in the truck significantly alters the activity of CK enzyme, indicating the top position of the truck with more stressful region during lairage operation in the slaughterhouse for broilers, compared to the lower position. Regarding the standard of quality meat, prolonged time in the slaughterhouse waiting area increased pH and the value of a^* and decreased lightness breast fillets, and the interaction of standby time of 4 and 6 hours and the top position of shipping boxes led to the development of DFD meat.

Keywords: aviculture, meat DFD, performance, pre slaughter, welfare.

1 Introdução Geral

É crescente a preocupação da sociedade com os métodos de produção e abate dos animais. Estes princípios éticos se sobressaem entre as novas tendências de mercado, em que os consumidores mais exigentes têm demonstrado interesse em adquirir produtos obtidos preconizando-se o bem-estar dos animais.

A indústria de frango do Brasil é a maior exportadora mundial dessa carne, e tem os menores custos de produção, se comparado às outras *commodities* industrializadas no país (ABPA, 2014). É notável a evolução da avicultura de corte, no entanto, os progressos tecnológicos que auxiliam na redução de perdas produtivas enfocam o ciclo de crescimento dos animais, privando de investimento a última fase dos frangos, a etapa pré-abate. Destarte, torna-se necessária maior dedicação à operacionalização desta fase como forma de evitar perdas econômicas, garantindo a qualidade final desejada e, principalmente, a satisfação dos consumidores (FLETCHER, 1999).

Neste contexto, a implantação do programa de bem-estar animal ganha importância na agroindústria principalmente pelo impacto econômico que pode ser gerado no pré-abate, como contusões, deslocamento de ossos, mortalidade, desidratação, estresse e defeitos na qualidade da carne.

A qualidade de carne tem sido de grande demanda no mercado frigorífico, por uma série de mudanças no hábito de consumo, acompanhado por uma procura maior de diversificação de produtos que tenham praticidade no modo de preparo, alto valor nutritivo, segurança alimentar e preços acessíveis. Sob esse aspecto, a carne de frango tem vantagens, pois, além de apresentar as referidas características, não sofre restrições religiosas e culturais (SCHNEIDER, 2004).

Considerando os critérios para qualidade de carne, estudos mostraram alta incidência de carne pálida, mole e exsudativa, que provém das palavras em inglês *Pale, Soft e Exudative* (PSE), em frangos de corte nos abatedouros comerciais (WOELFEL et al., 2002; LANGER, 2007; SCHNEIDER, 2004; SIMÕES et al., 2009). Este defeito na qualidade de carne resulta das más condições do manejo *ante mortem* e das alterações metabólicas no processo *post mortem*, provocando aceleração da glicólise, como consequência do estresse no pré-abate. Outro defeito que altera a características organolépticas da carne tem condição escura, firme e seca, com sigla inglesa DFD, que significa *dark, firm e dry*. Essa carne apresenta um pH alto (acima de 6,0) em virtude das insuficientes reservas de glicogênio no momento do abate, causadas pelo estresse prolongado (DADGAR et al., 2012).

Para expansão, conquista e manutenção de novos mercados para indústrias, inevitavelmente deve-se priorizar a qualidade da matéria-prima. Neste contexto, um aspecto de grande relevância é a busca de informações práticas, com embasamento científico, aplicáveis à realidade brasileira, que possibilitem reduzir as perdas no pré-abate, oferecendo qualidade final dos produtos, e que preconizem o bem-estar oferecido aos animais, principalmente durante a operação de espera no abatedouro, identificando os principais gargalos tecnológicos neste processo (VIEIRA, 2008).

Tendo em vista o panorama da cadeia avícola brasileira, objetivou-se, com este trabalho, abordar os principais fatores que influenciam nas operações pré-abate e a relação na qualidade da carne de frangos de corte, bem como propor uma reflexão a respeito da ética e do bem-estar dos animais.

2.Revisão Bibliográfica

2.1 Bem-estar animal

É notória a mudança de comportamento do consumidor provocada pela tendência de um consumo consciente, em que questões como bem-estar animal, segurança alimentar e sustentabilidade assumiram maior importância para o público (VELARDE e DALMAU, 2012).

Atualmente, o tema bem-estar animal vem sendo amplamente debatido no mundo inteiro, principalmente nos meios científicos. No Brasil, pesquisas sobre bem-estar animal são recentes, porém com avanços notáveis, e ganharam visibilidade, pelas exigências dos países importadores de produtos de origem animal, principalmente os da União Europeia, que são os precursores do reconhecimento dessas questões (QUEIROZ et al., 2014).

Bem-estar animal foi identificado pela primeira vez como uma prioridade no Plano Estratégico 2001-2005 da OIE (Organização Mundial de Saúde Animal). Atualmente, essa organização tem normas de recomendações e orientações sobre práticas de bem-estar animal no sistema produtivo, transporte, abate dos animais e o uso de animais em pesquisa e educação (WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH-OIE, 2010).

Produtores, varejistas e outros atores da cadeia de alimentos cada vez mais reconhecem que as preocupações dos consumidores com o bem-estar animal representam

uma oportunidade de negócio, que poderia ser proveitosamente incorporada em suas estratégias comerciais. Assim, durante a última década, vários grupos de comércio (produtores, processadores, varejistas e cadeias de restaurantes) têm investido em sistemas de certificação desenvolvidos com seus fornecedores, que incluem elementos de bem-estar animal (VELARDE e DALMAU, 2012).

Diversas dessas instituições e organizações não governamentais surgiram com intuito de conciliar os interesses da sociedade com as demandas de mercado, através de monitoramento de produtos. Como exemplo, a Welfare Quality e a Global Animal Partnership, que atuam na implementação e padronização de práticas de manejo nas propriedades e também no momento do abate, através de estratégias específicas para cada espécie (NASCIMENTO, 2010).

A economia afeta todos os aspectos do debate sobre o bem-estar de animais de criação. Investimentos em técnicas que promovem o bem-estar dos animais também aumentam os custos de produção, pelo menos a curto prazo (HARVEY e HUBBARD, 2013). E em países em desenvolvimento, a questão de quem vai arcar com os custos de uma melhor qualidade de vida aos animais é, em parte, responsável por uma limitação de progressos nessa área (MOLENTO, 2005).

Bonamigo et al. (2012) e Queiroz et al. (2014) relataram, em pesquisas recentes com entrevistados no Brasil, que a maioria dos consumidores não tem conhecimento suficiente sobre as questões relacionadas ao bem-estar dos animais, porém acreditam que uma criação diferenciada pode resultar em melhorias no produto final. O preço da carne ainda foi o atributo de maior importância para o consumidor na hora da compra. Mas quando uma reflexão sobre o bem-estar animal foi estimulada, a maioria dos consumidores se mostrou disposta a pagar um valor adicional pelos produtos com certificação que garanta sua qualidade final.

Aplicados estudos etológicos de cognição, motivação e complexidade do comportamento social nos animais levaram a um rápido desenvolvimento da ciência do bem-estar animal, que está relacionada com todos os mecanismos para lidar, envolver a fisiologia, comportamento, sentimentos e resposta patológica. Esses estudos lidam com a saúde animal e têm indicadores úteis para classificar quão bom ou quão pobre é o bem-estar. Nos últimos anos, o bem-estar animal tem sido estabelecido como um dos critérios utilizados para decidir se um sistema é sustentável e se a qualidade do produto é confiável (BROOM, 2011).

O bem-estar animal tem várias definições, havendo um crescente consenso de que qualquer que seja a definição, ela deve incluir três elementos: o estado emocional do animal, o funcionamento biológico e a capacidade de mostrar os padrões normais de comportamento (MANTECA, VELARDE, e JONES, 2009).

Para auxiliar na identificação dos principais problemas do bem-estar dos animais, o Conselho de Bem-Estar de Animais de Produção (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL-FAWC, 1992) criou as cinco liberdades dos animais, que representam estados ideais. Um animal é considerado em bom estado de bem-estar se estiver saudável, confortável, bem nutrido, seguro, capaz de expressar seu comportamento inato/natural e se não estiver sofrendo com dores, medo e angústias. Bem-estar animal requer prevenção contra doenças e tratamento veterinário, abrigo adequado, gerenciamento, nutrição, manejo cuidadoso e abate humanitário (OIE, 2010).

2.2 Trocas de calor em frangos de corte

As últimas décadas testemunharam progressos significativos na seleção genética de frangos de corte. No entanto, esse rápido crescimento coincidiu com o desenvolvimento inferior dos sistemas viscerais, especialmente os órgãos cardiovasculares, contribuindo para dificuldades desses animais em lidar com o estresse por calor (YAHAV et al., 2004). Em países como o Brasil, caracterizado como clima tropical, as condições de conforto térmico dificilmente são obtidas na criação de frango de corte. Isso porque, na maior parte do tempo, a temperatura ambiente, a intensidade de radiação solar e a umidade relativa do ar (UR) são altas (MARCHINI et al., 2007).

As aves, tanto domésticas quanto silvestres, são animais homeotermos e dispõem de um centro termorregulador, localizado no hipotálamo, capaz de controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais (MACARI et al., 1994).

O frango de corte, como outros animais domésticos que sofreram uma seleção genética, apresenta razoável capacidade de se proteger do calor intenso no início do ciclo de vida, mas, a partir dos 14 dias de vida, mostra um melhor potencial de termorregulação para reagir ao frio, em decorrência da maturidade do aparelho termorregulatório. Por isso, em ambientes em que a temperatura é crítica para a ave, é importante reduzir a carga térmica pela climatização do ambiente (NASCIMENTO, 2010).

A manutenção da temperatura corporal das aves é função de mecanismos de produção e perda de calor. Portanto, à medida que a temperatura corporal se eleva, durante

o estresse calórico, processos fisiológicos são ativados com a finalidade de aumentar a dissipação de calor e reduzir a produção metabólica de calor (FURLAN, 2006). Para que a termorregulação seja eficiente, é fundamental que todo o calor produzido pela ave seja igual ao calor perdido para o ambiente (LUDTKE et al., 2010).

As aves perdem calor por processos físicos de condução, convecção e radiação, são as chamadas trocas sensíveis de calor, e para esses processos ocorrerem, elas dependem de um diferencial de temperatura entre sua superfície corporal e a temperatura ambiente. Conseqüentemente, quanto maior essa diferença, mais eficientes serão essas trocas. Sendo assim, para aumentar as trocas de calor com o ambiente, as aves se agacham e mantêm as asas afastadas do corpo para aumentar ao máximo a área de superfície corporal, também aumentam o fluxo de calor para as regiões periféricas do corpo que não têm cobertura de penas (crista, barbeta e pés) (MACARI e FURLAN, 2001).

Ofegar é bastante oneroso metabolicamente, visto afetar o equilíbrio ácido-base do sangue e da água no corpo, prejudicando a capacidade de a ave manter a temperatura corporal. No entanto, em altas temperaturas, o resfriamento evaporativo se torna a única forma de perda de calor, reduzindo a quantidade de energia de manutenção, assim, aumentando a quantidade de energia disponível para o crescimento e sobrevivência (YAVAV et al., 2004)

Entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves, o aumento na taxa respiratória resulta em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+). Em resposta, os rins aumentam a excreção de HCO_3^- e reduzem a excreção de H^+ na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave. Esta alteração do equilíbrio ácido-base é denominada de alcalose respiratória (BORGES et al., 2003).

Ofegar lentamente, na tentativa de perder calor para o meio, é uma atividade normal para aves e pode ser mantida por longos períodos sem efeitos adversos graves. Ofegar rapidamente, quando a velocidade da respiração aumenta em até 10 vezes em relação à taxa normal de repouso, exige muita energia e não pode ser mantido por muito tempo. Se as aves não conseguirem obter o resfriamento necessário para a manutenção do equilíbrio homeotérmico e, caso a temperatura corporal aumente 4°C acima do normal, é provável que a ave morra por hipertermia (LUDTKE et al., 2010).

2.3 Temperatura retal

Indicadores de bem-estar são descritos por Broom (2011) como resultado das diferenças extensivas às respostas fisiológicas e comportamentais encontradas nos animais. É necessário que qualquer avaliação de bem-estar inclua uma variada gama de mensurações. As medidas de curto prazo, como a temperatura retal, a frequência cardíaca e a concentração de cortisol plasmático, são apropriadas para avaliar o bem-estar durante o manejo com os animais ou no transporte; já medidas de comportamento, como a função do sistema imunológico e do estado patológico, são mais adequadas para mensurações de problemas a longo prazo.

A temperatura retal é o primeiro indicador de mal-estar de frangos de corte, enquanto a mortalidade é o indicador mais relacionado ao estresse (BROOM, 2007).

Variações na temperatura interna dos animais atuam como indicativo de alterações fisiológicas, mais especificamente, como uma tentativa de aumentar a dissipação de calor para a periferia corporal (NASCIMENTO, 2010).

Chen et al. (2013) verificaram que a temperatura cloacal sob stress térmico é considerada um indicador de confiança para a avaliação da resistência de aves ao calor. Resultados do experimento revelaram aumento da temperatura retal (41,4 - 42,2 °C) após os frangos serem expostos a temperaturas elevadas. No entanto, após este incremento, houve mudanças relativamente pequenas na temperatura do corpo, o que pode ser atribuído à adaptação a um novo equilíbrio. A sobrevivência sob estresse térmico variou entre 20 e 600 min, sugerindo considerável variação na tolerância ao calor entre os indivíduos.

2.4 Indicadores bioquímicos e hematológicos

O sistema sanguíneo é particularmente sensível às mudanças de temperatura e se constitui em um importante indicador das respostas fisiológicas da ave a agentes estressores. Alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas são associadas ao estresse calórico, traduzidas por variações nos valores do hematócrito, número de leucócitos circulantes, conteúdo de eritrócitos e teor de hemoglobina no eritrócito (BORGES et al., 2003).

A relação heterófilo/linfócito (H/L) é alterada como consequência do aumento de heterófilo e redução de linfócito, sendo considerado ótimo indicador de estresse crônico (BONAMIGO et al., 2011).

Marchini et al. (2011) verificaram os efeitos do estresse por calor sobre os parâmetros hematológicos de frangos de corte submetidos a uma temperatura ambiente

cíclica elevada, tendo os resultados mostrado que o estresse influenciou a hematopoiese dos frangos de corte, comprometendo o sistema imune pelo aumento de eosinófilos e monócitos e pela diminuição do número de leucócitos e de linfócitos, tornando essas aves mais suscetíveis às doenças do que as aves mantidas em termoneutralidade.

Exposição de frangos a estresse térmico provoca respostas comportamentais e fisiológicas distintas, podendo causar perdas econômicas inesperadas. O estresse térmico provoca alterações bioquímicas no pH sanguíneo, desequilíbrio de sódio e potássio e declínio do sistema imunológico (MUJAHID et al., 2009).

Os principais indicadores plasmáticos do estresse são o lactato e o cortisol (DALLA COSTA et al., 2008). Melesse et al. (2011) submeteram diferentes genótipos de galinhas poedeiras, por longo prazo, a altas temperaturas e identificaram que os parâmetros bioquímicos de creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e hormônios de plasma (T3) são indicadores adequados de estresse térmico.

Uma "resposta padrão" a um agente estressante envolve a ativação do sistema límbico, que regula os comportamentos víscero-somático, sexual, defensivo, agressivo e instintivo. O sistema límbico também é um regulador neuroendócrino, que, quando estimulado, induz o hipotálamo a produzir o fator de neurosecreção, conhecido como hormônio liberador de corticotrofinas (CRH), um peptídeo que regula a secreção do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), que atua no córtex adrenal, resultando em um aumento da síntese e da liberação de cortisol (ACCO, 1998).

Catecolaminas e corticosteroide mobilizam a produção e a distribuição de substratos energéticos durante o estresse, bem como induzem alterações em várias funções do organismo que darão o suporte necessário para restabelecer o equilíbrio (homeostase). Portanto, essas ações asseguram a manutenção do organismo durante situações adversas. O perigo para a ave passa a ocorrer quando a ativação dos sistemas nervoso e endócrino se torna crônico (FURLAN et al., 2009).

Nos anfíbios, aves e répteis, a corticosterona é o principal esteroide. Este hormônio é também predominante em alguns mamíferos, enquanto em outros, o cortisol assume maior importância. A relação cortisol:corticosterona varia com as espécies, por estar geneticamente determinada (ACCO, 1998).

De um modo geral, a consequência primária do estresse é uma alteração na homeostase orgânica do animal. Neste sentido, se em certo momento o animal não consegue manter a homeostasia, a consequência, mesma que rápida e eventual, será um prejuízo ao bem-estar animal (BROOM, 2007).

LDH, fosfomutase e piruvatoquinase são enzimas que atuam na degradação da glicose e mostram aumento da expressão sob condição de estresse térmico. Tal fato sugere que, durante períodos de estresse térmico de frangos de corte, há maior mobilização de glicogênio muscular, fornecendo, assim, maior aporte de glicose na célula muscular, acarretando aumento da taxa glicolítica (ALMEIDA, 2007).

Vosmerova et al. (2010) avaliaram o efeito do transporte pré-abate sobre os parâmetros bioquímicos em frangos de corte e observaram maiores níveis de corticosterona e LDH nas etapas que antecedem o transporte, indicando que a apanha e o carregamento podem ser ainda mais estressantes para o frango.

Bridi et al. (2009) verificaram que o método de abate “Halal” para frangos elevou o estado de estresse, resultando no aumento da concentração de lactato no plasma. Marqui et al. (2012) investigaram a atividade da enzima LDH com a sensibilidade do gene halotano em frangos de corte e concluíram que o uso LDH pode ser uma ótima alternativa para identificar animais sensíveis ao estresse, com conseqüente problema na qualidade de carne.

O estresse também pode alterar outros parâmetros séricos. Bonamigo et al. (2011) observaram em experimento com frangos de corte uma diferença significativa de triglicerídeos no soro em animais produzidos em maior densidade, sendo um indicativo de enfrentamento de maiores desafios e estresse.

Nijdam et al. (2005) avaliaram parâmetros de estresse, níveis de corticosterona, lactato e glicose no plasma durante diferentes tempos de pendura, e concluíram que, com aumento da duração de tempo na imobilização dos frangos, há aumento nas concentrações dos parâmetros avaliados assim com na relação H/L, caracterizando a pendura um processo traumático para os frangos.

2.4 Pontos críticos do manejo pré-abate

2.4.1 Apanha

As falhas cometidas nos períodos de pré-carregamento e carregamento em frangos de corte estão entre as maiores causas de condenações em abatedouros. Estas etapas podem ser consideradas a maior fonte de estresse para frangos no pré-abate (VOSMEROVA et al., 2010). As lesões observadas em frangos de corte após um carregamento não apropriado podem evoluir de um simples arranhão na pele a problemas maiores, como contusões, fraturas e edemas, depreciando as carcaças e respectivos cortes, representando prejuízos ao produtor e à agroindústria (ROSA et al., 2012).

O manejo de captura ou apanha das aves é uma importante etapa pré-abate, pois é um dos momentos em que as aves estão mais susceptíveis ao estresse, influenciando diretamente o bem-estar e a qualidade da carcaça. No Brasil, a captura manual das aves e a apanha, de modo geral, são feitas por uma equipe de 12 a 14 pessoas (LEANDRO et al., 2001).

Nijdam et al. (2004) consideraram que a apanha e o transporte durante o dia são um fator de risco, pois o percentual de contusões aumentou no período diurno, podendo ser resultado da maior atividade dos frangos de corte em resposta à maior quantidade de luz. Na apanha noturna, há vantagens em controlar os níveis de luz dentro dos aviários, e os efeitos do calor podem ser minimizados.

O método mecânico de captura de aves tem alto custo e dificuldades na higienização, comprometendo a biossegurança. Nijdam et al. (2005) investigaram os dois métodos de captura: a mecânica e a manual e sua influência na mortalidade. Os resultados revelaram altos níveis de corticosterona no plasma sanguíneo das aves estudadas, indicando que ambos os métodos de captura se equivalem na indução de estresse. No mesmo estudo, concluíram que a apanha mecânica tende a causar índices superiores de mortalidade.

Pilecco et al. (2011) observaram que quando o peso de aves/caixa ultrapassou 30 kg, foram constatados maiores índices de arranhões de pele e que, nas apanhas mais rápidas, havia movimentação brusca e gritos dos membros das equipes, resultando em agitação das aves e conseqüente aglomeração.

O protocolo de bem-estar para frangos e perus (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA-UBA, 2008) recomenda que não seja feita a apanha das aves pelos pés, asas e pescoço, por causa das lesões e sofrimentos que possam ser causados. Aves com menos de 1,8 kg podem, excepcionalmente, ser apanhadas pelas pernas, desde que o número máximo em cada mão não seja maior que três. Somente é permitida a apanha pelo dorso de no máximo duas aves por vez.

Leandro et al. (2001) avaliaram a influência do tipo de captura de frangos de corte sobre qualidade na carcaça e notaram que aves capturadas pelo dorso apresentaram menor número de contusões, ou seja, menos condenações no abatedouro do que aquelas que foram pegas pelo pescoço. A captura pelo pescoço aumentou as contusões de carcaça em 33% e em 72% as fraturas hemorrágicas.

Adotar práticas de manejo que objetivam o bem-estar, incluindo técnicas que auxiliam na distribuição uniforme das aves, é a principal ferramenta para evitar arranhões

dorsais no momento da apanha. Assim, a organização e a capacitação das equipes de apanha e o posicionamento das caixas de forma que subdivida os lotes nos galpões, para facilitar a contenção das aves, são manejos que podem amenizar o estresse em frangos de corte (PILECCO et al., 2011).

A idade, associada ao peso, são os pontos básicos para definição do número de aves por caixa no momento da apanha. Em geral, existe pressão para aumento do número de frangos por caixa, buscando redução nos custos com o transporte. Uma recomendação é trabalhar na faixa de 21 a 23 kg de peso por caixa, devendo ser observados o turno de carregamento e as temperaturas de transporte, baseando-se no princípio de que todas as aves devem ter espaço suficiente na caixa para que possam se deitar sem ocorrer amontoamento de uma ave sobre a outra (ROSA et al., 2012).

2.4.2 Transporte

O transporte de aves envolve um dos maiores deslocamentos de animais vivos do mundo. Esta etapa poderá ser feita sob diferentes condições e combinações de distâncias, horários e tipo de vias. Estas combinações terão reflexo direto na qualidade do produto final e, na maioria das vezes, serão responsáveis pelas chamadas “mortes na chegada do abatedouro” ou “*Dead on Arrivals*” (DOA) (BARBOSA FILHO, 2008).

Os níveis reais de mortalidade dependem de inúmeras variáveis, podendo ser influenciados pelos seguintes fatores: saúde dos animais, estresse térmico, injúrias e traumas ocorridos nas etapas anteriores ao transporte. É proposto que os desafios térmicos são a principal ameaça ao bem-estar das aves e à sua sobrevivência. Os efeitos do estresse térmico tendem a aumentar pela retirada prolongada de alimentos ou de água e por exposição a vibrações e acelerações no transporte (MITCHELL e KETTLEWELL, 2009).

A limitada capacidade de frangos de corte em lidar com o estresse de calor tem resultado em taxas de mortalidade que excedem 1% durante os dias mais quentes (RITZ et al., 2005). A alta incidência de lesões e de estresse térmico durante o transporte está associada ao mal-estar e representa uma perda considerável para a indústria do frango, especialmente nos trópicos (VIEIRA et al., 2011)

Em trabalhos com frangos de corte, Chauvin et al. (2011) verificaram que diferentes condições climáticas durante o processo de pré-abate, como chuva e vento, influenciaram na mortalidade das aves por afetarem o conforto térmico durante o transporte ou o período de espera no abatedouro.

Silva et al. (2007) desenvolveram uma pesquisa para avaliar o efeito da temperatura e da UR elevadas sobre os parâmetros fisiológicos, numa condição de transporte simulada em câmara climática. A temperatura retal, a frequência respiratória e o hematócrito foram utilizados como parâmetros de medida para estresse fisiológico. Os autores constataram que as aves tenderam a apresentar maiores valores de temperatura retal e frequência respiratória com o aumento do tempo de exposição ao estresse térmico, sendo que, na faixa de condição superior ao estresse, por volta de 46,3° C, foi registrado óbito.

Vieira (2008) relacionou o número de mortes encontradas na chegada do abatedouro com a densidade de aves nas caixas e os turnos em que elas eram transportadas. O autor verificou que, em densidades elevadas, acima de sete aves por caixa, houve acréscimo na mortalidade no turno da tarde, seguido do turno da manhã e noite. E em densidades menores, abaixo de sete aves por caixa, a mortalidade foi elevada no turno da noite, seguida pelo turno da tarde e pelo turno da manhã, por causa do efeito da perda de calor sensível no turno da noite.

Barbosa Filho et al. (2009) conduziram ensaio com o objetivo de caracterizar o perfil microclimático da carga de caminhões de transporte de frangos de corte. Foi observado que, no turno da manhã, as condições ambientais são propícias para esta operação, e a região de pior condição microclimática está situada nas partes central e traseira da carga, colocando-as como localidades mais suscetíveis de ocorrência de perdas durante o transporte das aves.

O microambiente térmico formado no caminhão pode ser a causa primária que compromete o bem-estar das aves e a qualidade final da carne pelo desenvolvimento de PSE em filés de peito de frango (SIMÕES et al., 2009)

Segundo Warriss et al. (2005), temperaturas de até 17° C têm pouco ou nenhum efeito sobre a mortalidade de frangos de corte no transporte pré-abate, sugerindo que o transporte seja feito em horas mais frescas do dia, como o início da manhã, para melhorar os efeitos prejudiciais do clima e contribuir com o bem-estar das aves.

A distância entre a granja e o abatedouro é de grande relevância em consideração às perdas pré-abate, já que ela determina a duração do transporte e o tempo em que as aves ficarão expostas aos efeitos térmicos do ambiente externo. Barbosa Filho (2008) verificou, em sua pesquisa, que, quanto maior a distância percorrida no transporte, maior o número de aves mortas na chegada ao abatedouro.

2.4.3. Tempo de espera no abatedouro

A importância da espera se resume em oferecer, dentro de um espaço de tempo adequado, condições térmicas satisfatórias para manter o animal em conforto após o transporte até o descarregamento. Os frangos devem ser imediatamente colocados na área de espera ambientalmente controlada na chegada às instalações do abatedouro. O local deve preferencialmente ter baixa iluminação, para manter os animais calmos até o abate (HUMANE FARM ANIMAL CARE-HFAC, 2008).

À medida que o tempo de transporte e o tempo de espera no abatedouro aumentam, há risco de morte das aves. Assim, reduzir percentual DOA's e garantir o bem-estar dos frangos de corte durante o último dia de vida, é necessário melhorar a logística e o planejamento, adequando o tempo de transporte para, no máximo, duas horas e manter o período de espera no abatedouro o mais curto possível (NIJDAM et al., 2004)

Nãas et al. (1998) analisaram o ambiente de espera dos caminhões de maneira simulada, propondo uma forma de amenizar o estresse térmico com o uso de ventilação e nebulização. Foi verificada a eficiência do sistema, em que gotículas de água lançadas pelos nebulizadores atingem as aves e, com a ação do vento, se evaporam, retirando o calor excessivo, proporcionando-lhes uma melhor sensação térmica.

Aves sob condições de estresse térmico não devem ser expostas a longos períodos de espera, pois esse fator não apenas eleva a mortalidade, mas também pode causar danos à carcaça. É importante que as aves permaneçam nos galpões de espera o tempo mínimo necessário para garantir o fluxo de abate e seu bem-estar, sendo recomendado como ideal um período de espera de uma hora, não mais que duas horas. As aves que esperam muito tempo no caminhão podem sofrer problemas de desidratação, já que estão sem acesso à água e à ração (LUDTKE et al., 2010).

Porém, com relação ao tempo de espera nos abatedouros, os resultados ainda são conflitantes. Vieira et al. (2011) verificaram redução na mortalidade de frangos no pré-abate, quando o tempo de espera em galpões climatizados foi aumentado, concluindo, assim, que o tempo de espera de 3 a 4 horas num ambiente controlado durante o verão e primavera, foi necessário para reduzir a carga térmica de frangos de corte.

Vieira et al. (2010) avaliaram os efeitos do tempo de espera no bem-estar e na mortalidade de frangos transportados em distâncias diferentes granja-abatedouro e evidenciaram que, em distâncias acima de 25 km, a mortalidade dos frangos foi menor quando adotado o tempo de espera curto. No entanto, no mesmo intervalo de tempo para

uma curta distância (<25 km), o número de aves mortas duplicou em relação à primeira situação.

Como exposto pelos mesmos autores, para curtas distâncias, o tempo de espera em galpão climatizado resultou no retorno à condição inicial de conforto térmico, ou seja, a tensão térmica dos frangos pôde ser reversível, porque eles ainda eram sensíveis ao ambiente climatizado. Para viagens mais longas, as aves ultrapassaram este período crítico, chegando à irreversibilidade em decorrência do esgotamento das reservas energéticas, sendo menor o efeito da climatização no retorno para o conforto térmico inicial de frangos de corte.

Zhang et al. (2009) verificaram que frangos de corte que tiveram tempo maior de espera no abatedouro após o transporte, a longo prazo, diminuíram concentrações de corticosterona no plasma e reduziram a glicólise muscular, o que pode ajudar a manter a qualidade da carne.

Barbosa Filho (2008) levantou um ponto crítico em relação ao tempo de espera no abatedouro, ao afirmar que nem sempre um caminhão carregado de frangos ao chegar ao abatedouro será rapidamente descarregado ou seguirá para o galpão de espera. Ele relatou que este problema pode ocorrer pela falta de planejamento ou programação prévia do abatedouro ou ainda por eventuais problemas operacionais que possam ocorrer na linha de abate.

A falta de padronização nas operações pré-abate contribui para que as aves apresentem sinais de desconforto e estresse, pois a legislação brasileira, que normatiza a Inspeção de Produtos de Origem Animal, não contempla informações relacionadas ao tempo de espera no abatedouro para aves, deixando espaço para várias interpretações. Apenas uma citação sobre o assunto ocorre na Portaria n° 210 (BRASIL, 1998), especificando que deve haver um local para recepção das aves com cobertura e ventilação, e quando não for possível o abate imediato, será permitido esperar neste local.

O objetivo principal do descanso dos animais de abate é de caráter higiênico e conservação da carne a ser obtida, bem como atender aos preceitos de bem-estar animal (BRASIL, 1952). No entanto, não está bem elucidado se aves submetidas a tempos variáveis de espera no abatedouro contribuem de maneira desejável para seu bem-estar e para a qualidade de carcaça.

2.5 Parâmetros de qualidade da carne

A qualidade da carne de frango pode ser percebida por seus atributos sensoriais (cor, textura, suculência, sabor, odor, maciez), tecnológicos (pH, capacidade de retenção de água), nutricionais (quantidade de gordura, perfil dos ácidos graxos, grau de oxidação, porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais), sanitários (ausência de agentes contagiosos), ausências de resíduos químicos e físicos (antibióticos, dioxina ou outras substâncias contaminantes), éticos (bem-estar do homem e do animal) e preservação ambiental (BRIDI, 2004).

A aparência e a textura são os parâmetros mais importantes que influenciam o consumidor na seleção inicial e na satisfação final do produto (FLETCHER, 2002).

A cor desempenha importante papel na qualidade sensorial da carne e destaca-se como principal fator de apreciação no momento da compra (COSTA et al., 2011). A coloração da carne é determinada pela concentração total de mioglobina (proteína envolvida nos processos de oxigenação do músculo) e pelas proporções relativas desse pigmento no tecido muscular (RENERRE, 1990). Os principais pigmentos heme encontrados na carne de aves são mioglobina, hemoglobina e citocromo C (FRONING, 1995).

Entretanto, a cor da carne de frango pode ser afetada por diversos outros fatores, como idade, sexo, linhagem, dieta, gordura intramuscular, condições pré-abate, estresse térmico e também em decorrência de problemas na industrialização, como temperatura de escaldagem e condições de armazenamento e congelamento (CONTREAS CASTILO, 2001; FLETCHER, 2002).

A temperatura e o pH *post mortem* determinam o grau de desnaturação das proteínas e a aparência física da carne, influenciando as propriedades de reflexão da luz sobre o músculo (LAWRIE, 1991). A dispersão de luz é diretamente proporcional à extensão da desnaturação da proteína. As alterações na dispersão de luz afetam a luminosidade da carne (L^*), com efeito mínimo sobre o teor de vermelho (a^*) e o teor de amarelo (b^*) (ANADON, 2002).

Após o abate, diversas alterações bioquímicas ocorrem na conversão do músculo para carne. O desenvolvimento normal destes processos bioquímicos vai determinar a qualidade final da carne. Quando um animal morre por asfixia resultante da sangria, o músculo e as células continuam a consumir e produzir ATP enquanto as fontes de glicogênio estiverem disponíveis. No entanto, as reservas energéticas se esgotam rapidamente em anaerobiose e, como consequência, há formação de ácido lático. A queda

inicial do pH é devida principalmente à liberação de íons H⁺, que ocorre antes da redução do piruvato a lactato. O ácido láctico provoca diminuição no pH sarcoplasmático a ponto de inibir a glicólise, e a produção de ATP, eventualmente, cessa (GREASER, 1986).

As condições pré-abate e o início do *rigor mortis* determinam a velocidade de glicólise, a liberação de ácido láctico e a queda do pH (BOND et al., 2004). Assim, os animais submetidos a estresse apresentam menos conteúdo de glicogênio nos músculos, resultando em maior valor de pH em relação a animais com alto teor de glicogênio muscular (FLETCHER, 2002). O pH inicial normalmente diminui de 7,2 até valores finais de 5,8. Um pH final 24 horas *post mortem* menor ou maior que este valor é considerado anormal, constituindo um defeito na qualidade da carne (LAWRIE, 1998).

2.6 Carne PSE

Os dois principais problemas envolvendo qualidade da carne de frango são conhecidos pelas siglas PSE e DFD. Ambos têm reflexos diretos em três dos principais parâmetros de avaliação de qualidade de carne: pH, cor e capacidade de retenção de água (ALMEIDA, 2007).

A anomalia do PSE, na prática, resulta de condições de manejo *ante-mortem* mal conduzidas e estressantes a que são submetidos os animais, provocando um *rigor mortis* acelerado. Explica-se o fenômeno pela combinação de baixo pH, em geral menor do que 5,8, com elevada temperatura muscular, acima de 35°C, resultando na desnaturação das proteínas. Isto ocorre em função de uma rápida transformação metabólica do glicogênio em ácido láctico, alcançando pH final antes do resfriamento da carcaça, o que faz com que a carne se torne pálida (KOMIYAMA et al., 2009).

As zonas de PSE são caracterizadas por alterações na textura, cor e exsudação (PAREDI et al., 2012), provocando, em consequência, o surgimento de carne amaciada, sem aderência e descolorida, com propriedades funcionais comprometidas.

Incidência de PSE em músculos do peito de aves pode ser consequência de um metabolismo glicolítico muscular acelerado antes do abate, devido ao estresse e também a fatores genéticos (LESIÓW e KIJOWSKI, 2003).

A carne PSE tem baixa aceitação pelos consumidores e também causa transtornos à industrialização por apresentar rendimento deficiente, quando processada. Há potencial para grande perda econômica em produtos de músculo inteiro assim como nos industrializados, pela maior perda por gotejamento, diminuição da capacidade de retenção de água e problemas de textura (WOELFEL et al., 2002).

Estimativa do valor do pH em 15-20 minutos *post mortem* bem como sistemas de identificação de cor (L*) podem ser utilizados para a identificação de frango e peru PSE carne (LESIÓW e KIJOWSKI, 2003).

A ocorrência de carnes PSE é maior no verão, quando a temperatura ambiente está elevada. Isso provavelmente se deve ao estresse térmico sofrido pelas aves, que aceleram o metabolismo *post mortem*, e a mudanças bioquímicas no músculo. Portanto, o abate humanitário tem papel fundamental, além de assegurar o bem-estar das aves, prevenir lesões, estresse, dor, agitação, reduzindo as perdas tanto pelos hematomas e contusões quanto pelos defeitos da qualidade da carne (LUDKE et al., 2010).

Durante o transporte de frangos de corte, há formação de um microclima nos caminhões, determinando situações desfavoráveis de temperatura e UR para o frango, principalmente nas regiões do meio e traseira do veículo. Langer et al. (2010) avaliaram a ocorrência de PSE em amostras de carne de peito de aves, utilizando medições de pH e cor. Os resultados mostraram uma percentagem mais elevada de carnes PSE em aves colocadas na parte traseira do caminhão, seguidos por aquelas aves que estavam no meio e, finalmente, na parte da frente do veículo.

Simões et al. (2009) concluíram que, durante o transporte de frangos de corte no verão no Brasil, vários fatores influenciam o desenvolvimento de carne PSE. Os autores verificaram que o banho de aspersão no caminhão depois do carregamento reduziu a ocorrência de carnes PSE, assim como as longas distâncias entre granja e abatedouro e tempos elevados de trânsito foram prejudiciais para o bem-estar das aves, produzindo mais carne PSE.

Com o objetivo de caracterizar o efeito do método de abate “Halal” sobre metabolismo e qualidade de carne, Bridi et al. (2009) avaliaram parâmetros bioquímicos e o pH da carne. Os resultados de pH inicial e final foram influenciados pelo método de abate, com as carcaças apresentando valores inferiores ao normal, assim como a luminosidade da carne, indicada pelo valor de L*, foi maior nos animais abatidos pelo método “Halal”. A luminosidade apresenta correlação negativa com o valor de pH da carne. A frequência de carcaças PSE foi de 23,33% para os frangos abatidos no método “Halal”, identificando esse método de abate como estressante para frangos de corte.

Sandercock et al. (2001) desenvolveram um estudo para analisar o estresse térmico agudo em câmara climática por duas horas e sua influência na qualidade da carne. Os pesquisadores encontraram maior perda de peso por gotejamento (PPG) e forte efeito do

estresse térmico sobre a taxa de queda do pH *post mortem* do músculo, sugerindo aceleração do metabolismo glicolítico *perimortem* em aves estressadas.

Com diferentes resultados, Zhang et al. (2009) investigaram o efeito do estresse no transporte e tempo de espera sobre parâmetros de pH, cor, perda por gotejamento e força de cisalhamento. Os diferentes tempos de transporte com curtos e longos períodos de espera no abatedouro não influenciaram nos parâmetros de qualidade da carne.

Reduzir o estresse, obter um rápido processamento de refrigeração e diferentes métodos para regenerar as propriedades funcionais das proteínas são medidas necessárias para diminuir as perdas econômicas com a carne PSE e melhorar a eficácia da indústria avícola (LESIEÓW e KIJOWSKI, 2003).

Um dos prejuízos causados pela carne PSE é sua limitação na elaboração de produtos processados, principalmente pela baixa retenção de água, sendo destinada até certo limite para produtos fermentados e certos tipos de emulsionados (OLEGARIO et al. 2007).

2.7 Carne DFD

O manejo pré-abate inadequado pode influenciar negativamente a qualidade da carne pelas alterações fisiológicas que as aves podem manifestar no metabolismo muscular. Esse fenômeno é causado por situações de estresse de longa duração na etapa pré-abate, principalmente por longos períodos de jejum, manejo inadequado (LUDKE et al., 2010) e condições de baixa temperatura no ambiente (DADGAR et al., 2012).

O estresse severo ou por um período prolongado pode causar depleção de glicogênio muscular, disponibilizando pouca glicose para conversão a ácido lático. A carne resultante apresenta pH elevado, acima de 6,0, coloração escura, consistência rígida e aparência seca, sendo pouco atraente para o consumidor, tendo vida-útil reduzida (BERG, 2001).

Quando o pH após 24 horas do abate permanece alto, pela menor quantidade de ácido lático formada, as proteínas miofibrilares se encontram muito acima de seu ponto isoelétrico, o que aumenta o número das suas cargas positivas, e a água se liga rapidamente nessas proteínas. Nessas condições, há alta capacidade de retenção de água das fibras musculares, apresentando aspecto seco na superfície (LUDKE et al., 2010).

A carne DFD é rejeitada pelo consumidor quando é vendida *in natura*, no entanto grande quantidade de água nesse tipo de carne é, por um lado, benéfica para

processamentos posteriores (BERG, 2001), pois podem ser destinadas para elaboração de produtos emulsionados e produtos curados cozidos.

A carne DFD é um problema mais sério para a saúde pública por estar sujeita a maior risco de alteração microbiana. A ausência de glicose na superfície das carnes DFD e o pH próximo ao fisiológico permitem à microflora atacar e degradar os aminoácidos, dando lugar a compostos de odor intenso no processo de deterioração. Deste modo, as carnes DFD são mais suscetíveis a alterações microbianas, não só no estado fresco, mas também durante os processos de cura (PRICE E SCHWEIGERT, 1994)

3Referências Bibliográficas

ABPA- Associação Brasileira de Proteína Animal. *Estatísticas 2014*. Disponível em: http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/frango_estados_exportadores. Acessado em: 22-01-15.

ACCO, V. *Mensuração dos níveis séricos de cortisol e de lactato desidrogenase como indicadores de estresse em cutia (Dasyprocta azarae)*. 1998. 81 p. Dissertação (Mestrado em Patologia Animal,) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

ALMEIDA, E. A. *Influência do estresse pré-abate na expressão gênica e qualidade de carne de frango (Gallus gallus)*.2007. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência animal e Pastagens). Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ANADÓN, H.L.S. *Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers*.171f. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) - Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 2002.

BARBOSA FILHO, J.A.D. *Caracterização das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré – abate de frangos de corte*. 174 pag. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba , 2008.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; SILVA ,I. J. et al. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. *Rev. Bra. Zootec.*, v.38, n.12, p.2442-2446, 2009.

BEDANOVA,I.; VOGLAROVA, E.; CHLOUPEK, P. et al. Stress in Broilers Resulting from Shackling. *Poult. Sci.*, v.86, p.1065–1069, 2007.

BERG, E.P. Influence of stress on composition and quality of meat poultry and meat products. *J. Ani. Sci.*, 79 (Suppl. 1), 849 (Abstr.), 2001.

BONAMIGO, A.; SILVA, C. B. S.; MOLENTO, C. F. S. Grau de bem – estar relativo de frangos em diferentes densidades de lotação. *Arq. Bra. Vet. Zootec.*,v. 63, n 6, p. 1421-1428, 2011.

BONAMIGO, A.; BONAMIGO, C.B.S.S.; MOLENTO, C.F.S. Atribuições da carne de frango relevantes ao consumidor: foco no bem-estar animal. *Rev. Bra. Zootec.*, v.41, n.4, p.1044-1050, 2012.

BOND, J.J.; CAN, L.A.; WARNER, R.D. The effects of exercise stress, adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in semimembranosus muscle of lamb. *Meat Sci.*, v.68, p.469-477, 2004.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. *Ciênc. Rural*, Santa Maria, v. 33, n.5, p.975-981, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria N° 210, de 10 de novembro de 1998, aprova o regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 26 nov. de 1998. Seção 1, p.226.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, Decreto 30.691 de 29/03/1952, alterado pelos Decretos n°. 1.255 de 25/06/1962, n°. 1.236 de 02/09/1994, n°. 1.812 de 08/02/1996 e n°. 2.244 de 04/06/1997

BRIDI, A.M.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C.A. et al. Indicadores de estresse e qualidade da carne em frangos abatidos pelo método “Halal”. *Semina: Ciênc. Agrár.*, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2451-2460, 2009.

BRIDI, A. M. *Qualidade da carne para o mercado internacional*. Londrina, PR, 2004. Disponível em: <<http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carneseccarcacasarquivos/QualidadedaCarneparaoMercadoInternacional.pdf>>. Acessado em: 09/12/2014.

BROOM, D. M. Causes of poor welfare and welfare assessment during handling and transport. In: GRANDIN, T. (Ed.). *Livestock handling and transport*. 3.ed. Wallingford: CAB International, 2007. 386p.

BROOM, D.M. Animal welfare: concepts, study methods and indicators. *Rev. Colomb.Ciênc. Pecu.* v.24, n. 3, 2011.

CHAUVIN, C.; HILLION, S.; BALAINE, L. et al. Factors associated with mortality of broilers during transport to slaughterhouse. *Animal*, p. 287–293, 2011.

CHEN, X. Y.; WEI, P. P.; XU, S. Y. et al. Rectal temperature as an indicator for heat tolerance in chickens. *Anim. Sci. J.*, v. 84, p. 737–739, 2013.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *Laying down minimum rules for protection of chickens kept for meat production*. Bruxela: European Union, mai. 2005. Disponível em: <http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/index_en.htm>. Acessado em: 12/11/2014

CONTREAS CASTILHO, C.J. Qualidade de carcaça de aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., São Pedro, 2001. *Anais...* Campinas: ITAL, 2001. P. 160-178.

COSTA, R.G.; SANTOS, N.M.; SOUSA, W.H. et al. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. *Rev. Bra. Zootec.*, v.40, n.8, p.1781-1787, 2011.

FAWC-FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. Farm Animal Welfare Council updates the Five Freedoms. *Vet. Record*, v.17, p.357, 1992.

FLETCHER, D. L. Color Variation in commercially packaged broiler breast fillets. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 8, p.67–69, 1999.

FLETCHER, D.L. Poultry meat quality. *World's Poult. Sci. J.*, Ithaca, v.58, n.2, p. 131-145, 2002.

FRONING, G.W. Color of poultry meat. *Poult. Avian Bio. Rev.* v.6, p. 83-93, 1995

FURLAN, R.L. Influência da Temperatura na Produção de Frangos de Corte. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA. p.104-135, Chapecó SC, 2006.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; COSTA, M.J.R.P. *Bem-Estar das Aves e Suas Implicações sobre o Desenvolvimento e Produção*.2009. Disponível em:<<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/bem-estar-aves-desenvolvimento-e-producao-t17/124-p0.htm>>.Acessadodia: 12/09/13

GREASER, M.L. 1986. Conversion of muscle to meat. Pages 37-102 In: MUSCLE AS FOOD. P.J. Bechtel, ed. Academic Press, New York, NY.

DADGAR, S.; LEE, E.S.; CROWE, T.G. et al. Characteristics of cold-induced dark, firm, dry broiler chicken breast meat. *Br. Poult. Sci.*, v.53, 2012.

DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, J. V.; COSTA; M. J. R. P. et al. Tempo de jejum na granja sobre o perfil hormonal e os parâmetros fisiológicos em suínos de abate pesados. *Ciênc. Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2300-2306, 2008.

HARVEY, D.; HUBBARD, C. Reconsidering the political economy of farm animal welfare: An anatomy of market failure. *Food Policy*, v. 38, p.105–114, 2013.

HFAC, HUMANE FARM ANIMAL CARE. *Padrões para cuidados com animais: Frangos de Corte*. 2008. Disponível em: <<http://www.ecocert.com.br/legislacao.html>> Acessado dia: 10/04/2013.

KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; AKAHASHI, S.E. et al. Características qualitativas de produtos elaborados com carne de frango pálida e normal. *Cienc. tecnol. aliment.* v. 29, p. 38-45, 2009.

LANGER, R.O.S. *Efeito do transporte na incidência de PSE (pale, soft, exudative) e análogo ao DFD (dark, firm, dry) em filés de frango*. 2007. 84p. Dissertação (Mestrado em

Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro de Ciências Agrárias, Universidade de Londrina, Londrina, 2007.

LANGER, R.O.S.; SIMÕES, G.S.; SOARES, A. L.; et al. 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. *Braz. Arch. Biol. and Technol.*, v.53, n. 5: p. 1161-1167, 2010.

LAWRIE, R.A. 1998. The conversion of muscle to meat. In: *Lawrie of Meat Science*. (6th ed. Woodhead Publishing Ltd.), Cambridge, England, pp. 97-118.

LEANDRO, N.S.M.; ROCHA, P.T.; STRINGHINI, J.H. et al. Efeito do tipo de captura dos frangos de corte sobre a qualidade da carcaça. *Ciênc. Anim. Bras.*, v.2, p. 97-100. 2001.

LESIÓW, T.; KIJOWSKI, J. Impact of PSE and DFD meat on poultry processing - A review. *Pol. J. Food Nutrit. Scie*, v. 12/53, n. 2, 2003.

LUDTKE, C.B.; CIOCCA, J.R.P.; DANDIN, T. et al. *Abate Humanitário de Aves*. WSPA, 120 p, Rio de Janeiro, 2010.

MANTECA, X.; VELARDE, A.; JONES, B. Animal welfare components. In: SMULDERS, F.; ALGERS, B. Welfare of production animals: assessment and management of risks. Wageningen, p. 61-77, 2009.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal :FUNEP/UNESP, 1994, 246p.

MACARI, M., FURLAN, R. L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I. J. da (Ed.) Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, 2001. p. 31-87.

MARCHI, D.F.; SANTILLI, J.C.; SOARES, A.L. et al. Atividades de creatina quinase e lactato desidrogenase na identificação de frangos com estresse e filés PSE (*pale, soft, exudative*). *Semina: Ciênc. Agrár.*, Londrina, v. 33, suplemento 2, p. 3103-3110, 2012.

MARCHINI, C.F.P; SILVA, P.L; NASCIMENTO, M.R.B.M. et al. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura cíclica elevada. *Arch. Vet. Scie.*, v.12, n.1, p. 41-46, 2007.

MARCHINI, C.F.P; NASCIMENTO, M.R.B.M.; SILVA, P.L.; et al. Parâmetros hematológicos de frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. 2011. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/industria-carne/artigos/parametros-hematologicos-frangos-corte-t518/471-p0.htm>>. Acesso em: 12/09/13

MELESSE, A.; MAAK, S.; SCHMIDT, R.; VON LENGERKEN, G. Effect of long-term heat stress on key enzyme activities and T3 levels in commercial layer hens. *Int. J. Livest. Prod.*, v. 2, n.7, p. 107-116, 2011.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J. Welfare of poultry during transport – a review. *Poultry Welfare Symposium Cervia*, p. 18-22, 2009.

MUJAHID, A.; AKIBA, Y.; TOYOMIZU, M. Progressive changes in the physiological responses of heat-stressed broiler chickens. *J. Poult. Sci.*, v. 46, p.163-167, 2009.

NAAS, I. A.; GOUVEIA, R. P.; SILVA, I. J. O. Avaliação dos sistemas de resfriamento no ambiente de espera em caixas transportadoras de frango de corte, utilizando ventilação e nebulização. *Engenh. Rural*, v.9, p. 1-70, 1998.

NASCIMENTO, S.T. *Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais*. 149 p. Dissertação (Mestre em Ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

NIJDAM, E.; ARENS, P.; LAMBOOIJ, E. et al. Factors influencing bruises and mortality of broilers during catching, transport, and lairage. *Poult. Sci.*, 2004.

NIJDAM, E.; DELEZIE, E.; LAMBOOIJ, E. et al. Comparison of bruises and mortality, stress parameters, and meat quality in manually and mechanically caught broilers. *Poult. Sci.*, 2005.

OIE, WOLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. *Slaughter of animals*. In Terrestrial Animal Health Code. 2010. Disponível em: <http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2010/en_chapitre_1.7.5.htm>. Acessado dia: 18/04/2013.

OLEGARIO, T.G.; SANTOS, J.T.; FORNAZARI, I.M.; et al. Carnes PSE e DFD em aves e suínos. In: V SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS DA UTFPR, v. 2, n. 1, 2007.

PILECCO, M.; PAZ, I.C.L.A.; TABALDI, L.A. et al. Influência de fatores genéticos, ambientais e de manejo sobre a incidência de arranhões dorsais em frangos de corte. *Rev. Agrarian*, v.4, n.14, p.352-358, 2011.

PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza: Acribia, 1994.

QUEIROZ, M.L.V.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; ALBIERO, D. et al. Percepção dos consumidores sobre o bem-estar dos animais de produção em Fortaleza, Ceará. *Rev. Ciênc. Agron.*, v. 45, n. 2, p. 379-386, 2014.

RENERRE, M. Review: factors involved in the discoloration of beefmeat. *J. FoodSci. Technol.*, v.25, p.613-630, 1990.

ROSA, P.S.; ALBINO, J.J.; BASSI, L.J. et al. Manejo pré-abate em frangos de corte. *Núcleo de Comunicação Organizacional da Embrapa Suínos e Aves*. Concórdia-SC, 2012.

RITZ, C. W.; WEBSTER, A. B.; CZARICK, M. Evaluation of Hot Weather Thermal Environment and Incidence of Mortality Associated with Broiler Live Haul. *Poult. Sci.*, 2005.

SANDERCOCK, D.A.; HUNTER, R.R.; NUTE, G.R. et al. Heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. *Poult. Sci.*, Ithaca, v.80, p.418-425, 2001.

SCHNEIDER, J. P. *Carne DFD em frangos*. 2004. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SILVA, M.A.N.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, C.J.M. et al. Avaliação do estresse térmico e condição simulada de transporte de frangos de corte. *Rev. Bra. Zootec.*, v.36, n.4, p.1126-1130, 2007.

SIMÕES, S.G.; OBA, O.; MATSUO, T.; ROSSA, A. et al. Vehicle Thermal Microclimate Evaluation during Brazilian Summer Broiler Transport and the Occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) Meat. *Bra. Arch. Biol. Technol.*, vol. 52, p. 195-204, 2009.

UBA, UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. *Protocolo de bem-estar para frangos e perus*. 2008. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>> Acessado dia: 10/04/2013.

VELARDE, A.; DALMAU, A. Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. *Meat Sci.*, v. 92, p. 244–251, 2012.

VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D. et al. Preslaughter mortality of broilers in relation to lairage and season in a subtropical climate. *Poult. Sci.*, 2011.

VIEIRA, F.M.C. *Avaliação das perdas e dos fatores bioclimáticos atuantes na condição de espera pré-abate de frangos de corte*. 2008. 176p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola). Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D. et al. Productive losses on broiler preslaughter operations: effects of the distance from farms to abattoirs and of lairage time in a climatized holding area. *Rev. Bra. Zootec.*, v.39, n.11, p. 2471-2476, 2010.

VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; SANTOS, R. F. S. et al. *Redução de perdas nas operações pré-abate de frangos de corte*. 2012. Disponível em: <pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/reducao-perdas-nas-operacoes-t859/124-p0.htm>. Acessado dia: 22/08/2014.

VOSMEROVA, L.; CHLOUPEK, J.; BEDANOVA, I. et al. Changes in selected biochemical indices related to transport of broilers to slaughterhouse under different ambient temperatures. *Poult. Sci.*, v. 89, p.2719–2725, 2010.

WARRISS, P.D.; PAGA ZAURTUNDUA, A.; BROWN, S.N. Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. *Brit. Poult. Sci.*, v. 46, n. 6, p. 647-651, 2005.

WOELFEL, R. L.; OWENS, C. M.; HIRSCHLER, E. M. et al. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poult. Sci.*, v.81, p. 579–584, 2002.

WSPA, SOCIEDADE MUNDIAL DE PROTEÇÃO ANIMAL. *Abate Humanitário*. 2009. Disponível em: <<http://www.wspabrasil.org/wspaswork/factoryfarming/Abatehumanitario.aspx>>. Acessado dia: 18/12/2014.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D. et al. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poult. Sci.*, v. 83, p. 253–258, 2004.

ZHANG, L.; YUE, H.Y.; ZHANG, H.J. et al. Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. *Poult. Sci.*, v.88, p.2033–2041, 2009.

METABOLISMO DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPOS DE ESPERA NO ABATEDOURO E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE DA CARNE

RESUMO

Cada vez mais consumidores têm demonstrado interesse em adquirir produtos obtidos preconizando-se o bem-estar dos animais. O Brasil se destaca no assunto avicultura de corte, no entanto, há ainda a necessidade de avaliar as perdas ocorridas durante as operações pré-abate, principalmente durante a etapa de espera no abatedouro de aves. Os diferentes tempos de espera a que as aves são submetidas nos abatedouros podem contribuir para alterações no metabolismo animal e nos parâmetros físicos da carne. Dessa forma, buscamos, neste trabalho, estudar os efeitos dos diferentes tempos de espera e posição das caixas de transporte no caminhão sobre temperatura retal, perfil bioquímico e hematológico de frangos de corte, correlacionando e discutindo os achados experimentais com a cor e pH do peito. Como resultado, verificou-se que os diferentes tempos de espera e a posição da caixa de transporte não influenciaram significativamente na temperatura retal, níveis de corticosterona, a glicose e o sódio, valores absolutos de monócitos e eosinófilos e eritrograma dos animais. No geral, o aumento do tempo de espera no abatedouro resultou em linfopenia, basofilia, elevação da razão H/L, dos níveis de LDH e colesterol e redução dos valores de triglicérides e potássio no plasma sanguíneo. A posição das caixas no caminhão alterou significativamente a atividade da enzima CK no soro, indicando a posição superior do caminhão como a região mais estressante durante a operação de espera no abatedouro para frangos de corte, se comparada à posição inferior. Com relação ao padrão de qualidade de carne, o tempo prolongado na área de espera do abatedouro aumentou o pH e o valor de a^* e diminuiu a luminosidade de filés de peito, sendo que a interação do tempo de espera de 4 e 6 horas e a posição superior das caixas de transporte propiciaram o desenvolvimento de carnes DFD.

Palavras-chave: avicultura, bem-estar animal, carne DFD, pré-abate,

BROILER METABOLISM SUBJECT TO DIFFERENT LAIRAGE TIMES IN SLAUGHTERING AND ITS RELATION WITH MEAT QUALITY

ABSTRACT

Increasingly, consumers have demonstrated interest in purchasing products that ensure the welfare of animals. Brazil stands out in poultry production issue, however, there is still the need to assess the pre-slaughter losses, especially during wait operation in poultry slaughterhouse. The different waiting times at which the broilers are subjected in slaughterhouses can contribute to changes in animal metabolism and physicochemical parameters of meat. Therefore, we search in this work to study the effects of different waiting times and position of the shipping box in the truck on rectal temperature, biochemical and hematological parameters of broilers, correlating and discussing the experimental findings with color and pH of the breast. As a result, it was found that the different lairage time and the shipping box position do not significantly influence the rectal temperature, corticosterone, glucose and sodium absolute values of eosinophils and monocytes and erythrogram animals. In general, increasing the lairage time in the slaughterhouse resulted in lymphopenia, basophils, increasing the ratio H/L, LDH and cholesterol levels and decreasing of triglyceride levels and potassium in plasma. The position of the boxes in the truck significantly alters the activity of CK enzyme, indicating the top position of the truck with more stressful region during lairage operation in the slaughterhouse for broilers, compared to the lower position. Regarding the standard of quality meat, prolonged time in the slaughterhouse waiting area increased pH and the value of a^* and decreased lightness breast fillets, and the interaction of standby time of 4 and 6 hours and the top position of shipping boxes led to the development of DFD meat.

Keywords: aviculture, meat DFD, performance, pre slaughter, welfare.

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de frangos de corte perde anualmente mais de dois milhões de dólares por mortes na chegada do abatedouro (VIEIRA et al., 2012). O estresse térmico representa 40 % das perdas totais, sendo 10 % devidas ao estresse térmico na condição de espera (VIEIRA, 2008).

À medida que as normas e leis em prol do bem-estar avançam, mais atenção é dada às operações pré-abate dos animais. Pesquisas científicas têm concentrado seus esforços em identificar e quantificar os agentes causadores de estresse durante estas etapas, principalmente pela quantidade de perdas decorrentes deste processo (BARBOSA FILHO, 2008).

Para a maioria das empresas integradoras, o número de aves mortas é o único indicador que oferece informações importantes sobre as condições oferecidas aos animais durante o pré-abate (VIEIRA, 2008). Todavia, outros indicadores também devem ser usados por acarretarem prejuízos à indústria, como a incidência de hematomas e ossos quebrados e modificações metabólicas que resultam em defeitos na qualidade da carne.

Há países desenvolvidos que já têm normas próprias que regulamentam a fase final de produção dos animais, como o Regulamento do Conselho Europeu (CE) nº1/2005 (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2005). Tais disposições do CE se referem, principalmente, ao processo de apanha, carregamento e transporte. Assim como no Reino Unido, as diretrizes que dizem respeito ao mesmo assunto fazem parte do Código de Recomendações para o Bem-Estar dos Animais (DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS, 2007).

Já as legislações brasileiras, de modo geral, preconizam técnicas ou manejos no pré-abate que visam ao bem-estar dos animais, mas não dispõem de uma normalização específica para cada etapa que antecede o abate das aves.

O tempo de espera adotado rotineiramente nos abatedouros comerciais é de 2 a 4 horas, não havendo regulamentações de tempo considerado ideal para garantir o bem-estar dos frangos de corte. Os diferentes tempos de espera a que as aves são submetidas nos abatedouros podem propiciar alterações no metabolismo animal e nos parâmetros físico-químicos da carne. A logística, o planejamento e a comunicação entre produtor e abatedouro são essenciais para evitar problemas com qualidade de carcaça e estresse dos frangos de corte (PANELLA-RIERA et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo deste estudo é buscar correlacionar os efeitos induzidos pelos diferentes tempos de espera e posição das caixas no caminhão sobre indicadores fisiológicos, níveis de corticosterona, o hemograma e perfil bioquímico de frangos de corte. Por outro lado, é também objeto do presente trabalho a análise do padrão físico da carne de aves submetidas a diferentes condições de espera no abatedouro e o desenvolvimento de defeitos na qualidade da carne.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no abatedouro São Salvador Alimentos, inspecionado pelo SIF 3404, localizado no município de Itaberaí- GO, com abate diário de aproximadamente 320 mil aves.

O abatedouro fica situado em uma região com altitude média 727 m, localizada nas coordenadas geográficas S: -16°,35',38'' W-49°,17',12''. O clima desta região é predominante tropical, com a divisão de duas estações bem definidas durante o ano: verão úmido e inverno seco.

Os 80 frangos utilizados neste estudo foram fornecidos pelo Aviário Escola da Universidade Federal de Goiás (UFG), localizada no município de Goiânia- GO. Os frangos de corte, machos, da linhagem Cobb®, foram alojados com um dia de vida e abatidos com 44 dias de idade, com peso médio de 3.229kg/ave. A densidade do galpão era de 13,67aves/m², totalizando 20.500 aves alojadas.

A pesquisa foi feita no turno da manhã, no período entre 07:00h e 13:00h.

Todos os procedimentos conduzidos no experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais- CEUA-IFGoiano com protocolo n°03-2014.

Tratamentos

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em oito tratamentos, com dez repetições cada, em esquema fatorial 4x2 (tempos de espera no abatedouro x posição de caixas no caminhão) (Tabela 1). Os tempos de espera foram de 0, 2, 4 e 6 horas, e as posições das caixas foram a superior e a inferior da fileira central do caminhão.

Tabela 1. Esquema da distribuição dos tratamentos

Tratamento	Tempo de espera	Posição no caminhão
1	0	Superior
2	0	Inferior
3	2	Superior
4	2	Inferior
5	4	Superior
6	4	Inferior
7	6	Superior
8	6	Inferior

Para padronizar, as caixas de frangos utilizadas no ensaio foram localizadas na região traseira da carroceria, sendo oito caixas na porção superior e oito na porção inferior da fileira central do caminhão, conforme ilustra a Figura 1.

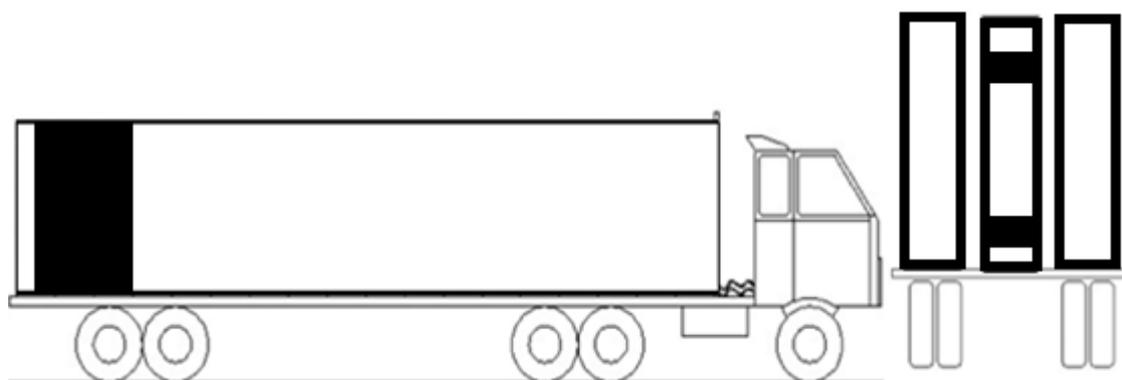


Figura 1. Distribuição das caixas de transporte utilizadas no experimento

Fonte: Adaptado Barbosa Filho (2008)

O tempo de espera foi considerado o período de permanência no abatedouro compreendido entre a chegada dos caminhões e o abate dos animais.

Descrição das etapas pré-abate

Apanha e carregamento

O período de jejum antes da apanha das aves foi de 8 horas, com o objetivo de reduzir a contaminação de carcaças por conteúdos dos tratos gastrointestinais durante o processamento. Uma equipe constituída por 22 pessoas foi responsável pela apanha e

carregamento das aves. A captura foi feita pelo dorso do animal, com no máximo dois frangos por operador. Foram colocados 8 frangos por caixa de transporte. As aves utilizadas no experimento foram alocadas em um único caminhão com 510 caixas de transporte, e o tempo gasto nessas operações foi de 2h e 40 min. Não houve molhamento da carga na saída da granja.

Transporte

A operação de transporte das aves na presente pesquisa foi iniciada aproximadamente às 5 horas da manhã. A distância percorrida entre a granja e o abatedouro foi de 110,2 km e o tempo de transporte de, aproximadamente, 2 horas.

O caminhão monitorado tinha carga composta por 510 caixas de transporte, distribuídas em 3 fileiras (duas laterais e uma central) compostas por 17 filas de comprimento, 3 filas de largura com 10 caixas de altura. Havia um espaçamento uniforme entre as caixas para permitir a circulação de ar.

Área de espera

O galpão de espera utilizado no experimento tinha capacidade para 8 caminhões de transporte de frango. O ambiente era climatizado, com ventiladores e linhas de nebulização. Na entrada do galpão, ocorre um banho de aspersão, com maior vazão, para molhamento da carga. É procedimento operacional da empresa que todos os caminhões passem pelo banho de aspersão durante um minuto, mesmo aqueles encaminhados diretamente para o abate.

Abate

As aves foram abatidas humanitariamente por eletronarcorse e corte da veia jugular e artéria carótida externa, seguindo as etapas de um abatedouro comercial de atordoamento, sangria, escalda, evisceração e resfriamento das carcaças, sendo colhidos os peitos desossados para as análises da qualidade da carne.

Variáveis avaliadas

Condições Ambientais

Os dados das variáveis ambientais temperatura e UR foram coletados na área de espera no abatedouro. Com um termo-higrômetro digital, foi possível verificar as temperaturas e a UR no interior da área de espera durante os diferentes tratamentos, e com

um termo-higrômetro com sonda, foram contabilizadas as mesmas variáveis no interior das caixas de transporte antes do descarregamento dos frangos.

Temperatura Retal

A temperatura retal foi avaliada pela introdução de um termômetro clínico na cloaca das aves. Esta etapa foi feita após o período de espera, no descarregamento das aves na recepção.

Foi mensurada a temperatura retal em 4 aves por tratamento, totalizando 32 aves amostradas.

Avaliação física de carne

Para as análises laboratoriais da qualidade da carne, pH e cor, a unidade amostral utilizada foi o corte do peito, o músculo *Pectoralis major*. Os cortes foram desossados após a escalda e levados imediatamente em embalagens individuais acondicionadas em caixas térmicas com gelo para medição de pH no Laboratório de Qualidade de Carne do abatedouro. Todas as 80 amostras foram analisadas para pH inicial (01 hora), pH final (24 horas) e cor (24 horas).

Medição de cor

A determinação da medida física da cor foi feita pela leitura de três parâmetros definidos pelo sistema CIELAB no Laboratório de Engenharia de Alimentos da UFG. Os parâmetros L^* , a^* e b^* foram fornecidos pelo colorímetro Hunterlab, ColorQuest II, no qual L^* define a luminosidade ($L^* = 0$ preto e $L^* = 100$ branco) e a^* e b^* definem a cromaticidade ($+a^* =$ vermelho e $-a^* =$ verde, $+b^* =$ amarelo e $-b^* =$ azul). As leituras foram realizadas em quadruplicata para cada amostra avaliada.

pH

A determinação do pH foi feita com um peagâmetro digital para carnes (TESTO 205), com compensação automática de temperatura. O valor final obtido foi resultante da mensuração em três pontos diferentes (região cranial, caudal e lateral medial) da unidade amostral a uma hora e a 24 horas *post mortem*.

Perfil hematológico

Após os períodos de espera, foram coletados 5mL de sangue de cada ave por punção da veia braquial, divididos em três tubos: um sem anticoagulante, para a obtenção do soro sanguíneo; outro tubo com anticoagulante EDTA, para o hemograma; e um tubo com fluoreto de sódio, para análise de glicose.

Para perfil hematológico e bioquímico sérico, foram amostrados de cada tempo de espera quatro animais localizados na porção superior do caminhão e quatro localizados na porção inferior, totalizando 32 aves amostradas.

O exame hematológico foi feito por técnica manual. A contagem das células foi feita em câmara de Neubauer, conforme o método de Natt e Herrick, e incluiu eritrócitos, leucócitos totais e plaquetas. A diluição empregada foi de 10 μ L de sangue em 1mL da solução de Natt e Herrick.

Os leucócitos e plaquetas foram contados em todo o retículo central e multiplicados por 1.000 como fator de correção. A leitura de hematócrito foi feita em capilar pelo método do micro-hematócrito, e a determinação das proteínas plasmáticas totais, por refratometria. A taxa de hemoglobina foi determinada pelo método da cianometahemoglobina, com kit comercial Hemoglobina (Labtest®, Lagoa Santa/MG), utilizando apenas o sobrenadante da amostra para evitar interferência dos resquícios nucleares na leitura.

Para visualização da morfologia celular e diferenciação de leucócitos, foi feita a contagem em 100 células coradas com panótico rápido (Laborclin®, Pinhais/PR), utilizando microscopia de luz. Desta análise, foi determinada H:L.

Perfil bioquímico

O sangue foi colocado em tubos sem anticoagulante, contendo gel separador e, após a retração do coágulo, foi centrifugado a 6.000 rpm por 10 minutos para obtenção do soro, que foi fracionado em duas alíquotas por animal, acondicionadas em microtubos de polipropileno de 1,5 mL (Eppendorf®, Alemanha) e congeladas (-20°C) até o momento dos exames.

A dosagem dos componentes bioquímicos do sangue foi feita por espectrofotometria, no analisador automático CM 250 da Wiener®, segundo orientação recomendada pelo fabricante. Foram determinados cálcio, colesterol, CK, fósforo, glicose, LDH e triglicérides, utilizando kits analíticos comerciais da Biotécnica® (Varginha, MG), e os eletrólitos potássio e sódio foram quantificados eletroquimicamente, utilizando o

princípio do Eletrodo de Íon Seletivo (EIS), pelo equipamento Cobas b121 (Roche®, PAIS).

O cálcio foi mensurado utilizando reação colorimétrica de ponto final pelo método arsenazo III; o colesterol, a glicose e o triglicerídios foram mensurados através da reação enzimática com leitura em ponto final, pelo método enzimático Trinder, sendo catalisados pelas enzimas esterase oxidase, glicose oxidase e oxidase, respectivamente. Os valores de CK foram obtidos por reação cinética contínua crescente, pelo método International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC) – UV; os de fósforo, por reação colorimétrica de ponto final, pelo método Daly e Ertingshausen modificado (fosfomolibdato UV; molibdato UV); e os valores do LDH, por reação cinética de tempo fixo com leitura em ponto final, pelo método lactato-piruvato.

Amostras de soro foram encaminhadas ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), na Universidade de São Paulo, onde foram dosados os níveis do hormônio corticosterona pelo kit comercial de radioimunoensaio (DPC MedlabCoat- A-Count). Todas as amostras foram analisadas em duplicata.

Análise Estatística

Os dados da qualidade da carne, temperatura retal, parâmetros bioquímicos e hematológicos foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Quando constatada interação dos fatores, foram feitos os desdobramentos pelo teste de Tukey a 5%. Foi utilizado o programa estatístico SAEG (*Software Analysis and Experimentation Group*), versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Condições ambientais

A Tabela 2 mostra a temperatura no interior das caixas de transporte, evidenciando que o microclima a que as aves estavam submetidas tinha amplitude variando de 16,4 °C a 26,8 °C.

Tabela 2. Condições ambientais das caixas de transporte nos diferentes tempos de espera no abatedouro.

Tempos de espera	Posição caixa	Temperatura(°C)	UR(%)
0	Superior	16,6	65
0	Inferior	15,1	71
2	Superior	26,3	52
2	Inferior	24,9	55
4	Superior	24,6	55
4	Inferior	22,7	51
6	Superior	26	41
6	Inferior	26,8	42

As temperaturas atingidas nos diferentes períodos de espera estavam dentro da faixa de conforto térmico para frangos de corte com 6 semanas de idade, conforme Medeiros et al. (2005), exceto as caixas posicionadas inferiormente no caminhão e que permaneceram 6 horas no galpão climatizado, nesta condição, a temperatura alcançada foi de 26,8°C, e as caixas localizadas na posição superior, referentes ao tempo de espera de 2 horas, atingiram temperaturas de 26,3°C, enquanto a temperatura crítica superior é de 26°C.

Verifica-se que esta variável ambiental apresentou menores valores na posição inferior durante os tempos de espera 0,2 e 4 horas. Uma explicação para este fenômeno é a aplicação do princípio da termodinâmica, em que o ar frio tende a se deslocar para baixo por ser mais denso, tornando menor a temperatura das caixas inferiores. Resultado semelhante foi encontrado por Nazareno et al. (2013), que estudaram o microclima das caixas de transporte de ovos férteis. Os autores concluíram que no layout das caixas superiores foram registrados valores elevados de temperatura e baixos valores de umidade. Assim como neste experimento, a umidade relativa foi maior na posição inferior, relacionada aos tempos de espera 0, 2 e 6 horas, evidenciando que, com a constante aspersão de água na área de espera, ela pode ter-se acumulado no assoalho do caminhão, aumentando a umidade nessa região do caminhão.

Analisando a variável ambiental umidade relativa do ar, os valores encontrados foram iguais ou abaixo da zona de conforto térmico para frangos de corte na sexta semana, que é de 55 % (MEDEIROS et al, 2005). Somente no interior das caixas do primeiro tempo houve valores superiores. Este resultado a deve às condições de umidade elevada nas primeiras horas da manhã, coincidindo com o horário de início do experimento, 07 da manhã.

O comportamento da temperatura e umidade no interior das caixas reflete os efeitos das variáveis ambientais do galpão de espera e do meio externo. Como se pode observar na Tabela 3, a temperatura no galpão de espera aumentou com o passar das horas. Esta variável sofreu influência das condições climáticas da região, predominantemente tropical, que não foram controladas do ponto de vista experimental.

Tabela 3. Condições ambientais no galpão climatizado nos diferentes tempos de espera.

Tempos de espera	Temperatura(°C)	UR(%)
0	13,4	51
2	18,1	51
4	23,1	51
6	26,0	55

É possível verificar, nas Tabelas 2 e 3, que as temperaturas no interior das caixas foram maiores ou iguais às temperaturas atingidas na área de espera, exceto para caixas posicionadas inferiormente, equivalentes ao tempo de espera de quatro horas. Esse fato pode ter ocorrido devido à produção de calor metabólico das aves durante o transporte,

criando gradientes térmicos entre as caixas de transporte e o meio externo, como também foi observado por Mitchell e Kettlewell(1994). O que pode ter agravado os aumentos de temperatura foi a ventilação irregular na fileira central, onde estavam distribuídas as aves do experimento, possibilitando acúmulo de calor na carga.

As condições climáticas do ambiente interno e externo do galpão de espera ao final das coletas do experimento foram registradas, tendo sido possível verificar que a temperatura interna do galpão era de 29,3⁰C e a UR, de 55%; enquanto a temperatura do ambiente externo era de 34, 3⁰C e umidade, de 49%. Observa-se que houve redução da temperatura e aumento na umidade no interior do galpão de espera. Este fato já era esperado devido ao sistema eficaz de ventilação e nebulização do galpão de espera do abatedouro utilizado no experimento.

Temperatura retal

A Tabela 4 mostra os valores de temperatura retal mensurada nas diferentes condições do experimento.

Tabela 4. Temperatura retal de frangos de corte

Tempo	Fatores		Média	Valor de P			
	Posição 1	Posição 2		Tempo	Posição	TXP	CV(%)
0	40,75	40,97	40,86	> 0,05	> 0,05	> 0,05	0.958
2	40,87	40,75	40,81				
4	40,22	40,55	40,38				
6	40,52	40,7	40,61				
Média	40,59	40,74					

A temperatura retal não foi influenciada pelo tempo de espera no abatedouro nem pela posição da caixa no caminhão.

A temperatura retal é o principal parâmetro fisiológico indicador de estresse térmico em aves. Silva et al. (2007) consideraram 41,1⁰C a temperatura retal das aves como limite inferior da condição de estresse térmico, ou seja, quando este limite é ultrapassado, são desencadeados mecanismos fisiológicos para a manutenção da temperatura corpórea, caracterizando a condição de estresse térmico. Os mesmos autores

verificaram que o valor de 46,3°C foi considerado condição superior de estresse (CSE), pois quando a ave apresentou essa temperatura no experimento, ela veio a óbito.

No presente estudo, as aves não apresentaram temperatura retal superior a 40,86°C, indicando que, nas condições experimentais, elas não apresentaram quadro de estresse térmico. As temperaturas amenas e a elevada ventilação do galpão de espera propiciaram às aves perda calor através de processos físicos de condução, convecção e radiação, mantendo-as em equilíbrio térmico. À medida que o ambiente térmico se torna cada vez mais estressante, sem que a temperatura retal chegue a pontos letais, o animal percebe o risco de vida e deixa de priorizar o acúmulo de energia, passando a se concentrar somente em sua sobrevivência (MEDEIROS et al. 2005), razão pela qual, neste experimento não houve mortalidade, em decorrência, principalmente, das condições de conforto térmico oferecidas.

Os valores de temperatura retal encontrados nesta pesquisa corroboram os achados Dadgar et al. (2010), que verificaram que frangos submetidos a temperaturas $20 < T \leq 30^{\circ}\text{C}$ apresentaram temperatura retal de 40.66 ± 0.6 . No entanto, se contrapondo a esses resultados, Barbosa Filho (2008) e Silva et al. (2007) constataram redução da temperatura retal das aves, quando foi aumentado e o tempo de espera em galpão climatizado.

Avaliação física da carne

Na Tabela 5 observam-se os valores de pH inicial (1 hora post mortem) e pH final (24 horas post mortem) de frangos de corte, submetidos a diferentes tempos de espera e posição das caixas no caminhão, assim como suas interações.

Tabela 5. Valores obtidos de pH inicial (1 hora post mortem) e pH final (24 horas post mortem) de frangos de corte

Fatores	Variáveis	
	pH inicial	pH final
T0	6,39	5,9B
T2	6,35	6,02A
T4	6,32	6,07A
T6	6,37	6,04A
VALOR DE P	> 0,05	< 0,05
P1	6,37	6,0a
P2	6,32	5,96b
VALOR DE P	> 0,05	< 0,05
T0xP1	6,42	5,94
T2xP1	6,34	6,04
T4xP1	6,33	6,11
T6xP1	6,38	6,15
T0xP2	6,35	5,86
T2xP2	6,37	6,01
T4xP2	6,3	5,99
T6xP2	6,27	5,96
VALOR DE P	> 0,05	> 0,05
CV%	2.31	3.24

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

T: tempo; P1: posição superior; P2: posição inferior

Os diferentes tempos de espera no abatedouro e as posições das caixas no caminhão não influenciaram o pH inicial do peito, como mostra a Tabela 5. Houve redução dos valores observados, no entanto, ainda bem próximos ao pH fisiológico do animal, característica normal em decorrência da transformação de músculo em carne com produção de ácido lático e, conseqüentemente, da queda no pH. Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida (2007), que não encontrou diferenças significativas no pH inicial de frangos de corte, quando mensurou esses valores 15 min e 1 hora *post mortem*.

Em relação aos valores do pH final do músculo do peito, observa-se diferença significativa para a variável tempo de espera, sendo que os valores dos tempos 2, 4 e 6 horas foram maiores quando comparados ao tratamento sem período de espera (Tabela 5). A posição das caixas no caminhão também influenciou de forma significativa o pH final das amostras, sendo a posição superior a que apresentou maior valor.

Os resultados indicam que as aves que permaneceram mais tempo na área de espera e as que estavam posicionadas na parte superior do caminhão tiveram menor velocidade de degradação do glicogênio na transformação do músculo em carne e, como consequência, menor formação do produto final do metabolismo anaeróbico, que é o ácido láctico. O teor de glicogênio presente no músculo no momento do abate é o principal componente para glicólise post mortem (SCHNEIDER, 2004). Provavelmente, esses resultados observados decorrem de fatores estressantes impostos aos animais nas condições do experimento, que levaram à maior mobilização de glicogênio para manutenção das necessidades energéticas da ave antes do abate e, como resultado, a uma baixa velocidade da glicólise e de pH superior.

Esse achado encontra respaldo em Brossi (2007), que observou que o gasto intenso de energia do animal, no momento de estresse, resultou numa pequena extensão da glicólise, gerando, como resposta na carne, alto valor de pH, quando comparado aos frangos não induzidos ao estresse.

Outro estudo que corrobora estes resultados é o de Bressan e Beraquet (2002), que avaliaram os efeitos da temperatura ambiental pré-abate, distância de transporte da granja ao frigorífico e tempo de descanso sobre o desenvolvimento das reações químicas no *post mortem*. Os autores verificaram que o pH final do peito de aves mantidas durante o pré-abate a 30°C foi maior do que o das aves mantidas a 17°C. É suposto, pelos autores, que houvesse maior quantidade de reservas energéticas musculares no momento do abate em aves mantidas em menor temperatura, já que as aves mantidas a 30°C tiveram maior consumo de energia, pois necessitaram aumentar a irrigação sanguínea periférica e a frequência cardiorrespiratória para promover perda de calor.

As médias dos valores de cor estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de L*, a* e b* dos filés de peito de frangos

Fatores	Variáveis		
	L*	a*	b*
T0	46,65 A	-1,96B	6,41
T2	44,42AB	-3,35C	5,79
T4	41,71B	0,04 A	6,28
T6	42,91B	0,58 A	6,37
VALOR DE P	< 0,05	< 0,05	> 0,05
P1	44,05	-0,57 ^a	5,79
P2	43,79	-1,78 ^b	6,13
VALOR DE P	> 0,05	< 0,05	> 0,05
T0xP1	47,79Aba	-2,41Ba	6,07
T2xP1	45,54ABCa	-2,31Ba	4,71
T4xP1	42,59BCa	1,25Aa	6,11
T6xP1	40,3Cb	1,3Aa	6,28
T0xP2	45,52Aba	-1,52Aa	6,74
T2xP2	43,31Aba	-4,4Bb	4,87
T4xP2	40,83Ba	-1,08Ab	6,46
T6xP2	45,53Aba	-0,14Ab	6,45
VALOR DE P	< 0,05	< 0,05	> 0,05
CV%	11,78	1,25	4,67

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). T: tempo; P1: posição superior; P2: posição inferior

Os valores médios de L* (luminosidade) nos diferentes tempos de espera diferiram entre si e variaram de 42,91 a 46,65. Observa-se que os menores valores encontrados são referentes aos maiores tempos de espera no abatedouro. A interação da posição do caminhão e os diferentes tempos de espera ao abate para o componente luminosidade foi significativa, mostrando que as carnes adquiridas da posição superior do caminhão e do tempo de espera de 4 e 6 horas e as referentes ao tempo de espera 4 horas e posição inferior apresentaram valores de luminosidade inferiores às outras condições do experimento. A cor da carne é determinada, entre outros fatores, pela concentração de pH no músculo: valores de pH acima do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares fazem

com que as moléculas de água permaneçam ligadas, absorvendo mais luz incidente no músculo, resultando em carnes mais escuras (BERNARDES e PRATA, 2001).

Esses achados corroboram Bianchi et al. (2006), que encontraram menores valores de luminosidade quando submeteram aves a tempos de espera no abatedouro maiores que 6 horas, sugerindo que as aves mantidas em maior tempo de espera tiveram depleção de glicogênio superior às aves que foram mantidas em menor período, produzindo, assim, uma carne mais escura.

Brossi (2007) reportou o efeito do estressor ambiental sobre a qualidade da carne e relatou que a utilização parcial ou total do glicogênio antes do abate resultou em características de escurecimento da carne.

Os tempos de espera e a posição da caixa no caminhão e sua interação influenciaram o valor de a^* , sendo que estes mesmos fatores não influenciaram o valor de b^* (Tabela 6). Avaliando esses resultados, observa-se que as aves que permaneceram maiores tempos no galpão climatizado, posicionadas na parte superior do caminhão, apresentaram maiores valores de a^* . A análise da variância identificou efeito de interação da posição das caixas de transporte e tempos de descanso para o parâmetro a^* . Aves transportadas na posição superior do caminhão, associadas aos tempos de espera de 4 e 6 horas, apresentam os maiores valores de a^* (1,25 e 1,3 respectivamente).

Como relatado anteriormente, o músculo com maior pH final é capaz de reter maior quantidade de água, sendo a carne resultante escura ($< L^*$) e avermelhada ($> a^*$), decorrente de uma menor dispersão de luz na superfície (PETRACCI et al., 2004). Esses achados condizem com os encontrados por Dadgar et al. (2010), que investigaram o efeito do microclima durante o transporte pré-abate sobre os parâmetros da qualidade da carne. Os autores observaram que temperaturas abaixo de zero foram estressantes ao animal, interferindo na luminosidade e aumentando valores de a^* .

Segundo a análise de correlação de Pearson, os valores de pH final apresentaram correlação negativa com o valor de L^* . Neste experimento, a correlação negativa foi de -1,62, indicando que, quanto menor o valor do pH da carne de frango, maior o valor de L^* . Outros estudos mostram, de igual forma, a correlação significativa negativa entre cor de filés de peito e pH do músculo de frangos de corte (ALLEN et al. 1997; FLETCHER, 1999; QUIAO et al., 2001; BROSSI, 2007; LANGER 2007).

Langer (2007) investigou o efeito do transporte dos frangos da granja até o abatedouro na incidência de carnes PSE e DFD em uma linha comercial de abate, tendo os resultados mostrado que os filés de peito de frango que obtiveram coloração mais escura

apresentaram pH final significativamente mais alto. Esses dados confirmam os obtidos neste estudo, posto que as carnes amostradas das caixas colocadas na posição superior do caminhão, associadas ao tempo de espera de 6 horas, apresentaram menor valor de L* (40,3) e maior valor de pH (6,15).

A classificação dos padrões de qualidade de peitos de frangos foi feita nas faixas de valores de L* e pH, como foi proposto por Barbut et al. (2005), tendo as amostras de carne de peito sido categorizadas em DFD ($\text{pH} > 6,1$ e $L^* < 46,0$), normal $5,7 \leq \text{pH} \leq 6,1$ e $46,0 \leq L^* \leq 53$) e PSE ($\text{pH} < 5,7$ e $L^* > 53,0$). Dessa forma, no presente ensaio, a interação da posição superior das caixas de transporte no caminhão e os tempos de espera de 4 e 6 horas propiciou condições para o desenvolvimento de carne DFD. Não foram encontrados amostras de carne com características de PSE.

A Figura 2 mostra os diferentes níveis de luminosidade e pH em filés de peito de frangos.



Figura 2. pH final e luminosidade em peitos de frangos de corte
Fonte: ODA et al. (2003).

Estressores ambientais, físicos e ou psicológicos, oferecidos aos animais cronicamente antes do abate, podem levar ao desenvolvimento de carne DFD, pelo esgotamento dos níveis de glicôgeno, conduzindo à exaustão física do animal (ROÇA, 2000).

Esses resultados sugerem que os longos prazos de espera no abatedouro, combinados às condições ambientais desfavoráveis da posição superior das caixas de transporte, resultaram em pequena extensão da glicólise durante a transformação do músculo em carne, gerando, como resposta, características de defeitos de qualidade comuns às carnes DFD.

Dadgar et al. (2010) e Mallia et al. (2000) reportaram que a incidência de carne DFD é maior no inverno, quando as temperaturas são menores que 0°C , pois o estresse causado pelo frio provoca gasto de material energético para sustentar as contrações musculares motivadas pela demanda por energia, tendo em vista que a concentração de

glicogênio a nível muscular momentos antes do abate definirá de maneira significativa a formação de ácido lático e a conseqüente queda do pH. Durante este estudo, as temperaturas atingidas no ambiente de espera foram de no mínimo 13,4⁰C, justificando que outros fatores, além da baixa temperatura, podem ser atribuídos ao aparecimento de carnes DFD, possivelmente o aumento do jejum total dos frangos causado pelos maiores tempos de espera no abatedouro tenha provocado um demasiado consumo das reservas de glicogênio, alterando a transformação bioquímica da carne.

Parâmetros hematológicos

Os valores hematológicos do eritrograma estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Valores hematológicos do eritrograma, mostrando as médias dos valores numéricos de hemácias (Hm), hemoglobina (Hh), hematócrito (Ht), proteínas plasmáticas (PP) em frangos de corte, em diferentes tratamentos, com a interação dos fatores

Fatores	Variáveis			
	Hm 10 ⁶ /μL	Hbg/dL	Ht%	PP g/dL
T0	2,48	8,17	30,5	4,10
T2	2,63	8,46	32,62	3,70
T4	2,55	8,15	31,25	4,35
T6	2,45	8,58	34	4,15
VALOR DE P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
P1	2,53	8,23	31,06	4,06
P2	2,50	8,45	32,75	4,08
VALOR DE P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
T0xP1	2,33	7,87	29	3,80
T2xP1	2,49	8,07	30,25	3,60
T4xP1	2,67	8,22	31	4,55
T6xP1	2,51	8,77	34	4,30
T0xP2	2,63	8,47	32	4,40
T2xP2	2,76	8,85	35	3,80
T4xP2	2,43	8,07	32	4,15
T6xP2	2,39	8,4	32,5	4,00
VALOR DE P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
CV%	12.56	6.34	7.25	11.35

T: tempo; P1: posição superior; P2: posição inferior

Não houve diferença significativa entre os grupos e interação quanto ao número de hemácias. Estes resultados se assemelham aos obtidos por Marchini (2003), que investigou os parâmetros hematológicos de frangos de corte em situações de estresse pelo calor e conforto térmico. Por outro lado, contradizem aos achados de Furlan et al. (1999), que encontraram diminuição de hemácias em aves estressadas.

Os diferentes tempos de espera no abatedouro, as posições das caixas no caminhão e suas interações não foram capazes de interferir no parâmetro hematócrito, como se observa na Tabela 7. Esperava-se uma elevação nos níveis de hematócrito em situação de estresse, pela maior liberação de hemácias na corrente sanguínea (BORGES et al., 2003) e também pelo fato de as aves desse experimento permanecerem grandes períodos sob restrição hídrica. A análise de hematócrito pode ser uma ferramenta para determinar a campo a desidratação de frangos (SOARES et al., 2007). Entretanto, este fato não foi confirmado neste ensaio. Corroborando a conclusão de outros autores como Quinteiro Filho (2008), que encontrou taxas de hematócrito similares em aves submetidas às temperaturas de 26⁰C, 31⁰C e 36⁰C, constatando que os efeitos do estresse térmico em frangos de corte não alteraram o hematócrito, assim como Almeida (2007), que submeteu frangos de corte a estresse agudo e não identificou mudanças no valor de hematócrito.

Outros autores, no entanto, foram capazes de verificar aumento do valor de hematócrito em situações de estresse em frangos de corte, como Borges et al. (1999), que verificaram aumento no valor de hematócrito de 26,35% para 28,32 % depois de expostos ao estresse calórico.

Em relação aos valores de hemoglobina e PT, eles também não diferiram entre si. Bridi et al. (2009) avaliaram o método abate Halal e tradicional em frangos de corte e não encontraram alterações nestes parâmetros, concordando com os resultados obtidos neste estudo.

Os valores médios do leucograma estão descritas na Tabela 8.

Tabela 8. Valores hematológicos do leucograma, mostrando as médias dos valores numéricos de leucócitos (Leu), dos valores absolutos de heterófilos (Het), linfócitos (Lin), monócitos (Mon), eosinófilos (Eos), basófilos (Bas) e razão H/L em frangos de corte

Fatores	Variáveis						
	Leu	Het	Lin	Mon	Eos	Bas	H/L
T0	10218,75AB	3517,25	5577,75AB	1701,37	296,12	7,87 B	0,62B
T2	11775,96 A	4165,38	6916,73 A	577,35	322,87	0 B	0,63B
T4	8025B	2802,34	4187,68BC	1120,87	277,25	177,5 A	0,66B
T6	9621,87AB	3900,68	3648,34C	697,25	247,75	79,37 AB	1,35A
VALOR DE P	< 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05
P1	8882,72b	2915,9	4455,58	725,87	278,18	69	0,84
P2	10948,44a	4276,92	5709,67	1558,37	293,81	63,37	0,79
VALOR DE P	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
T0xP1	8800,00	2265,75Bb	5219,75	697,25	212,5	15,75	0,44Ba
T2xP1	12083,17	4290,19Aba	6661,40	238	348,5	0	0,64Ba
T4xP1	7006,25	1818,68Bb	4081,93	831,75	351	186,5	0,43Bb
T6xP1	7600,00	3289 Aba	1859,25	1136,50	200,75	73,75	1,86 Aa
T0xP2	11637,50	4768,75Aa	5935,75	2705,5	379,75	0	0,81Aa
T2xP2	11468,75	4040,56Aa	7172,06	916,75	297,25	0	0,62Aa
T4xP2	9043,75	3786Aa	4293,43	1410	203,5	168,5	0,89Aa
T6xP2	11643,75	4512,37Aa	5437,48	1201,25	294,75	85	0,85Ab
VALOR DE P	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05
CV %	20.35	16.63	14.15	64.30	65.33	135.13	12.20

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). T: tempo; P1: posição superior; P2: posição inferior

Constatou-se que o tempo de espera e a posição das caixas no caminhão influenciaram os valores de leucócitos no sangue dos frangos (Tabela 8). Os tempos 0, 2 e 6 horas e a posição inferior apresentaram os maiores valores para esta variável. Quanto aos heterófilos, houve interação no tempo de espera e a posição da caixa no caminhão, constatando heterofilia nos tempo de espera de 2 e 6 horas, referentes à posição superior do caminhão.

A contagem de linfócitos no sangue foi influenciada pelos diferentes tempos de espera no abatedouro, e a ocorrência de linfopenia foi associada aos maiores tempos de espera (4 e 6 horas). É importante lembrar que alterações no leucograma nem sempre são causadas por fatores patológicos, pois o estresse produz uma leucocitose fisiológica caracterizada como leucograma de estresse. É observado que situações estressantes cursam leucocitose com heterofilia e linfopenia (VILA, 2013). Analisando o leucograma obtido do presente estudo, é possível dizer que ocorreu aumento do número de leucócitos nos tempos de 0, 2 e 6 horas e ainda, diferenciando-se dos resultados já obtidos, a leucocitose na posição inferior do caminhão é sugerida como um fator estressante aos animais.

Esta discrepância encontrada em relação aos resultados anteriores pode ser justificada pelo fato de a análise de hemograma das aves receber influência de fatores que causam variabilidade sobre os constituintes do eritrograma e leucograma. Estas respostas variam também em função das espécies, por esta razão foi proposto que uma maneira de quantificar o grau de estresse seria a alteração da razão H/L, que na maioria das espécies vai aumentar (BLACK et al., 2011). Perturbações de longa duração podem afetar a razão H/L, sendo que a magnitude das mudanças nas proporções de leucócitos depende da intensidade e da persistência do estresse (VILA, 2013). A relação H/L é um indicador confiável de estresse crônico em frangos de corte (GROSS e SIEGEL, 1983).

Observando a Tabela 8, verifica-se diferença significativa para a relação H/L nos diferentes tempos de espera e na interação dos parâmetros estudados. O maior valor encontrado foi referente ao tempo de espera de 6 horas, e quanto à interação, o mesmo tempo e a posição superior do caminhão revelaram os maiores valores da razão H/L, confirmando a proposição de Borges et al. (1999) e de Bedanova et al.(2007), que, de fato, essa razão se mostrou elevada em animais submetidos a diferentes tipos de estresse, o térmico e o psicológico, respectivamente.

A análise hematológica revelou aumento significativo nos níveis de basófilos nos tempos de espera 4 e 6 horas, já o número de eosinófilos e monócitos não sofreu

influência dos fatores testados. A basofilia foi apontada por Altan et al. (2000) indicador de estresse intenso. Mais uma vez esses dados são confirmados por Bonamigo et al.(2011), que também encontraram aumentos dos valores de basófilos em situação considerada estressante para frango de corte.

Parâmetros bioquímicos

Os resultados que expressam o metabolismo bioquímico dos animais deste experimento estão na Tabela 9.

Tabela 9. Médias e coeficiente de variação de corticosterona (Cort), creatina quinase (CK), glicose, lactato desidrogenase (LDH), colesterol (Col), triglicerídeos (Tri), cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) em frangos de corte, em diferentes tratamentos, com a interação dos fatores

Fatores	Variáveis									
	Cortng/ml	CK U/L	Gli mg/dL	LDH mg/dL	Col mg/dL	Tri ng/dL	CA mmol/L	P mmol/L	K mmol/L	NA mmol/L
T0	61,3	27285	214,75	20,72 B	139,25 B	57,37 A	9,86 AB	4,49 A	8,48 A	206,68
T2	156	27311.50	200	35,51 AB	135 B	49,87 AB	9,75 AB	4,07 A	6,76 AB	200,81
T4	81,6	24387,62	193,12	38,73 A	148,50 AB	47,50 B	9,56 B	3,79 A	6,11 B	190,32
T6	41,3	26515	189,87	30,08 A	163,5 A	47,25 B	10,85 A	4,51 A	7,13 AB	209,01
VALOR DE P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05
P1	56	30908,25 a	196,68	38,05 a	144,37	50,62	9,7	4,1	7	198,08
P2	54	21841,31b	202,18	24,47 b	148,5	50,37	10,3	4,33	7,24	205,33
VALOR DE P	> 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
T0xP1	56	26469,25Aa	209,25	16,89 Ca	137,25	54,50	9,42	4,43 Aa	7,2	194,47
T2xP1	54,6	32008,25 Aa	194,5	49,23 Aa	131,75	51,5	9,5	4,15 Aa	6,47	198,47
T4xP1	96	33232 Aa	197,75	53,68 Aa	145	45	9,42	4,23 Aa	6,24	192,45
T6xP1	69	31923,50 Aa	185,25	32,39Ba	163,5	51,5	10,47	3,60 Ab	8,07	206,62
T0xP2	66	28100,75 Aba	220,25	24,56 Aa	141,25	60,25	10,3	4,55 ABCa	9,76	218,9
T2xP2	257	22614,75 ABb	205,5	21,79 Ab	138,25	48,25	10	4BCa	7,05	203,15
T4xP2	67	15543,25 Bb	188,5	23,78 Ab	152	50	9,7	3,34 Cb	5,97	187,9
T6xP2	13,6	21106 ABb	194,5	27,77 Aa	163,5	43	11,22	5,43 Aba	6,2	211,4
VALOR DE P	> 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05
CV%	95,77	17,31	9,64	19,63	18,83	13,68	8,27	13,19	21,43	10,17

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

T: tempo; P1: posição superior; P2: posição inferior

Os níveis de corticosterona não foram alterados pelo tempo de espera, posição das caixas no caminhão e suas interações. Os níveis basais de corticosterona em aves normalmente são baixos ($< 10\text{ng/ml}$) e suas variações podem estar associadas, entre outros inúmeros fatores, com a regulação do metabolismo motivada por mudanças ambientais. Valores que ultrapassam consideravelmente os níveis basais ($<30\text{ng/ml}$) podem estar associados a eventos de estresse (PIERSMA et al. 2000).

O teor de cortisol busca representar reação a estresse imediato, tornando-o um bom indicador de estresse agudo (COOPER et al., 1995). Os resultados acima sugerem que os tempos de espera no abatedouro e a posição das caixas no caminhão não foram capazes de afetar significativamente nos níveis de corticosterona, no entanto, observa-se que as médias dos níveis encontrados são superiores às relatadas na literatura como nível basal.

É normal que aves imediatamente abatidas após chegarem ao abatedouro e aquelas que permanecem por prazos curtos em galpão climatizado tenham o eixo hipotálamo pituitária adrenal ativado, provocando uma resposta fisiológica de estresse, que pode ser mensurada pelo aumento dos níveis de glicorticoides (McEWEN, 2005), já que o agente estressor pode ser considerado qualquer estímulo presente na etapa de pré-abate (psicológico, ambiental, comportamental e imunológico). Essa assertiva pode ser explicada pela Síndrome Geral de Adaptação, descrita por Selye (1946), em que a ave inicialmente reage com uma série de respostas não específicas provocadas por exposição inesperada a estímulos a que o organismo não foi adaptado, caracterizando respostas de alarme, assim como foi chamada. Em seguida, é estabelecida a fase de resistência, com respostas adaptativas do organismo ao estresse, e se o agente estressor for intenso ou se estender por um tempo prolongado, há a fase de exaustão, com consequências deletérias para a saúde e a sobrevivência.

Dhabhar e McEwen(1997) descreveram a resposta ao estresse em euestresse e diestresse. A condição pré-abate supracitada poderia ser considerada neste contexto uma situação de euestresse, pois o estresse é agudo ou fisiologicamente adaptável, não interfere na homeostase e mantém as funções imunes do animal. Já as circunstâncias de longos tempos de espera no abatedouro, acima de 2 horas, seriam consideradas de estresse, ou seja, condições de estresse crônico ou que provoquem exaustão metabólica, que tem como resultado a imunossupressão, como relatado para a linfopenia, pela análise hematológica neste experimento.

A atividade da enzima CK foi significativamente diferente para a posição das caixas no caminhão e interação dos fatores. Observa-se maior atividade enzimática para a posição superior do caminhão, e em relação à interação, foi encontrada menor atividade da CK na posição 2 e tempo de espera de 4 horas. A CK é uma enzima encontrada no citoplasma de músculos cardíacos e esqueléticos, estando envolvida na transformação reversível da ADP (adenosina difosfato) e fosfocreatina em ATP (adenosina trifosfato), assegurando o suplemento de energia intracelular. A maior quantidade de proteína CK é considerada indicativa de lesões musculares e de situações estressantes (MITCHELL et al. 2003).

Segundo Cockram e Corley (1991), o aumento dos níveis plasmáticos de CK pode estar relacionado a diferentes causas, tais como o jejum, exercício e catecolaminas liberadas durante o transporte. Os resultados encontrados neste estudo sugerem que a posição superior do caminhão pode causar danos musculares em frangos de corte, no caso, exaustão muscular devida, principalmente, às condições ambientais desfavoráveis que acometem essa região. Esses dados coincidem com aqueles descritos por Sandercock et al. 2001, que encontraram aumento da atividade enzimática de CK no plasma de frangos de corte, expostos ao estresse agudo.

As médias de glicose não foram estatisticamente diferentes entre si. Períodos longos de descanso coincidem com períodos prolongados de jejum, contribuindo para redução das taxas séricas de glicose (WARRISS et al., 1993) e consumo das reservas de glicogênio. Deste modo, interpretando os resultados já obtidos nesta pesquisa, esperava-se que os níveis de glicose adotassem o comportamento de declive com o aumento dos tempos de espera no abatedouro. Porém, alguns trabalhos condizem com a assertiva desta pesquisa, como os de Bonamigo et al. (2011), que não observaram diferenças significativas em relação aos níveis de glicose, quando utilizaram diferentes densidades de lotação em frangos de corte para verificar o efeito sobre o bem-estar.

Considerando a variável LDH, os tempos de espera no abatedouro, as posições das caixas no caminhão e a interação dos dois fatores influenciaram os níveis desta enzima no plasma sanguíneo. A Tabela 9 apresenta o menor valor de atividade enzimática relacionado às aves que não permaneceram no galpão de espera. Assim como na interação, os frangos que não esperaram no galpão climatizado para serem abatidos e os que estavam na posição superior do caminhão apresentaram os menores valores de LDH. Os resultados mostram ainda que, na média geral, a posição superior do caminhão atingiu os maiores valores para LDH. Nota-se que os valores encontrados

para atividade enzimática de LDH confirmam a hipótese apontada neste estudo de que os maiores tempos de espera no abatedouro e a posição superior no caminhão propiciam condições prejudiciais ao bem-estar dos frangos, já que a maior atividade desta enzima está relacionada ao estresse físico dos animais.

Em resposta ao estresse psicológico sofrido e a jejum prolongado, o organismo promove a depleção do glicogênio para obtenção de um suporte extra de energia, sendo o lactato o produto final da glicólise anaeróbia. Esta enzima tem sido utilizada como indicador do estresse dos animais no momento do abate (BERTOLONI et al., 2006). Corroborando esses achados, Marchi et al.(2012) afirmaram que a atividade de LDH pode ser utilizada para identificar animais sensíveis ao estresse, com consequente problema na qualidade da carne.

Os valores de colesterol foram influenciados pelos tempos de espera no abatedouro, com valores maiores nos tempos de 4 e 6 horas (Tabela 9). Estes resultados sugerem que os longos prazos de espera no abatedouro propiciaram mobilização lipídica em frangos de corte para obtenção de energia durante o jejum. Esse achado corrobora o estudo de Mumma et al. (2006), em que referem que durante o estresse os níveis de colesterol no plasma são aumentadas, assim como os níveis de HDL (*High Density Lipoproteins*).

Observou-se diferença na concentração de triglicerídeos, com valores mais altos nas aves que não permaneceram no galpão de espera (Tabela 9). Mumma et al. (2006) conduziram experimento com indução ao estresse em galinhas poedeiras pela infusão contínua de adrenocorticotropina (ACTH) e constataram que os níveis plasmáticos de triglicerídeos foram diminuídos em galinhas tratadas com ACTH. Resultado similar foi atingido por Vosmerova et al.(2010), que monitoraram os níveis de triglicerídeos em diferentes distâncias de granja-abatedouro e concluíram que, nas maiores distâncias de transporte, foram obtidos os menores valores para triglicerídeos. Por outro lado, Bonamigo et al.(2011) avaliaram o impacto da densidade de lotação sobre o bem-estar animal de frangas de corte e observaram concentrações altas de triglicerídeos nas aves alojadas em maior densidade, sugerindo ser um indicativo de enfrentamento de maiores desafios pelos animais nesta condição.

Os valores de potássio diminuíram significativamente com a elevação dos tempos de espera, atingindo menor valor em 4 horas de espera e, posteriormente, observou-se um ligeiro aumento dos valores no tempo de 6 horas, como mostra a Tabela 9. De acordo com Borges et al. (2003), o nível sérico de K diminui durante o estresse,

sendo esta redução atribuída a um aumento na excreção deste íon durante o estresse crônico e a um aumento do K intracelular comumente encontrado durante o estresse agudo. Em estudo análogo a esse experimento, com o mesmo objetivo de avaliar as respostas fisiológicas em frangos de corte submetidos ao estresse, Mujahid et al. (2009) relataram que o efeito de altas temperaturas ambientais influenciou os valores de K e Na do plasma sanguíneo, diminuindo-os, confirmando os resultados obtidos por Borges et al.(1999).

Vale observar que eram esperados, da mesma forma, menores valores de Na, no entanto, não foi registrado esse comportamento para essa variável. Os valores de Na não diferiram para nenhum fator observado.

Em relação ao nível sérico de Ca no sangue, observou-se diferença dos valores nos diferentes tempos de espera, Tabela 9, sendo que o menor valor alcançado foi no tempo de espera 4 horas. Estes resultados sugerem que, pelo jejum prolongado e pela mobilização de gorduras como fonte alternativa de energia, houve produção de corpos cetônicos, produto do metabolismo dos ácidos graxos, levando os animais ao quadro de acidose metabólica. A acidose metabólica determina redução na conversão da vitamina D3 na sua forma biologicamente ativa 1,25-diidroxicolecalciferol (SAUVER e MONGIN, 1978). A vitamina D3 tem como função principal a absorção de cálcio no intestino e a mobilização do cálcio ósseo, no entanto, antes de exercer sua atividade fisiológica, a vitamina D3 é hidroxilada no carbono 25 no fígado, convertendo-se em 25, hidroxicolecalciferol (25-OHD3) e no carbono 1, nos rins, transformando-se no metabólito biologicamente ativo conhecido como 1,25 diidroxicolecalciferol (1,25-(OH)2D3)(OLIVEIRA et al. 2012).

No entanto, conflitando com os dados obtidos neste experimento, Mujahid et al. (2009) não encontraram diferença significativa nos níveis de cálcio no plasma de frangos submetidos ao estresse agudo e de frangos do grupo controle.

A homeostase do fósforo no fluido extracelular também sofreu efeito dos tempos de espera no abatedouro e sua interação com a posição da caixa no caminhão, obtendo os menores valores no tempo de 4 horas de espera, enquanto na interação, o tempo 4 e a posição inferior resultaram em valores menores deste mineral. Como ocorre com o cálcio, os níveis sanguíneos de fósforo também são controlados pelos hormônios calcitonina e paratormônio, por meio de sua relação com a forma ativa da vitamina D (PINHEIRO, 2009). Possivelmente, o desequilíbrio ácido-base acarretado pelo elevado tempo de espera no abatedouro pode ser a causa destes resultados.

Verifica-se homeostase para estes eletrólitos, uma vez que a relação Ca:P está 2:1, o que não nos mostra dano metabólico.

CONCLUSÃO GERAL

O tempo de espera no abatedouro acima de duas horas e a região superior do caminhão alteraram o metabolismo dos frangos de corte e, conseqüentemente, os parâmetros físicos da carne, propiciando o desenvolvimento de carnes DFD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, C.D.; RUSSEL, S.M.; FLETCHER, D.L. The relation of broiler meat, color and pH to self-life and odor to development. *Poult. Sci.*, v.77, p. 1042-1046, 1997.

ALMEIDA, E.A. *Influência do estresse pré-abate na expressão gênica e qualidade de carne de frango (Gallus gallus)*. 2007. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência animal e Pastagens). Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ALTAN, O.; ALTAN, A.; ÇABUK, M.; BAYRAKTAR, H. Effects of heat stress on some blood parameters in broilers. *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, Ankara, v. 24, n. 2, p. 145-148, 2000.

BARBOSA FILHO, J.A.D. *Caracterização das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré – abate de frangos de corte*. 2008. 174 pag. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BARBUT, S.; ZHANG, L.; MARCONE, L. Effects of pale, normal, and cooking of marinated fillets. *Poult. Sci.*, v. 84, p. 797–802, 2005.

BEDANOVA, I.; VOGLAROVA, E.; CHLOUPEK, P. et al.. Stress in Broilers Resulting from Shackling. *Poult. Sci.*, v.86, p.1065–1069, 2007.

BERNARDES, L.A.H.; PRATA, L.F. 2001. Qualidade da carne suína – parte 1. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/espaco-aberto/qualidade-da-carne-suina-parte-1-5234/> Acessado em: 02-02-1025

BERTOLONI, W.; SILVEIRA, E.T.F.; LUDTKE, C.B. et al. Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos à insensibilização elétrica e gasosa (Co₂). Parte 1 – mensuração de indicadores sanguíneos de estresse. *Cienc. tecnol. aliment.*, Campinas, v. 26, n. 3, p. 564-570, 2006.

BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, C. The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. *Poult. Sci.*, v. 85, p.123–128, 2006.

- BLACK, P.A.; MCRUER, D.L.; HORNE, L. Hematologic parameters in raptor species in a rehabilitation setting before release. *J. Avian Med. Surg*, Boca Raton, v. 25, n. 3, p. 192-198, 2011.
- BONAMIGO, A.; SILVA, C. B. S.; MOLENTO, C. F. S. Grau de bem – estar relativo de frangos em diferentes densidades de lotação. *Arq. Bras. Vet. Zootec.*, v. 63, n 6, p. 1421-1428, 2011.
- BORGES, S.A.; ARIKI, J. MARTINS, C.L, et al. Suplementação de cloreto de potássio para frangos de corte submetidos a estresse calórico. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.2, p.313-319, 1999
- BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. *Ciênc. Rural*, Santa Maria, v. 33, n.5, p.975-981, 2003.
- BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. *Ciênc. Agrot.*, v.26, n.5, p.1049-1059, 2002.
- BRIDI, A.M.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C.A. et al. Indicadores de estresse e qualidade da carne em frangos abatidos pelo método “Halal”. *Semina: Ciênc. Agrar.*, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2451-2460, 2009.
- BROSSI, C. *Qualidade de carne de frango: efeito do estresse severo pré-abate classificação pelo uso da cor e marinação*. 108 p. Dissertação (Mestre em Ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- COCKRAM, M. S., CORLEY, K.T.T. Effect of pre-slaughter handling on the behaviour and blood composition of beef cattle. *Br. Vet. J.*, London, v.147, p. 444-454, 1991.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *Laying down minimum rules for protection of chickens kept for meat production*. Bruxelas: European Union, mai. 2005. Disponível em: <http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/index_en.htm>. Acessado em: 12/11/2014
- COOPER, C.; EVANS, A. C.; COOK, S.; RAWLINGS, N. C. Cortisol, progesterone and β -endorfine response to stress in calves. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v. 95, p. 197-201, 1995
- DADGAR, S.; LEE, E.S.; LEER, T.L.V. et al. Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle *Poult. Sci.*, v. 89, p.1033–1041, 2010.
- DEFRA- DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS. *The welfare of poultry and slaughter or killing*. London: DEFRA, 74 p., 2007.

DHABHAR, F.S.; MCEWEN, B. S. Acute stress enhances while chronic stress suppresses cell-mediated immunity in vivo: a potential role for leukocyte trafficking. *Brain Behav. Immun.*, v.11, p. 286-306, 1997.

FLETCHER, D. L. Color Variation in commercially packaged broiler breast fillets. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 8, p.67-69, 1999.

FURLAN, R. L. et al. Alterações hematológicas e gasométricas em diferentes linhagens de frangos de corte submetidos ao estresse calórico agudo. *Rev. Bra. Ciên. Aví.*, v. 1, p. 77-84, 1999.

GROSS, W. B.; SIEGEL, H. S. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Dis.*, Jacksonville, v. 27, n. 4, p. 972-979, 1983.

LANGER, R.O.S. *Efeito do transporte na incidência de PSE (pale, soft, exudative) e análogo ao DFD (dark, firm, dry) em filés de frango*. 2007. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro de Ciências Agrárias, Universidade de Londrina, Londrina, 2007.

MALLIA, J.G.; BARBUT, S.; VAILLANCOURT, J.P. et al. A dark, firm, dry-like condition in turkeys condemned for cyanosis. *Poult. Sci.*, v. 79, p.281-285, 2000.

MARCHI, D.F.; SANTILLI, J.C.; SOARES, A.L. et al. Atividades de creatina quinase e lactato desidrogenase na identificação de frangos com estresse e filés PSE (*pale, soft, exudative*). *Semina: Ciênc. Agrar.*, Londrina, v. 33, suplemento 2, p. 3103-3110, 2012.

MARCHINI, C.F.P. *Influência do estresse calórico no desempenho produtivo e parâmetros fisiológicos de frango de corte*. 2003. 34p. Monografia (Pós-Graduação *Lato Sensu* em Ciências Avícolas). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

MCEWEN, B.S. Stressed or stressed out: What is the difference. *J. Psy. Neu.*, v.30, p. 315-318, 2005.

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R. F. M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Eng. Agri.*, v.13. n.4, p.277-286, 2005.

MITCHELL M.A.; SANDRECOCK, D.A.; COOKE, V.E. Seleção para rendimento de carne e indução de miopatia idiopática: implicações para o bem-estar de frangos. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, APINCO, 2003, Campinas. *Anais...* Campinas: Premio Lamas, 2003. p. 217-233.

MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. Welfare of poultry during transport – a review. In: POULTRY WELFARE SYMPOSIUM CERVIA, Italy, 2009.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J. Road transportation of broilers-chicken induction of physiological stress. *World's Poult. Sci. J.*, v. 50, p. 57-59, 1994

MUJAHID, A.; AKIBA, Y.; TOYOMIZU, M. Progressive changes in the physiological responses of heat-stressed broiler chickens. *J. Poult. Sci.*, v. 46, p.163-167, 2009.

MUMMA, J.O.; THAXTON, J.P.; VIZZIER-THAXTON, Y. Physiological Stress in Laying Hens. *Poult. Sci.*, v. 85, p.761–769, 2006.

NAZARENO, A.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. et al. Caracterização do microclima dos diferentes layouts de caixas no transporte de ovos férteis. *Rev. Bras. Eng. Agri. Amb.*, v.17, n.3, p.327–332, 2013.

NIJDAM, E.; ARENS, P.; LAMBOOIJ, E. et al. Factors influencing bruises and mortality of broilers during catching, transport and lairage. *Poult. Sci.*, v.83, p. 1610-1615, 2004.

ODA, S.H.I.; SHENEIDER, J.; SOARES A.L. et al. Detecção de cor em filés de peito de frango. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, p. 30-34, 2003.

OLIVEIRA, R.F.; ARAÚJO, C.S.S.; SILVA, R.L. et al. Avaliação do uso de alfalcidol (1- α -OHD3) na alimentação de matrizes pesadas na fase final de produção. In: VI SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL – São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2012.

PANELLA-RIERA, N.; GISPERT, M.; GIL, M. et al. Effect of feed deprivation and lairage time on carcass and meat quality traits on pigs under minimal stressful conditions. *Livest. Sci.*, v.146, p. 29–37, 2012.

PETRACCI, M.; BETTI, M.; BIANCHI, M. et al. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. *Poult. Sci.*, v. 83, p.2086–2092, 2004.

PIERSMA, T.; RENEERKENS, J.; RAMENOFISKY M. Baseline corticosterone peaks in shorebirds with maximal energy stores for migration: a general preparatory mechanism for rapid behavioral and metabolic transitions. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.120, p. 118–126, 2000.

PINHEIRO, S.R.F. *Níveis de fósforo, de cálcio e de cloreto de sódio para aves de linhagens de crescimento lento criadas em sistema semi-confinado*. 2009. 116 P. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, 2009.

QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; SMITH, D.P. et al. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poult. Sci.*, v. 80, p. 676-680, 2001.

QUINTEIRO FILHO, W.M. *Efeito do estresse térmico por calor sobre os índices zootécnicos, integridade intestinal e a imunidade inata em frangos de corte*. 2008. 140 P. Dissertação (Mestrado Patologia Experimental e Comparada). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROÇA, R.O. *Modificações post-mortem*. Botucatu: FCA – UNESP, Botucatu, Artigo Técnico, 16p, 2000.

SANDERCOCK, D. A., R. R. HUNTER, G. R. NUTE, M. A. et al. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. *Poult. Sci.*, v. 80, p. 418–425, 2001.

SAUVER B., MONGIN, P. Tibial dyschondroplasia, a cartilage abnormality in poultry. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, v.18, p. 87-92, 1978.

SCHNEIDER, J.P. *Carne DFD em frangos*. 2004. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SELYE, H. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *J. Clin. Endocrinol.*, v. 6, p. 117–230, 1946.

SILVA, M.A.N.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, C.J.M. et al. Avaliação do estresse térmico e condição simulada de transporte de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* v. 36, n.4, p.1126-1130, 2007.

SOARES, F.L.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JÚNIOR, A.M. et al. Influência da restrição de água e ração durante a fase pré-inicial no desempenho de frangos de corte até os 42 dias de idade. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.5, p.1579-1589, 2007 (supl.).

VIEIRA, F.M.C. *Avaliação das perdas e dos fatores bioclimáticos atuantes na condição de espera pré-abate de frangos de corte*. 2008. 176p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola). Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; SANTOS, R. F. S.; BARBOSA FILHO, J. A. D. *Redução de perdas nas operações pré-abate de frangos de corte*. 2012. Disponível em: <pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/reducao-perdas-nas-operacoes-t859/124-p0.htm>. Acessado dia: 22/08/2014.

VILA, G.L. Hematologia de aves. Disponível: https://ppgca.evz.ufg.br/up/67/o/2013_Laura_Garcia_Seminario1corrig.pdf Acessado em: 10-01-2015

VOSMEROVA, P., CHLOUPEK, J., BEDANOVA, I. et al. Changes in selected biochemical indices related to transport of broilers to slaughterhouse and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, under different ambient temperatures. *Poult. Sci.*, v. 89, p. 2719–2725, 2010.

WARISS, P.D.; KESTIN, S.C.; BROWN, S.N. et al. The depletion of glycogen stores and indices of dehydration in transported broilers. *Br. Vet. J.*, v.149, p. 391–398, 1993.