



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

RAFAEL SANCHES SPURIO

**MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE TRANSPORTE VISANDO
O BEM-ESTAR E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS**

Londrina
2012

RAFAEL SANCHES SPURIO

**MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE TRANSPORTE VISANDO
O BEM-ESTAR E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, nível mestrado, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Massami Shimokomaki

Londrina
2012

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S772m Spurio, Rafael Sanches.

Melhorias das condições de transporte visando o bem-estar e qualidade da carne de frangos / Rafael Sanches Spurio. – Londrina, 2012.
59 f. : il.

Orientador: Massami Shimokomaki.

Co-orientador: Adriana Lourenço Soares.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Carne de ave – Manuseio e transporte – Teses. 2. Frango de corte – Efeito do estresse – Teses. 3. Ave doméstica – Teses. 4. Carne – Qualidade – Teses. 5. Carne – Armazenamento – Teses. I. Shimokomaki, Massami. II. Soares, Adriana Lourenço. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. IV. Título.

CDU 664.91

RAFAEL SANCHES SPURIO

**MELHORIAS DAS CONDIÇÕES DE TRANSPORTE VISANDO O
BEMESTAR E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, nível mestrado, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Massami Shimokomaki
UEL - Londrina - PR

Prof. Dr. Vivaldo Silveira Júnior
UNICAM – São Paulo - SP

Profa. Dra. Charlí Beatriz Ludtke
Sociedade Mundial de Proteção Animal
(WSPA Brasil)

Londrina, 20 de setembro de 2012.

À Deus e à Ciência.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e entendimento, e pela presença constante.

Ao meu Professor Orientador, Dr. Massami Shimokomaki, por quem possuo grande apreço e admiração, pelo profissionalismo, tempo dedicado à execução deste trabalho, por toda a experiência compartilhada, pelos conselhos, e pela amizade.

À Professora Dra. Adriana Lourenço Soares por quem possuo grande respeito, em especial, por sua distinta dedicação profissional e mansidão. Por todo o valioso conhecimento compartilhado, e pela compreensão.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos concedida que garantiu a realização desta dissertação.

Ao professor Dr. Vivaldo Silveira Júnior pelo aceite em compor a comissão avaliadora deste, pelo incentivo na realização deste trabalho e pelas discussões valiosas sobre o conteúdo do mesmo.

À professora Dra. Charlí Beatriz Ludtke, por compor essa banca, pelo conhecimento produzido na área, e pela natureza de sua profissão, a qual muito aprecio.

Ao abatedouro parceiro, na pessoa de Alessandro Rossa e Moisés Grespan, por acreditar neste projeto, e pela oportunidade de execução deste, e a todos os incontáveis funcionários que auxiliaram nas diversas etapas desenvolvidas.

Aos amigos Rafael Humberto de Carvalho e Talita Kato, pela disposição em auxiliar na coleta de dados, nos longos períodos de trabalho árduo, sem descanso.

À minha esposa, Carolina, pela atenção, apoio, companheirismo e dedicação.

Ao meu único irmão, José Eduardo, por me ajudar a vencer todas as não poucas lutas de nossa juventude.

Aos meus pais, Eduardo e Maria Esmeralda, pelos sonhos de bem que gestaram para mim e pelos esforços imensuráveis e apoio para realização desta dissertação.

"Se existe uma forma
de fazer melhor, descubra-a."

Thomas Edison

SPURIO, Rafael Sanches. **Melhorias das condições de transporte visando o bem-estar e qualidade da carne de frangos**. 2012. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2012.

RESUMO

O Brasil é o maior exportador mundial de carne de frango, tendo grande importância na economia o desenvolvimento de carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*) que comprometem a qualidade e funcionalidade das carnes, acarretando prejuízos, sendo sua principal causa o estresse térmico durante o transporte dos animais ao abate. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e testar um protótipo de carroceria de caminhão para transporte de frangos visando melhorias no bem-estar animal e qualidade de carne. Um protótipo foi desenvolvido com a instalação de defletores de ar (15 x 150 cm), para aumentar a circulação de ar no interior da carga. As aves foram submetidas a quatro tratamentos experimentais: Transporte em caminhão comum (C), transporte em caminhão comum com banho na saída da granja (CB), transporte com protótipo (P) e transporte com protótipo e aplicação de banho (PB), por 48 ± 14 km até o abatedouro. O microambiente dos caminhões durante o transporte foi avaliado por dados de temperatura, umidade relativa, ventilação e cálculo de sensação térmica. Na chegada foi verificado DOA (*Dead On Arrival*, Morte na chegada) e 24 h após o abate a incidência de PSE no peito (músculo *Pectoralis major*) pelas medidas de pH e cor. O protótipo desenvolvido contribuiu na dissipação do calor no interior da carroceria igualando-o ao ambiente externo em todas as medidas, melhorando o bem-estar animal e reduzindo a incidência de carnes PSE em 54%. Apesar da melhora microambiental, não houve influência sobre o índice DOA, sugerindo outras causas simultâneas para sua ocorrência.

Palavras-chave: Qualidade da carne, bem-estar animal, carnes PSE, morte na chegada, estresse térmico.

SPURIO, Rafael Sanches. **Improvements of transport conditions for better animal welfare and poultry meat quality**. 2012. 59p. Dissertation (Master of Science in Food Science) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2012.

ABSTRACT

Brazil is the world's largest exporter of chicken meat, whereas the development of PSE meat (Pale, Soft, exudative) has great importance, compromising its quality and functionality leading to losses, having as main cause the heat stress during transport to the slaughterhouse. The objective of this study was, therefore, to develop and test a new design of truck container for broiler transport in order to promote the animal welfare, consequently preserving the meat quality. The designed truck prototype was developed with the installation of deflectors (15 x 150 cm) to enhance air circulation within the birds' container environment. The birds were divided into 4 treatments: Transport under regular truck (C), transport under regular truck with bath application while in the farm (CB), transport with the new designed prototype container (P) and transport with the new designed container prototype with bath application (PB), for an average distance of 48 ± 14 km. The microenvironment of the container during transport was assessed by real-time data of temperature, relative humidity, ventilation and heat index calculation. DOA (Dead On Arrival) was obtained at hanging, and 24h after slaughtering the incidence of PSE in chicken breast (*Pectoralis major*) was measured by determination of pH and color. Results showed that the prototype's microenvironment remained equal to the outside environment for all measurements, improving welfare and decreasing PSE in 54%. Despite the improvement, DOA had suffered no influence, suggesting other simultaneous causes to its occurrence.

Keywords: Meat quality, animal welfare, PSE meat, Dead on arrival, thermal stress.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Banho das aves na saída da granja.....	18
Figura 2 - Zonas de conforto térmico para o transporte de frangos em caminhão da granja ao abatedouro.....	19
Figura 3 - Músculo <i>Pectoralis major</i> em duas variações de cor classificados como normal e PSE conforme valor de Luminosidade (L*) e pH.	24
Figura 4 - Foto do protótipo de carroceria de caminhão desenvolvido.	27
Figura 5 - Localização dos aparelhos registradores.....	29
Figura 6 - Análise de pH destacando local inserção e profundidade de penetração do eletrodo no filé de frango.....	30
Figura 7 - Avaliação de cor do filé de frango com colorímetro portátil minolta, ilustrando o local da determinação.....	31
Figura 8 - Foto da vista lateral do protótipo de carroceria e esquema de posição dos defletores.....	44

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Comparativa de temperatura (T), umidade relativa (UR) e sensação térmica (ST) médias durante o transporte entre o ambiente externo (A) e tratamentos comum sem banho (C) e comum com banho (CB) e para os caminhões protótipo sem banho (P) e protótipo com banho (PB).....47
- Tabela 2** - Temperatura, umidade relativa, ventilação e sensação térmica obtidos na parte da frente da carroceria dos caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).....49
- Tabela 3** - Temperatura, umidade relativa, ventilação e sensação térmica obtidos no meio da carroceria dos caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).50
- Tabela 4** - Temperatura, umidade relativa, ventilação e sensação térmica obtidos na traseira da carroceria dos caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).51
- Tabela 5** - Índice de DOA de frangos durante o transporte para os caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).52
- Tabela 6** - Incidência de carnes PSE de frangos transportados nos caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).53

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	A IMPORTÂNCIA DA PRODUÇÃO NACIONAL	13
3.2	ESTRESSE	14
3.3	FATORES ESTRESSANTES	15
3.3.1	<i>Jejum Alimentar e Dieta Hídrica</i>	16
3.3.2	<i>Apanha, Carregamento e Banho de Água</i>	17
3.3.3	<i>Transporte</i>	18
3.4	CARNES PSE EM FRANGOS	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1	PERÍODO E LOCAL	26
4.2	DESENVOLVIMENTO DO NOVO PROTÓTIPO DE CARROCERIA DE CAMINHÃO PARA TRANSPORTE DE FRANGOS VIVOS	26
4.3	TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS	27
4.4	DISTÂNCIA DE TRANSPORTE	28
4.5	CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE DOS CAMINHÕES	28
4.6	ÍNDICE DE MORTE NA CHEGADA	29
4.7	ABATE	29
4.8	MEDIDAS DE PH	29
4.9	COLORIMETRIA	30
4.10	CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS	31
4.11	ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6.1	ARTIGO CIENTÍFICO	41
7	CONCLUSÃO GERAL	58
	APÊNDICES	59
7.1	APÊNDICE A - FICHA DE VISITA AO AVIÁRIO	59

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é uma das mais desenvolvidas do mundo, com altos índices de produtividade. Este patamar foi atingido graças à implantação de programas de qualidade e emprego de tecnologia em todos os elos da cadeia nos últimos anos, com destaque para a genética, nutrição, manejo, biossegurança, boas práticas de produção, rastreabilidade, programas de bem-estar animal e de preservação do meio ambiente (ABEF, 2009).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial, abaixo apenas dos Estados Unidos e China, e maior exportador, com produção de 12,2 milhões de toneladas de carne e exportação de 3,8 milhões de toneladas, sendo, responsável por mais de 40% do volume total de carne de frango exportado mundialmente. Atualmente, 31% da produção são destinados à exportação, e 69% ao mercado interno mais (UBABEF, 2012). De 1996 até 2010, o Brasil passou a exportar sete vezes mais (UBABEF, 2011).

O crescimento na produção de carne de aves foi acompanhado por uma diversificação de produtos, com maior elaboração de itens de conveniência, praticidade e valor agregado, portanto necessitando de matérias-primas de qualidade sensorial e funcionais com características de processamento desejáveis (OLIVO & OLIVO, 2006).

Neste contexto produtivo, a incidência de carnes tipo *Pale*, *Soft* e *Exudative* (PSE), em tradução livre, pálida, flácida e exsudativa, figura como problema relevante. Esta anomalia incide nas chamadas carnes brancas, em suínos e aves, e por isso, nestas, ocorre somente no peito (músculo *Pectoralis major*).

A carne PSE origina-se devido à rápida glicólise *post mortem* provocando abaixamento do valor de pH enquanto a carcaça está quente, ocorrendo desnaturação proteica prejudicando, conseqüentemente as propriedades funcionais da carne (WISMER-PEDERSEN, 1959), e padronização de qualidade dos mais variados produtos industrializados (KISSEL *et al.*, 2010).

Os frangos são muito sensíveis ao estresse causado por altas temperaturas, excessiva umidade relativa do ar e reduzida ventilação. Quando sob condições estressantes, os animais têm seu metabolismo acelerado, ocasionando aumento na temperatura corporal e liberação desordenada de cálcio, que são

respostas fisiológicas naturais, mas podem resultar em morte súbita ou prejuízo da qualidade da carne (LESIÓW & KIJOWSKI, 2003). Portanto, a avaliação da ocorrência de PSE é uma metodologia para avaliar o grau do bem-estar dos frangos e, conseqüentemente, a eficácia do manejo, principalmente nos momentos que antecedem o abate.

O transporte possui grande influência sobre o aparecimento da anomalia PSE e também sobre o índice de morte na chegada, representado pela sigla DOA, do inglês *Dead on Arrival*. Nas localizações que receberam menor ventilação e/ou maior tempo de exposição às condições prejudiciais durante o transporte, os frangos apresentaram sinais de sofrimento, representados pelo aumento nos indicadores PSE e DOA (OBA *et al.*, 2009, SIMÕES *et al.*, 2009b, LANGER *et al.* 2010). Desta forma, torna-se essencial a melhoria do conforto térmico dos animais durante o transporte.

Neste contexto, este trabalho foi desenvolvido para testar e quantificar o impacto da melhoria das condições de transporte de um protótipo de carroceria de caminhão em comparação com a forma e condição comumente aplicadas atualmente em todo o país.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e testar um novo protótipo de carroceria de caminhão para transporte de frangos visando o bem-estar animal e qualidade da carne.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver um novo protótipo de carroceria de caminhão para transporte de frangos para aumentar a ventilação às aves.

Caracterizar o microambiente do novo protótipo da carroceria de caminhão de transporte de frango vivo e comparar com caminhão convencionalmente utilizado.

Comparar morte na chegada (DOA) e incidência de PSE entre o novo protótipo de caminhão e o caminhão convencionalmente utilizado.

Verificar a influência do banho na granja nos dois sistemas de transporte sobre o microambiente dos caminhões, índice de DOA e incidência de PSE.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A IMPORTÂNCIA DA PRODUÇÃO NACIONAL

Foi possível observar nos últimos anos, um crescimento elevado na produção e consumo mundial de carne de frangos, que hoje ocupa a segunda posição do ranking de produção de carne. A carne suína é primeira colocada com 41,9%, o frango vem em segundo, com 35,2%, e a carne bovina figura como terceira colocada, responsável por 22,9% da produção e/ou consumo (USDA, 2012).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial, com produção de 12,2 milhões de toneladas, abaixo apenas dos Estados Unidos e China. É, porém, o maior exportador, com de 3,8 milhões de toneladas embarcadas, sendo responsável por mais de 40% do volume total de carne de frango exportado mundialmente. Atualmente, 31% da produção são destinados à exportação, e 69% ao mercado interno (UBABEF, 2012). Consolida-se a avicultura como uma das fontes mais importantes de proteína animal para a população mundial, e o Brasil como importante contribuinte para esta produção.

A produção de carne de frango chegou a 12,2 milhões de toneladas em 2010, em um crescimento de 11,38% em relação a 2009, quando foram produzidas 10,980 milhões de toneladas. Com este desempenho, o Brasil se aproxima da China, hoje o segundo maior produtor mundial, cuja produção de 2010 teria somado 12,5 milhões de toneladas, abaixo apenas dos Estados Unidos, com 16,648 milhões de toneladas, conforme projeções do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA 2011 apud UBABEF 2012).

O crescimento em 2010 foi impulsionado principalmente pelo aumento de consumo de carne de frango e pela expansão de 5,1% nas exportações (UBABEF 2012).

Do volume total de frangos produzido pelo país, 69% foi destinado ao consumo interno, e 31% às exportações. Com isto, o consumo *per capita* de carne de frango foi de 44 quilos no ano passado (UBABEF 2012).

Os embarques de 3,819 milhões de toneladas em 2010 representaram um aumento de 5,1% em relação a 2009, em novo recorde histórico

para a carne de frango, principal produto das exportações avícolas brasileiras. No caso da receita cambial, de US\$ 6,808 milhões, o incremento foi de 17%. O preço médio das vendas brasileiras foi de US\$ 1782,00 por tonelada, valor que representa aumento de 11,4% em relação ao ano anterior (UBABEF 2012).

Dentre os vários produtos, as exportações de cortes somaram receita cambial de US\$ 3,534 bilhões (+22,3%), o frango inteiro teve receita de US\$ 2,254 bilhões (+17%), e frango industrializado receita de US\$ 465,1 milhões (-5%)(UBABEF 2012).

Na participação nacional da receita cambial entre as carnes, o frango ocupa o primeiro lugar, responsável por 51% da receita, seguido pela carne bovina, com 36% do total (UBABEF, 2012).

A garantia de manutenção do mercado de carne de frango consiste no fornecimento de produtos com padrões de qualidade estáveis e visa atender a satisfação e segurança dos consumidores (OLIVO & OLIVO, 2006).

Considerando os padrões com relação à satisfação das exigências sensoriais, os músculos peitorais frequentemente apresentam variações indesejáveis nos parâmetros de cor e maciez. A coloração do peito de frango foi associada à aceitabilidade no momento da compra, e a maciez determina a aceitabilidade global no momento do consumo (BRESSAN & BERAQUET, 2002, DROVAL *et al.*, 2012b). Diante disso, a funcionalidade da carne e todos os requisitos de qualidade sensoriais têm sido muito importantes, e, conseqüentemente, a preocupação com incidência de carnes com características PSE tornou-se indispensável (DROVAL *et al.*, 2012b).

Simões *et al.* (2010) apontam que, apesar da crescente produção observada nos últimos anos, houve aumento nos índices de perdas na indústria da carne de frango, podendo ser decorrentes de técnicas de manejo inadequadas, falta de tecnologias ou de um plano de ação que as reduzam, evitando prejuízos.

3.2 ESTRESSE

As perdas na cadeia devem-se principalmente a condições estressantes a que são submetidas às aves durante todo o processo de cria e engorda, mas com destaque especial para o manejo realizado no período que antecede o abate.

O termo estresse é utilizado para designar o conjunto de reações do organismo animal a agressões de ordem física e psíquica capazes de perturbar a homeostase (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006). Dor, medo e ansiedade são sentidos pelas aves, que decorrem das interações visuais, auditivas, físicas e sociais, influenciando o bem-estar (ELROM, 2000).

Em situações de risco, o sistema endócrino age combinadamente ao sistema neurogênico, liberando catecolaminas, que por sua vez catalisam o ATP a cAMP a fim de prover a energia demandada no momento. Completando o preparo para a situação emergencial, há hipervolemia, hiperventilação e consequente aumento do débito cardíaco. As consequências variam com o tempo de exposição. Quando o estresse é crônico, existem impactos na saúde geral do animal, prejudicando sistemas imune e reprodutor. Imediatamente, mas por períodos extenuantes como o pré-abate, o impacto se dá sobre o balanço energético, podendo até mesmo causar morte súbita (ELROM, 2000).

Dentre as causas estressoras, os fatores ambientais representados por temperatura, umidade relativa do ar, calor, ventilação e condição de transporte são os principais agentes presentes no período pré abate em aves de corte (LESIÓW & KIJOWSKI, 2003).

3.3 FATORES ESTRESSANTES

As etapas presentes no momento pré-abate, como jejum alimentar, dieta hídrica, apanha, carregamento do caminhão, transporte, pendura, imobilização e atordoamento das aves, são fatores estressantes que apresentam efeito imediato sobre as reservas de glicogênio e sobre a qualidade da carne (McCURDY *et al.*, 1996; KANNAN *et al.*, 1997, WARRIS *et al.*, 1999; PETRACCI *et al.*, 2001).

Animais submetidos a condições estressantes têm seu metabolismo acelerado como resposta fisiológica, sofrendo um aumento adicional na temperatura corporal (LESIÓW; KIJOWSKI, 2003). Esta produção de calor influencia o microclima do caminhão de transporte, tornando o calor ainda mais intenso.

Dos fatores citados, o transporte é um dos maiores responsáveis pelo aparecimento da anomalia PSE e sobre o índice DOA. Esta etapa inevitável evidencia a necessidade de um plano de ações que deve ser aplicado a fim de

aliviar o estresse calórico (OBA *et al.*, 2009, SIMÕES *et al.*, 2009b, LANGER *et al.* 2010).

3.3.1 Jejum Alimentar e Dieta Hídrica

O jejum pré abate adotado é recomendado (FIGUEIREDO & ALBINO, 1999) e tem por finalidade evitar que o trato gastrointestinal esteja cheio no momento do abate, a fim de que, na evisceração, não haja vazamento do conteúdo para o exterior, contaminando o alimento (NORTHCUTT, 1997; BERAQUET, 1999).

A retirada de ração se dá geralmente de 6 a 8 horas antes do início da apanha e a retirada de água tem início aproximadamente uma hora antes da apanha. (NORTHCUTT, 2001). O tempo total de jejum dependerá da distância da granja ao abatedouro, quantidade de aves no galpão de espera, funcionamento dos equipamentos, velocidade de linha, número de funcionários e sincronia entre setores, isto é, aproximadamente oito a 12 horas, de forma geral.

Recomenda-se não exceder 12 horas de jejum alimentar. A partir de 16 horas já é possível notar aumento na porcentagem de perda de peso corporal (FONSECA *et al.*, 2008). ROSA *et al.* (2000) descrevem que o tempo ideal entre o início do jejum alimentar e abate deve ser de oito a 12 horas.

Como consequência da privação de água, a ave começa a sofrer desidratação imediatamente, causando desconforto. A perda de peso vivo por desidratação dos frangos antes do abate é diretamente proporcional ao período de jejum (GARCIA *et al.*, 2008).

A combinação dos fatores desgastantes presentes no momento que antecede o abate à privação hídrica e alimentar, face à necessidade energética como resposta, influencia na reserva de glicogênio (SAVENIJE *et al.*, 2002, BRESSAN *et al.*, 2003). Na presença dos fatores estressantes, sem alimento e água disponíveis, o animal permanece incapaz de restabelecer sua homeostase.

O tempo entre o início do desgaste energético que ocorre até o momento do abate são pontos importantes no aparecimento da anomalia PSE e morte na chegada. Pode haver acidificação excessiva pela não remoção do ácido láctico que se dá com a circulação sanguínea no animal vivo, ou pouca acidificação muscular, afetando de uma forma ou de outra a qualidade final do produto e padronização da matéria prima.

3.3.2 Apanha, Carregamento e Banho de Água

A apanha é o procedimento de cerceamento e captura das aves, realizado manualmente no Brasil. Para as aves, é um momento de estresse. Para os apanhadores, é um momento exaustivo, que pode resultar em injúrias aos animais devido à dificuldade da captura. Nos EUA, utilizam-se apanhadoras mecânicas, relatadas como capazes de reduzir lesões (WEEKS & NICOL, 2000).

Após a apanha ocorre o carregamento. As caixas são empilhadas manualmente. A densidade de aves por caixa influencia no conforto e o índice DOA e número de lesões aumentam proporcionalmente à densidade (NIDJAM, 2004). A mobilidade das aves é reduzida e o calor causado pelo agrupamento resulta em um acréscimo na umidade relativa do ar pela respiração, transpiração e pela água presente na excreta (NIDJAM, 2004).

Existem também interações sociais entre as aves, que são neste momento influenciadas pela mistura aleatória da apanha, causando alterações no ambiente a que estavam acostumadas (VECEREK *et al.*, 2006).

Após o carregamento, as aves são banhadas na granja antes do transporte, visando minimizar o aumento de temperatura. O banho causa redução da temperatura, mas a umidade relativa do ar no microclima do caminhão aumenta. Essa prática é controversa, e alguns autores têm encontrado resultados que podem variar com a distância (GUARNIERI, *et al.*, 2004; LANGER *et al.*, 2010; SIMÕES *et al.*, 2009b, SILVA & VIEIRA, 2010).

Porém não há padronização ou orientação do abatedouro na forma de aplicação do banho, tempo, e em quais condições é recomendado. Em alguns casos o banho pode vir a ser mais um fator estressante como citado acima, tanto pela influência da umidade quanto forma pela aplicação. Geralmente, utilizam-se jatos de mangueira ou um arco de tubulação PVC perfurada, conforme ilustra a figura 1 abaixo.

Figura 1 - Banho das aves na saída da granja.



Fonte: Simões (2009a, p. 73).

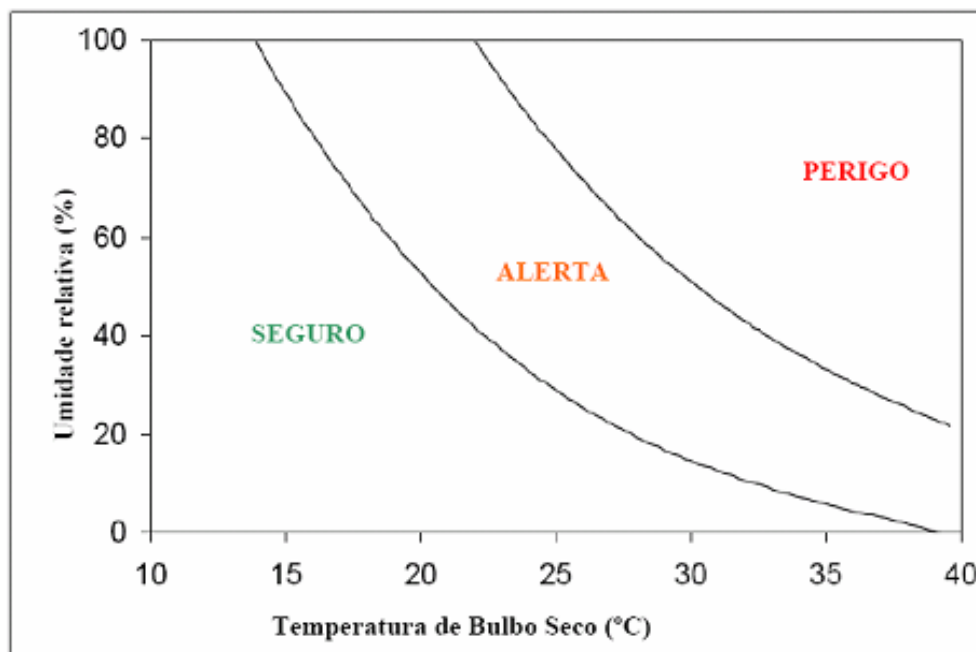
3.3.3 Transporte

Durante o transporte da granja ao abatedouro em caminhão, os frangos ficam expostos à aceleração, vibração, impactos, perturbações, ruídos e calor, e outras variáveis que podem ocorrer ocasionalmente, como paradas, quebra, etc. Os fatores determinantes para a ocorrência do estresse térmico são a produção de calor e umidade pelas aves (NICOL & SCOTT, 1990; WARRIS *et al.*, 1993; MITCHELL & KETTLEWELL, 1998; KETTLEWELL *et al.*, 2001, SIMÕES *et al.*, 2009b).

Mitchell & Kettlewell (2004) estabeleceram um modelo para descrever a troca de calor no microambiente do caminhão de transporte de frangos, associando as condições de transporte às necessidades fisiológicas dos frangos. Este modelo permitiu estabelecer as zonas de conforto térmico para os frangos durante o transporte, divididas em “segura”, “de alerta” e “de perigo” (Figura 2) mediante a combinação de temperatura e umidade relativa e com base no índice de carga térmica denominada Temperatura Equivalente Aparente (TEA). Estes pesquisadores consideraram que a umidade relativa no caminhão de transporte raramente fica abaixo de 70%, devido à perda de água pelas aves, e recomendaram

26 - 27°C como o máximo de temperatura admissível no caminhão, sendo estas condições, compatíveis com o bem-estar das aves.

Figura 2 - Zonas de conforto térmico para o transporte de frangos em caminhão da granja ao abatedouro.



Fonte: Mitchell & Kettlewell (2004, p. 177, adaptado).

A temperatura e a umidade relativa ambiental influenciam a perda de calor sensível e latente do corpo da ave. Quando a temperatura e umidade relativa no ambiente se apresentam na zona de perigo, a ave inicia um processo de hiperventilação intensificando a perda de calor pela ofegação. Com o aumento da umidade relativa do ambiente, o arrefecimento perde eficiência e a umidade resultante da transpiração deprecia ainda mais o microambiente. A capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar (PATIENCE, 1990; BELAY E TEETER, 1993; MACARI *et al.* 1994; BRESSAN *et al.* 2003; OLIVEIRA *et al.* 2006).

Cada ave presente no caminhão traz consigo uma quantidade de calor. Em um caminhão de transporte de frangos, Kettlewell e Mitchell (2000) observaram que ocorreu um aumento de calor proveniente do metabolismo das próprias aves. Cada ave de aproximadamente 2 kg produziu 10 a 15 W de calor com perda de 10,5 g/h de água, causando aumento de temperatura e umidade no caminhão de transporte.

Mitchell *et al.* (1992) demonstraram o efeito fisiológico da relação entre umidade relativa e temperatura fixando esta em 28°C. Explanando a perda da capacidade dos mecanismos evaporativos, se a umidade relativa aumentar de 20 para 80%, a temperatura corporal dos frangos aumentará 0,42°C/h (MITCHELL *et al.*, 1992).

Infere-se, portanto, que o transporte no verão manterá as aves predominantemente na zona de perigo, piorando progressivamente o microambiente. Dada a inevitabilidade da etapa, uma relação entre o tempo de exposição, tempo de espera posterior e também o tempo de jejum, determinará a qualidade da carne (PSE) e a mortalidade na chegada.

A temperatura da carroceria é mais crítica na traseira (fundo), local de menor ventilação e maior incidência de PSE (SIMÕES *et al.*, 2010). Um comparativo entre distância e tratamento com banho e sem banho indicou que a distância é um fator negativo em relação aos filés PSE, e que o banho pode reduzir este índice se aplicado em para transportes de distâncias mais longas (LANGER *et al.*, 2010, SIMÕES *et al.*, 2009b).

Em um trabalho realizado em um abatedouro na região oeste do Paraná no verão, Langer *et al.* (2010) avaliaram o efeito das distâncias de transporte de frangos sobre a ocorrência de PSE, concluindo que maiores distâncias favorecem o aparecimento da anomalia PSE. Os transportes de 4 km e 62 km tiveram uma ocorrência de PSE em filés de peito de 22 e 32%, respectivamente.

Nijdam *et al.* (2004) encontraram incidência de DOA de 0,46%, ao analisar 1907 granjas na Alemanha e Holanda. Petracci *et al.* (2006), na Itália, encontraram os valores de DOA de 0,47% e 0,52% para frangos e perus, respectivamente.

Em um estudo similar, concluiu-se que a associação entre transporte e tempo de espera no abatedouro promoveu maior DOA, sendo maior quanto mais longa for a duração destes dois procedimentos, mas a mesma relação para o surgimento de PSE não foi encontrada (OBA *et al.*, 2009).

O tempo de transporte é considerado como responsável por DOA há muito tempo (WARRIS *et al.*, 1990), e em 2006, Nijdam *et al.* consideraram o calor como um fator de baixa influência sobre DOA, mas Hunter *et al.* (1997) encontraram correlação positiva entre os locais mais quentes da carroceria e distribuição da mortalidade. Mitchell e Kettlewell (2009), consideraram que, apesar das lesões

predominantemente macroscópicas e sinais de outras patologias, com destaque para doenças infecciosas e circulatórias apresentadas por Nijdam *et al.* (2006), ainda assim, estas aves passaram antes da morte pelo transporte, e só então vieram a falecer, concluindo que o estresse térmico as faz sucumbir, mas que a causa de morte não se deve somente ao calor, mas a uma variedade de fatores.

O Brasil carece de dados precisos e oficiais para estimar perdas diretas devido às características do transporte e abate, e vasta extensão territorial e faixas climáticas atravessadas, dificultando análise por amostragem que seja representativa do todo. No entanto, em um estudo sobre o tema na região sul do Brasil, foi encontrada porcentagem de 0,16% e 0,20% de DOA para distâncias de 15 km e 57 km, respectivamente, no inverno, e no verão, valores de 0,16% e 0,27% para distâncias de 15 e 55 km, respectivamente (SILVA *et al.*, 2011), evidenciando o tempo de exposição (distância) como agravante. De acordo com OLIVO & SHIMOKOMAKI (2001), um valor aceitável de mortalidade para as condições brasileiras é de 0,20%. Taxas acima desta indicam manejo muito pobre.

Estimando-se perdas com DOA, com abate diário de 300.000 aves, ao custo de R\$ 1,90 para cada frango, estimou-se que um abatedouro tem um prejuízo diário mínimo de R\$ 1.787,76 (incidência de 0,12%) e máximo de R\$ 4.001,40 (incidência de 0,27%) (SIMÕES *et al.*, 2010). Em outubro de 2012, o preço do frango vivo registra média de R\$ 2,33 entre os principais estados produtores (RURAL BR 2012), aumentando a perda para estimados R\$ 4.900,00.

Pouco fluxo de ar através da estrutura do caminhão resultará no acúmulo de calor e umidade. Portanto, é fundamental levar em consideração um melhor controle das condições no transporte pré-abate, a fim de aumentar a ventilação, reduzir a temperatura e a umidade relativa do ar no microambiente da carroceria para minimizar o estresse térmico e melhorar o bem-estar dos frangos no transporte. Assim, a criação de sistemas de melhoria da ventilação veículos na carroceria de transporte de frangos poderia amenizar os problemas decorrentes do estresse térmico (OBA *et al.*, 2009, SIMÕES *et al.* 2010).

3.4 CARNES PSE EM FRANGOS

A anomalia PSE ocorre pela acidificação causada pelo acúmulo de ácido lático associado à rápida glicólise *post-mortem* enquanto a carcaça ainda está

quente ($> 25^{\circ}\text{C}$), causando desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplásmicas, e palidez muscular (BENDALL & WISMER-PERDERSEN, 1962, SAMS, 1999). Esta desnaturação, finalmente, é a responsável pela exsudação observada (CANDEK-POTOKAR *et al.*, 1998, OLIVO *et al.*, 2001).

Em suínos, as carnes PSE são decorrentes da manifestação da *Porcine Stress Syndrome* (PSS, do inglês, Síndrome do Estresse Suíno) (CHEAH *et al.*, 1984) ou Hipertermia Maligna (HM) (FUJII *et al.*, 1991). O estresse desencadeado por fatores ambientais e fisiológicos, como mudanças na temperatura ambiente, excitação e transporte, pode levar à morte súbita destes animais (CHEAH & CHEAH, 1981; CHEAH *et al.*, 1984). Nesta anomalia, há liberação excessiva nas de íons Ca^{2+} durante a contração muscular, ocasionando um rápido metabolismo anaeróbico e rigidez do músculo, fato compartilhado com o PSE em aves (MITCHELL & HEFFRON, 1982; BERTOL, 2005).

Soares *et al.* (2003) verificaram a ativação da enzima fosfolipase A2 (PLA2) em situações de estresse, sendo que sua alta atividade foi considerada como a causa para o surgimento de carnes PSE em frangos. Esta enzima é ativada pelo Ca^{2+} e hidrolisa os fosfolipídios da membrana, formando ácidos graxos insaturados de cadeia longa, com destaque para o ácido araquidônico, importante intermediário de leucotrienos, tromboxanos e prostaglandinas, mediadores da dor e processos inflamatórios. Estes ácidos graxos insaturados induzem o retículo sarcoplasmático a liberar mais Ca^{2+} ocasionando a perda de controle da glicólise e consequente formação de carnes PSE, visto que o aumento do nível de Ca^{2+} no retículo sarcoplasmático está associado à elevada formação de ácido láctico (CHEAH & CHEAH, 1981).

Fujii *et al.* (1991) detectaram uma anomalia genética em suínos no gene *ryr1*, responsável por codificar a proteína receptora de rianodina do tipo 1 (RYR1) ou canal liberador de íons Ca^{2+} fazendo com que o aminoácido 615 seja uma cisteína, quando deveria ser, se a mutação não ocorresse, uma arginina. Esta simples troca de aminoácidos causa alteração conformacional na proteína do canal de cálcio suficiente para causar a liberação desordenada de íons Ca^{2+} .

Quanto ao PSE em frangos, não há confirmação desta equivalência com PSS (Oda, *et al.*, 2009, Ziober, *et al.*, 2009, 2010). A região gênica onde ocorre a mutação que leva à carne PSE em suínos ainda não foi sequenciada em frangos

(Droval, *et al.*, 2012a). Esta mutação poderia ser um agravante fisiológico nas aves, assim como em suínos.

A intensa atividade na melhoria das linhagens genéticas, objetivando abate com menor tempo de vida e vantagens econômicas em geral pode ter resultado em seleção de características secundárias indesejáveis.

Apesar do fenômeno PSE em suínos receber devida atenção pelos pesquisadores há décadas, no caso das aves, esta preocupação ganhou relevância somente nos últimos anos (SOSNICKI, 1995), uma vez que pode alcançar de 30 a 50% de incidência, dependendo das condições de manejo pré-abate (WOELFEL *et al.*, 2002). O comprometimento das propriedades funcionais resulta em produtos industrializados de menor rendimento (LARA *et al.*, 2002), devido à exsudação que interfere na padronização de produtos industrializados (BARBUT, 1997).

Para determinar PSE em carnes de aves, realiza-se análises de pH e cor, e, opcionalmente, capacidade de retenção de água, *dripping* e perda por cozimento. A palidez possui relação direta com a desnaturação proteica, e esta, com a acidez. No animal vivo ocorre diminuição do pH impulsionada pelas reações fisiológicas, e após o abate, com temperatura da carcaça ainda alta, ocorre desnaturação proteica, aumentando a dispersão da luz refletida pelas fibras musculares (BENDALL & SWATLAND, 1988; SWATLAND, 1995; LARA, 2003).

Alguns pesquisadores propuseram a utilização somente de valores de luminosidade L^* (sistema CIELAB ou Hunter) para classificação de carnes de aves em PSE e normal. McKee, Sams (1998) e Owens *et al.* (2000) classificaram como PSE as carnes de perus que apresentaram valor de $L^* > 53$. No Canadá, Barbut (1993) sugeriu valores de $L^* > 49$ para carnes de frango PSE. No Brasil, Soares *et al.* (2002) classificaram como PSE os filés de frango com valores de $L^* > 53$ e filés com $L^* < 53$ e $L^* > 44$ como normais, e sendo a colorimetria simples e rápida, poderia ser utilizada pelos frigoríficos como indicador das propriedades funcionais da carne e possibilitar o adequado destino destas carnes nas linhas de processamento.

Em 2003, Soares ideou a combinação de pH e L^* , classificando filés com valores de $\text{pH} \leq 5,80$ e $L^* \geq 53$ como PSE e filés com valores de $5,80 < \text{pH} \leq 6,00$ e $44 < L^* < 53$ foram classificados como “normais”.

Figura 3 - Músculo *Pectoralis major* em duas variações de cor classificados como normal e PSE conforme valor de Luminosidade (L^*) e pH.



Fonte: Soares *et al.* (2002, p. 540, adaptado)

Na ave, o músculo possui pH médio de 7,2. Após o abate, o pH da carne diminui devido à formação ácida natural que ocorre com a parada circulatória, onde a carne de peito deve apresentar pH final entre 5,7 e 5,9 em 24 horas. A ocorrência de PSE pode ser predita se o pH se encontrar abaixo de 5,8 em menos de quatro horas após a morte. Quando a carne é PSE, o pH muscular pode chegar a 5,8 em apenas 15 minutos *post mortem* (OLIVO *et al.*, 2001). Com pH final em torno de 5,8 e temperatura muscular ainda acima de 35°C, ocorre desnaturação das proteica (SOSNICKI *et al.*, 1998).

O ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, quando há equilíbrio total entre a quantidade de cargas positivas e negativas, fica em torno do pH 5,8. Neste ponto ocorre diminuição da repulsão eletrostática entre os filamentos, que, em combinação com a temperatura muscular da carcaça acima de 35°C, provoca a desnaturação das proteínas musculares (LARA, 2003), com consequente encolhimento das miofibrilas e colapso estrutural. Guarnieri *et al.* (2004) observaram,

por eletromicroscopia, supercontração dos sarcômeros, linhas Z fragmentadas, bandas A e I desorganizadas, e foi constatado o desaparecimento da linha M. Estes fenômenos explicam a palidez, flacidez e baixa CRA observada.

A perda da capacidade de retenção de água traduz-se em perda das propriedades funcionais. As proteínas são as principais responsáveis pelas características funcionais das matérias-primas cárneas (FELÍCIO, 1986, SOARES, 2003, LARA, 2003, SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006, KISSEL *et al.*, 2009). Alguns produtos industrializados necessitam de ingredientes para compensar estas perdas (KISSEL *et al.*, 2009). Desta forma, fica difícil estimar quanto se perde com a incidência de carnes PSE utilizadas para a produção de industrializado, visto que ingredientes já são adicionados normalmente para se evitar um produto indesejável.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PERÍODO E LOCAL

O projeto de pesquisa foi realizado no verão, de novembro de 2011 a março de 2012, em um frigorífico na região Oeste do Paraná. As coletas foram realizadas entre 09h00min e 18h00min, a fim de evitar mudanças bruscas de temperatura. Durante a realização do experimento a temperatura média ambiental foi de $28,7 \pm 2,6$ °C e a umidade relativa média foi de $53,8 \pm 9\%$, em dias chuvosos ou de temperaturas atípicas os experimentos não foram conduzidos.

4.2 DESENVOLVIMENTO DO NOVO PROTÓTIPO DE CARROCERIA DE CAMINHÃO PARA TRANSPORTE DE FRANGOS VIVOS

Um caminhão protótipo foi desenvolvido com a instalação de defletores, ventarolas que visam aumentar a circulação de ar no interior da carga, melhorando a sensação térmica e bem-estar das aves conforme apresentado na figura 4. Cada defletor possuía 15 cm de comprimento por 150 cm de altura. Após o fim do carregamento do caminhão, os defletores instalados eram abertos por uma alavanca e permaneciam assim durante todo o trajeto até o abatedouro.

Figura 4 - Foto do protótipo de carroceria de caminhão desenvolvido.



Fonte: SPURIO, R. S. Em destaque os defletores de ar instalados, quatro em cada lateral.

4.3 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

Foram avaliados dois tipos de caminhões para transporte dos frangos da granja até o abatedouro: Caminhão comum (C), pertencente ao próprio abatedouro e sem nenhuma modificação, e caminhão protótipo (P), pertencente ao próprio abatedouro, mas com as modificações descritas acima. Os caminhões possuíam o mesmo comprimento, largura e altura, sendo carregados com o mesmo número de caixas. Cada caixa continha oito frangos, totalizando aproximadamente 3.736 frangos por caminhão. Os caminhões foram conduzidos sempre pelos mesmos motoristas, com velocidade máxima de 80 km/h.

Os tratamentos experimentais foram:

- 1) Caminhão comum sem aplicação de banho após o carregamento das aves (C);
- 2) Caminhão comum com aplicação de banho após o carregamento das aves (CB);

- 3) Caminhão protótipo sem aplicação de banho após o carregamento das aves (P);
- 4) Caminhão protótipo com aplicação de banho após o carregamento das aves (PB).

A aplicação do banho variou conforme os recursos disponibilizados pelo aviário, podendo ser em forma de portais (similares a chuveiros, vide figura 1) ou com mangueiras, aplicando manualmente. Os portais consistiam de estruturas com canos de PVC com furos. O tempo mínimo de banho foi de 7 minutos e o máximo de 10 minutos.

4.4 DISTÂNCIA DE TRANSPORTE

A distância média de transporte da granja até o abatedouro foi de 48 ± 14 km percorridos sempre em estradas de condições similares.

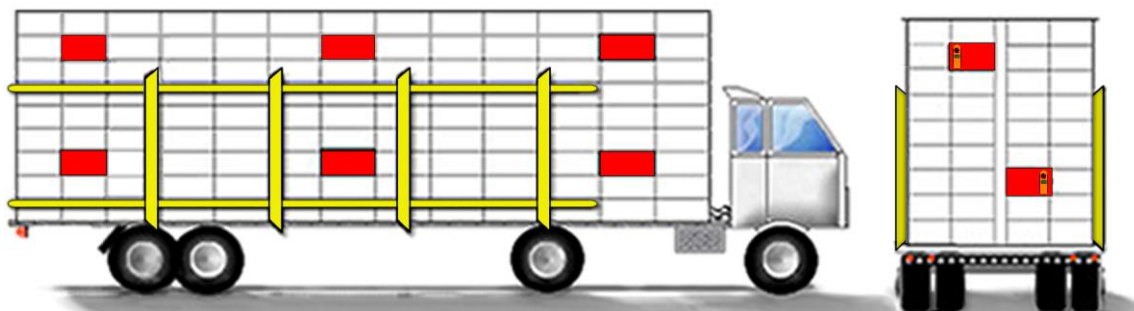
4.5 CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE DOS CAMINHÕES

Para acompanhar o microambiente dos caminhões durante o transporte foram obtidas temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), ventilação (m/s) e sensação térmica (dada por °C e calculada com base na relação entre temperatura do bulbo seco e umidade relativa) utilizando aparelhos registradores (termohigroanemômetros marca Nielsen-Kellerman, modelo Kestrel 4000) configurados para salvar um registro a cada 30 segundos.

Estes foram inseridos nas caixas posicionadas em seis pontos diferentes do caminhão: áreas frontal (2ª coluna), mediana (7ª coluna) e traseira (12ª coluna), tendo em cada região dois registradores, um localizado na terceira caixa (ordem vertical crescente) e outro na oitava caixa (penúltima), ambas colunas internas, conforme representados na Figura 5.

A rastreabilidade era possível mediante ficha de acompanhamento (apêndice a).

Figura 5 - Localização dos aparelhos registradores.



Fonte: SPURIO, R. S. Ilustração do protótipo. Defletores em amarelo. Os registradores foram inseridos nas caixas vermelhas. Notar posicionamentos das caixas em relação aos defletores.

4.6 ÍNDICE DE MORTE NA CHEGADA

O índice de morte na chegada foi avaliado na etapa de pendura das aves, por meio de contagem direta do número de aves mortas.

4.7 ABATE

Os frangos foram abatidos no frigorífico seguindo as etapas de espera, descarregamento, pendura, insensibilização elétrica, sangria, escaldagem, depenagem, evisceração e resfriamento em *chillers* por 72 ± 2 min. Após estas etapas, foram coletados aleatoriamente 250 filés de peito frango (músculos *Pectoralis major* direito e esquerdo) de cada tratamento acompanhado, armazenados por no mínimo 24 h em câmara fria de temperatura menor que 4°C.

4.8 MEDIDAS DE PH

As medidas de pH foram realizadas após 24 h utilizando potenciômetro de contato (marca Testo modelo 205) com temperatura de até 4°C. O ponto de inserção do eletrodo foi a porção cranial da face interna do músculo, conforme descrito por Boulianne e King (1995), metade direita, com penetração até a metade de sua espessura (figura 6).

Figura 6 - Análise de pH destacando local inserção e profundidade de penetração do eletrodo no filé de frango.



Fonte: SPURIO, R. S.

4.9 COLORIMETRIA

Realizou-se a colorimetria, nas mesmas amostras de determinação do pH, por colorímetro portátil (marca Minolta[®], Modelo CR400) com iluminação d/8 e iluminante D65. As medidas de cor foram realizadas em três diferentes pontos na face interna do músculo *Pectoralis major* 24 h *post mortem* (Figura 7).

Os valores de L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) foram expressos conforme o sistema de cor CIELab.

Figura 7 - Avaliação de cor do filé de frango com colorímetro portátil minolta, ilustrando o local da determinação.



Fonte: SPURIO, R. S.

4.10 CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS

Os filés de peito de frango foram classificados como PSE ou Normal baseado na associação dos valores de pH e L^* , conforme metodologia descrita por Soares (2003). Filés com valores de $\text{pH} \leq 5,80$ e $L^* \geq 53$ foram classificadas como PSE. Filés com valores de $5,80 < \text{pH} \leq 6,00$ e $44 < L^* < 53$ foram classificados como “normais”.

4.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O programa *Statistica* for Windows versão 8.0 foi utilizada para análise dos resultados. Foram realizadas quatro repetições para cada um dos quatro tratamentos, totalizando 16 parcelas. O teste de *Tukey* a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) foi aplicado para comparar os quatro tratamentos experimentais, com relação à temperatura, umidade relativa, ventilação, sensação térmica, índice DOA e incidência de PSE. O teste *t-Student* a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) foi aplicado

para comparação dos parâmetros temperatura, umidade relativa e sensação térmica externas (ambiental) e internos (carroceria).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPORTADORES DE FRANGO. Relatório Anual ABEF 2008/2009. São Paulo: Departamento de informação e estatística da ABEF. 2009.

BARBUT, S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International*, Essex, v.26, n.1, p. 39-43, 1993.

BARBUT, S. 1997. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* v.38 p. 355–358.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *Poultry Science*, Ithaca, v.72, p.116-124, 1993.

BENDALL, J. R.; WISMER-PEDERSEN, J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. *Journal of Food Science*, Chicago, v.24, p.144-457, 1962.

BENDALL, J. R.; SWATLAND, H. J. A review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, Oxford, v.24, p.85-126, 1988.

BERTOL, T. M. Effects of dietary supplementation with L-carnitine and fat on blood acid-base responses to handling in slaughter weight pigs. *Journal of Animal Science*, New York, v. 83, n. 3, p. 75-81, 2005.

BERAQUET, N. Influência de fatores ante e *post mortem* na qualidade da carne de aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícolas*, n.1, p.155-166, 1999.

BOULIANNE, M; KING, A. J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. *Poultry Science*, Champaign, v. 74, n. 11, p. 1693-1698, 1995.

BRESSAN, M.C.; BERAQUET, N., J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. *Revista Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v.26, n.5, p.1049-1059, 2002.

BRESSAN, M. C. Como diminuir o estresse causado pela apanha, transporte e abate visando o bem-estar de frangos. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003, Campinas. Anais: Campinas: FACTA, p. 255-268, 2003.

CANDEK-POTOKAR, M.; ZLENDER, B.; FEFAUCHER, L.; BONNEAU, M. Effects of age and/or weight at slaughter on *longissimus dorsi* muscle: biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Science*, Barking, v.48, n.3/4, p.287-300, 1998.

CHEAH, K. S.; CHEAH, A. M. Skeletal muscle mitochondrial phospholipase A2 and the interaction of mitochondrial and sarcoplasmic reticulum in porcine malignant hyperthermia. *Biochimica Biophysica Acta*, Amsterdam, v.638, p.40-49, 1981.

CHEAH, K. S.; CHEAH, A. M.; CROSLAND, A. R.; CASEY, J. C.; WEBB, A. J. Relationship between Ca²⁺ release, sarcoplasmic Ca²⁺, glycolysis and meat quality in halothane-sensitive and halothane-insensitive pigs. *Meat Science*, Barking, v.10, n.2, p.117-130, 1984.

DROVAL, A. A.; BINNECK E.; MARIN S. R.; PAIÃO F. G.; OBA A.; NEPOMUCENO, A. L.; SHIMOKOMAKI, M. A new single nucleotide polymorphism in the ryanodine gene of chicken skeletal muscle. *Genetics and molecular research* v2 p.821-829, 2012a

DROVAL, A. A.; BENASSI, M. T.; ROSSA, A.; PRUDENCIO, S. H.; PAIAO, F. G.; SHIMOKOMAKI, M. Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. *Journal of Applied Poultry Research (Print)*, v. 21, p. 502-507, 2012b.

ELROM, K. Handling and transportation of broilers: Welfare, stress, fear and meat quality. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, Israel v. 55, n. 2, 2000.

FELÍCIO, P. E. O ABC do PSE/DFD. *Alimentos & Tecnologia*. São Paulo, v.2, n.10, p.54-57, 1986.

FIGUEIREDO, E. A.P.; ALBINO, J. Abate e cortes tradicionais de aves para o consumo caseiro. In: EMBRAPA SUÍNOS E AVES. *Instrução Técnica para o Avicultor: Área de Comunicação Empresarial*. Concórdia, SC, Brasil, 1999.

FONSECA, N. A. N.; BRIDI, A. M.; BRUNELLI, S. R.; PINHEIRO, J. W.; SILVA, C. A.; CONSTANTINO, C.; TARSITANO, M. A.; CASTRO, L. M.; ZANCANELA, V.; SETE, C.; KAMEI, L. M. Avaliação do tempo de jejum pré-abate em frangos de corte. In: *Zootec 2008*, 2008, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: UFB/ABZ 2008.

FUJII, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; LEON, S.; KHANNA, V. K.; WEILER, J. E.; O'BRIEN, P. J.; MACLENNAN, D. H. Identification of mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Poultry Science*, Washington, v.253, p.448-451, 1991.

GARCIA, R. G., CALDARA, F. R., VARGAS Jr., F. M., GRACIANO, J. D., FREITAS, L. W., SCHINGEL, A. W., MARIN, D., AMADORI, A. E. Jejum alimentar pré-abate no rendimento e qualidade de carcaça de frangos de corte tipo griller. *Agrarian*, v.1, n.2, p.113-121, 2008.

GUARNIERI, P. D., SOARES, A. L., OLIVO, R., SCHNEIDER, J. P., MACEDO, R. M., IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Preslaughter handling with water shower spray inhibits PSE (Pale, Soft, Exudative) broiler breast meat in a commercial plant. *Biochemical and Ultrastructural observations*. *Journal Food Biochemistry*, Trumbull, v.28 n.3, p.269-277, 2004.

HUNTER, R. R.; MITCHELL, M. A.; MATHEU, C. Distribution of 'dead on arrivals' within the bio-load on commercial broiler transporters: correlation with climate conditions and ventilation regimen. *British Poultry Science* v.38 Supplement S7-S9, 1997.

KANNAN, G.; HEATH, J. L.; WABECK, C. J.; SOUZA, M. C. P.; HOWE, J. C.; MENCH, J.A. Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers. *Poultry Science*, Champaign, v.76, n.4, p.523-529, 1997.

KETTLEWELL P. J.; MITCHELL M. A. Mechanical ventilation: improving the welfare of broilers during transport. *Silsoe Research Institute*, Bedford, 2000.

KETTLEWELL, P. J.; HOXEY, R. P.; HAMPSON, C. J; GREEN, N. R.; VEALE, B. M.; MITCHELL, M. A. Design and operation of a prototype mechanical ventilation system for livestock transport vehicles. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.79, n.4, p.429-439, 2001.

KISSEL, C., SOARES, A. L., ROSSA, A., SHIMOKOMAKI, A. Functional Properties of PSE (Pale, Soft, Exudative) Broiler Meat in the Production of Mortadella. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. v.52 special: pp213-217, Nov. 2009

LARA, J. A. F. ; M. C. LEDUR ; A. L.NEPOMUCENO ; SHIMOKOMAKI, M., Estresse Térmico e Incidência de Carne PSE em Aves. In: Conferência APINCO, Campinas. Anais: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 04,. 15-15, 2002.

LARA, J. A. F. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) em frangos. Ocorrência de mutações no gene receptor da rianodina. 101p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, 2003

LANGER, R. O. S., SIMÕES, G. S., SOARES, A. L., OBA, A., ROSSA, A., SHIMOKOMAKI, M. IDA, E. I. Broiler transportation conditions in a Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and DFD-like (Dark, Firm, Dry) meat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba. v.53, no.5, p.1161-1167, 2010.

LESIÓW, T.; KIJOWSKI, J. Impact of PSE and DFD meat on poultry processing. A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, Olsztyn, v. 12/53, n. 2, p. 3-8, 2003.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia – FUNEP, 1994.

McCURDY, R. D.; BARBUT, S.; QUINTON, M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast muscle. *Food Research International*, Essex, v.29, n.3/4, p.363-366, 1996.

McKEE, S. R.; SAMS, A. R. Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics. *Poultry Science*, v.77, n.1, p.169-174, 1998.

MITCHELL, G.; HEFFRON, J.J.A. Porcine stress syndromes. *Advance in Food Research*, v.28, p.167-279, 1982.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J.; MAXWELL, M.H. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. *Animal Welfare*, London, v.1, p.91-103, 1992.

MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problem! *Poultry Science*, v.77, p.1803-1814, 1998.

MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. The poultry transport thermal environment-matching "on board" conditions to the birds physiological requirements. In: *Annual Australian PouLcBry Science Symposium*, Sydney, p.175-178, 2004.

MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. Welfare of Poultry during transport. In: *Poultry Welfare Symposium*, Cervia, Italy, p. 90-100, 2009.

NIJDAM, A. P.; LAMBOOIJ; E., DECUYPERE, E.; STEGEMAN, J. Factors influencing bruises and mortality of broilers during catching, transport, and lairage. *Poultry Science*, V. 83, n. 9, p.1610-1615, 2004.

NIJDAM, E.; ZAILAN, A.R.M.; VAN ECK; J.H.H.; DECUYPERE, E AND STEGMAN, J.A. Pathological features in dead on arrival broilers with special reference to heart disorders. *Poultry Sci.*, 85: 1303-1308, 2006.

NORTHCUTT, J. K. Factors affecting poultry meat quality. *Cooperative Extension Service Bulletin*, 1157p. The University of Georgia College of AgricuLcBural & Environmental Sciences. 1997.

NORTHCUTT, J. K. Preslaughter factors affecting poultry meat quality. In: A. R. SAMS, *Poultry Meat Processing*, ed. CRC Press, Boca Raton, p.5-18, 2001.

OBA, A.; ALMEIDA, M.; PINHEIRO, J. W.; IDA, E. I.; MARCHI, D. F.; SOARES, A. L.; SHIMOKOMAKI, M. The effect of management of transport and lairage conditions on broiler chicken breast meat quality and DOA (Death on Arrival). *Braz. arch. biol. technol.* [online]. 2009, vol.52, n.spe, pp. 205-211. ISSN 1516-8913. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132009000700026> Acesso em 12 de Julho de 2012.

ODA, S.H.I.; NEPOMUCENO, A.L; LEDUR, M.C.; OLIVEIRA, M.C.N.; MARIN, S.R.R.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. (2009), Quantitative differential expression of alpha and beta ryanodine receptor genes in PSE (Pale, Soft, Exudative) meat from two chicken lines: broiler and layer. *Brazilian Archives Biology and Technology*, Curitiba, v. 52, n. 6, p.1519-152, 2009.

OLIVEIRA, R.; DONZELE, J.; ABREU, M.; FERREIRA, R.; VAZ, R.; CELLAS, P. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento

de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Carnes: no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: Imprint, 2001.

OLIVO, R.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Dietary Vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat function properties. Journal of Food Biochemistry, Trumbull, v.25, n.4, p.271-283, 2001.

OLIVO, N, OLIVO, R. O mundo das carnes: Ciência, Tecnologia & Mercado. 3^oed. Criciúma. Editora Varela, 2006.

OWENS, C. M.; McKEE, S. R.; MATTHEUS, N. S.; SAMS, A. R. The development of pale, exudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening. Poultry Science, v.79, p.430-435, 2000.

PATIENCE, J. F. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. Journal of Animal Science, Albany, v.68, p.398-408, 1990.

PETRACCI, M.; FLETCHER, D. L.; NORTHCUTT, J. K.; The effects of holding temperature on live shrink, processing yield, and breast meat quality of broiler chickens. Poultry Science, Ithaca, v.80, p.670-675, 2001.

PETRACCI, M., BIANCHI, M., CAVANI, C., GASPARI, P., LAVAZZA, A. Preslaughter mortality in broiler chickens turkeys and spent hens during commercial slaughtering. Poultry Science, Champaign, v.85, p. 1660-1664, 2006.

ROSA, P. S.; ÁVILA, V. S.; JAENISCH, F. R. F. Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar suas potencialidades. In: EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Comunicado técnico. n. 250, p.1-4., Concórdia, SC, Brasil. 2000.

RURAL BR: Cotação de Frango Vivo de 16/10/2012. Disponível em <<http://cotacao.ruralbr.com.br/preco/frango.html>> Acesso em 16/10/2012.

SAMS, A. R. Meat quality during processing. Poultry Science, v.78, p.798-803, 1999.

SAVENIJE, B.; LAMBOOIJ, E.; GERRITZEN, M. A.; VENEMA, K.; KORF, J. Effects of feed deprivation and transport in preslaughter blood metabolites, early post mortem muscle metabolites and meat quality. Poultry Science, Champaign, v.81, n.5, p.699-708, 2002.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes. São Paulo. Editora Varela, 2006.

SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: O caso da avicultura de corte Brasileira. Archivos de Zootecnia v. 59(R), p.113-131. 2010.

SILVA, J. A. O.; SIMÕES, G. S.; ROSSA, A.; OBA, A.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Manejo pré-abate de transporte e banho sobre a incidência de mortalidade de frangos de corte. Semina: Ciências Agrárias n. 2, v. 32, p. 795-800, 2011.

SIMÕES, G. S. Microambiente térmico no transporte de frangos no verão e inverno e ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e análogo ao DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito (*Pectoralis major*). 2009. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2009a.

SIMÕES, G. S.; OBA, A.; MATSUO, T.; ROSSA, A., SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. Microambiente térmico no transporte de frangos no verão e ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) em filés de peito de frango. Anais do Prêmio Lamas. FACTA: Porto Alegre, 2009b.

SIMÕES, G. S.; ARISTIDES, L. J. A.; BAMPI, V.; SOARES, A. L.; OBA, A. IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Estratégia para controle de perdas na indústria da carne de frango. Avicultura Industrial (Itu), n.4, p.40-51, 2010.

SOARES, A. L.; LARA, J. A. F.; IDA, E. I.; GUARNIERI, P. D.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Variation in the color of brazilian broiler breast fillet. In: International Congress of Meat Science and Technology, v.48, .p.540-541, Proceedings, Roma, 2002.

SOARES, A. L. PSE (*Pale, Soft, Exudative*) em frangos: Implementação de parâmetro de cor e avaliação bioquímica e estrutural do filé (*Pectoralis Major*). 2003. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2003.

SOSNICKI, A. A. The domestic turkey: A model of the impact of selection production practices on meat quality. In: OUALI, A.; DEMEYER, D. I.; SMULDERS, F. J. M. Expression of Tissue Proteinases and Regulation of Protein Degradation as Related to Meat Quality. p.363–380, 1995.

SOSNICKI, A. A.; GREASER, M. L.; PIETRZAK, M.; POSPIECH, E.; SANTE, V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys; a review. Journal Muscle Food, Trumbull, v.9, n.1, p.13-23, 1998.

SWATLAND, H. J. On line evaluation of meat. Lancaster: Technomic, 343p.,1995.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. UBABEF. Relatório Anual UBABEF 2010/2011. Departamento de informação e estatística da UBABEF. São Paulo: União Brasileira de Avicultura, 2011. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=2761>>. Acesso em: 01 de jul. 2012.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. UBABEF. Relatório Anual UBABEF 2012 Departamento de informação e estatística da UBABEF. São Paulo: União Brasileira de Avicultura, 2012. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293>>. Acesso em: 03 de jul. 2012.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. USDA: Livestock and Poultry: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Service, Estados Unidos, 2012. Disponível em < http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2012/livestock_0412.pdf > Acesso 03 jul. 2012.

VECEREK, V.; GRBALOVA, S.; VOŠLAROVA, E.; JANACKOVA, B.; MALENA, M. Effects of travel distance and the season of the year on death rates of broilers transported to poultry processing plants. *Poultry Science*, v.85, p.1881-1884, 2006.

WEEKS, C.; NICOL C. Poultry handling and transport. In: T. Grandin, *Livestock handling and transport, USA*, CABI Publishing, 2ed., 2000.

WISMER-PEDERSEN, J. Quality of pork in relation to rate of pH change post mortem. *Food Research, Champaign*, v.24, p.711-726, 1959.

WOELFEL, R. L.; OWENS, C. M.; HIRSCHLER, E. M.; MARTINEZ-DAWSON, R.; SAMS, A. R. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science, Champaign*, v.81, n.4, p.579-584, 2002.

ZIOBER, I.L.; PAIÃO, F.G.; MARIN, S. R.R.; MARCHI, D.F.; BINNECK, E.; NEPOMUCENO, A.L.; COUTINHO, L.L.; SHIMOKOMAKI, M. Molecular cloning of α RyR hotspot region 1 from broiler chicken. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52, 225-231, 2009.

ZIOBER, I.L.; PAIÃO, F.G.; MARCHI, D.F.; COUTINHO, L.L.; BINNECK, E.; NEPOMUCENO, A. L.; SHIMOKOMAKI, M. Heat and chemical stress modulate the expression of the α RyR gene in broiler chickens. *Genetics and Molecular Research*. 9(2): 1258-1266, 2010.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos serão apresentados no formato de artigo científico.

6.1 ARTIGO CIENTÍFICO

MELHORIA DO BEM-ESTAR ANIMAL DURANTE TRANSPORTE E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO

¹Spurio, R. S.; ¹Soares, A. L.; ³Silveira Jr., V.; ²Carvalho, R. H.; ²Kato, T.;
⁴Rossa, A.; ⁴Grespan, M.; ²Shimokomaki, M.

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, CEP 86051-970, Londrina-PR, Brasil. ²Programa de Mestrado Profissional, Universidade Tecnológica Federal, Campus Londrina, Londrina, PR, Brasil. ³Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas, SP, Brasil. ⁴Cooperativa Agroindustrial Consolata, CEP 85415-000, Cafelândia-PR, Brasil.

Email: mshimo@uel.br

RESUMO

A avicultura é um importante setor da economia brasileira, com alta produtividade, mas grandes perdas principalmente devido à influência negativa do momento pré-abate no bem-estar animal, traduzida em morte na chegada (DOA) e índice PSE. O transporte tem sido considerado o maior causador devido calor e umidade excessivos. O objetivo do trabalho é testar um protótipo de baixo custo, consistindo-se na instalação de defletores de ar medindo 15 x 150 cm, verticalmente posicionados nas laterais do caminhão, caracterizar seu microambiente e examinar a qualidade da carne. Foram inseridos registradores de dados nas caixas, fornecendo temperatura, umidade relativa do ar, ventilação e sensação térmica microambientais. Para qualidade de carne, classificou-se o peito como PSE ou normal pela combinação de pH e cor. Após descarga, foi determinado o índice DOA. As cargas foram divididas em quatro tratamentos experimentais: Transporte em caminhão comum (C), transporte em caminhão comum e aplicação de banho na saída da granja (CB), transporte por protótipo (P) e transporte por protótipo e banho (PB). Verificou-se que em P e PB houve melhoria do bem-estar animal pela redução média de 54% na incidência de PSE. Nestes, as condições do meio e traseira da carroceria se mostraram similares à frente e ao ambiente externo. PB também teve sua umidade relativa reduzida em relação à CB. Apesar da melhoria, não houve

influência sobre DOA, evidenciando participação mais significativa de outros fatores estressantes além do calor no transporte.

Palavras-chave: Qualidade da carne, bem-estar animal, carne PSE, estresse térmico.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos observou-se um crescimento na produção e consumo mundial de carne de frangos, que hoje ocupa a segunda posição em produção entre as carnes (USDA, 2012). O Brasil é o maior exportador mundial da carne de frango e de 1996 até 2010, passou a exportar sete vezes mais (UBABEF, 2011). Da participação de receita entre as carnes, o frango ocupa o primeiro lugar com 51%, equivalente a de US\$ 6,808 milhões, seguido da carne bovina com 36% do total da participação (UBABEF, 2012).

O setor sofre perdas econômicas em detrimento da alta produtividade. Um dos principais problemas com relação à qualidade da carne é o desenvolvimento da característica PSE (*Pale, Soft, Exudative*), que são carnes excessivamente pálidas, flácidas e exsudativas, diretamente relacionada com o bem-estar animal, causando prejuízos anuais de US\$ 30 milhões para a economia nacional e mais de US\$ 200 bilhões anuais para a indústria mundial (SHIMOKOMAKI, 2012).

Dentre as etapas pré-abate, o transporte destaca-se como principal estressor. Fatores como aceleração, vibrações, impactos, e ruídos forçam respostas adaptativas dos animais e por isso são determinantes para a ocorrência do estresse térmico (NICOL & SCOTT, 1990; WARRIS *et al.*, 1993; MITCHELL & KETTLEWELL, 1998; KETTLEWELL *et al.*, 2001; SIMÕES *et al.*, 2009), aumentando o calor e umidade relativa e piorando ainda mais as condições desta etapa inevitável (PATIENCE, 1990; BELAY E TEETER, 1993; MACARI *et al.* 1994; BRESSAN *et al.* 2003; OLIVEIRA *et al.* 2006), que pode durar mais de uma hora.

Os estresse a que são submetidos os animais desencadeia uma série de eventos bioquímicos que resultarão na perda da qualidade da carne, traduzida pela característica PSE. A acidificação muscular causada pelo esgotamento energético e rápida glicólise *post mortem* enquanto a carcaça ainda está quente permitirá a

desnaturação das proteínas (WISMER-PEDERSEN, 1959) e consequente exsudação (OLIVO *et al.*, 2001). A palidez é causada pela difusão da luz refletida pela superfície muscular (BENDALL & SWATLAND, 1988; SWATLAND, 1995; LARA, 2003). Esta anomalia muscular prejudica padronização de qualidade dos mais variados produtos industrializados (BARBUT, 1997; LARA *et al.*, 2002; KISSEL *et al.*, 2010), sendo também associada à recusa do produto *in natura* no momento da compra e consumo (BRESSAN & BERAQUET, 2002, DROVAL *et al.*, 2012a). A fisiologia indica, portanto, que a incidência de PSE é um parâmetro de medida de bem-estar.

Durante o transporte, os animais tem dificuldade em manter a homeostase e o balanço energético (SAVENIJE *et al.*, 2002, BRESSAN *et al.*, 2003), que pode estar prejudicado pelo tempo de jejum, idealmente de oito a 12 horas (ROSA *et al.*, 2000), resultando no falecimento do animal, contabilizado por DOA (*Dead on Arrival*), que é a chegada do animal morto no abatedouro, tendo saído vivo da granja.

Pouco fluxo de ar através da estrutura do caminhão resulta em acúmulo de calor e umidade, sendo as regiões do meio e traseira da carroceria os locais que mais prejudicam o bem-estar dos frangos com consequente piora da qualidade da carne. Nestas regiões, a incidência de PSE foi significativamente maior que na região frontal (SIMÕES *et al.* 2010), reforçando a ideia de relação entre PSE e bem-estar. Portanto, sugere-se que a melhoria na ventilação na carroceria do caminhão para o transporte de frangos pode amenizar os problemas decorrentes do estresse térmico (MITCHELL & KETTLEWELL, 2009).

Assim, o objetivo do trabalho foi testar um protótipo de carroceria de caminhão que fornece maior ventilação passiva durante o transporte de frangos, caracterizar seu microambiente e correlacionar com bem-estar e qualidade da carne, e morte na chegada.

MATERIAL E MÉTODOS

Protótipo de carroceria

Uma carroceria de caminhão foi modificada com a instalação de oito defletores de ar, quatro posicionados em cada lateral, com a finalidade de acrescer a circulação de ar no interior da carga, melhorando a sensação térmica e bem-estar

das aves. Cada defletor possuía 15 cm de comprimento por 150 cm de altura, conforme figura 8, com abertura máxima de 45°.

Figura 8 - Foto da vista lateral do protótipo de carroceria e esquema de posição dos defletores.



Fonte: SPURIO, R. S. As figuras embebidas mostram posição de instalação dos defletores (em amarelo, embaixo) e posição dos aparelhos registradores (caixas vermelhas). Dimensões na figura em destaque à direita.

Condições de coleta

A pesquisa foi realizada no verão, de novembro a março, em um frigorífico na região Oeste do Paraná. Durante a realização do experimento a temperatura média ambiental foi de $28,7 \pm 2,6$ °C e a umidade relativa média foi de $53,8 \pm 9\%$. Em dias chuvosos ou de temperaturas atípicas os experimentos não foram conduzidos.

Tratamentos experimentais

As coletas foram realizadas no verão em aviários integrados de um frigorífico comercial e transportados em dois tipos de caminhão idênticos exceto pela modificação: caminhão comum utilizado normalmente no frigorífico e caminhão protótipo. Os tratamentos experimentais foram: 1) Caminhão comum sem aplicação de banho antes do transporte (C); 2) caminhão comum com aplicação de banho antes do transporte (CB); 3) caminhão protótipo sem aplicação de banho antes do

transporte (P) e 4) caminhão protótipo com aplicação de banho antes do transporte (PB), com quatro repetições cada, totalizando 16 parcelas.

Os frangos foram transportados por a 48 ± 14 km até o frigorífico.

Caracterização do Microambiente

Para caracterização do microambiente foram instalados seis registradores de dados (termohigroanemômetros marca Nielsen-Kellerman, modelo Kestrel 4000), em três regiões diferentes da carroceria dos caminhões: Frontal (F), Mediana (M) e Traseira (T), conforme esquema no destaque da figura 8, dos quais foram obtidos os dados de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), ventilação (m/s) e sensação térmica das aves (°C, com base no cálculo de umidade relativa e temperatura do bulbo seco) durante o transporte, configurados para uma tomada a cada 30 segundos. A rastreabilidade era possível mediante ficha de acompanhamento (apêndice a).

Índice de DOA

O índice de DOA foi quantificado na etapa da pendura das aves por meio de contagem direta do número de aves mortas que chegaram ao frigorífico.

pH

Após abate sob condições comerciais, 250 filés de frango (músculo *Pectoralis major*) de cada tratamento foram coletados e armazenados sob temperatura menor que 4°C por 24 h para determinação de pH utilizando potenciômetro de contato (marca Testo modelo 205), com inserção na face interna conforme descrito por Boulianne e King (1995), porção cranial da metade direita.

Colorimetria

A cor foi obtida por um colorímetro (marca Minolta, Modelo CR400) com iluminação d/8 e iluminante D65. Os valores de L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) foram expressos conforme o sistema de cor CIELab.

Classificação

Os filés de peito de frango foram classificados como PSE ou “normal” baseado nas avaliações de pH e média de L^* , conforme metodologia descrita por Soares (2003). Assim, filés com valores de $\text{pH} \leq 5,80$ e $L^* \geq 53$ foram classificadas como PSE, e filés com valores de $5,80 < \text{pH} \leq 6,00$ e $44 < L^* < 53$ foram classificados como “normais”.

Análise estatística

O programa *Statistica* versão 8.0 foi utilizado para análise dos resultados. O teste de *Tukey* a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) foi aplicado para comparar os quatro tratamentos experimentais com relação a temperatura, umidade relativa do ar, ventilação, sensação térmica, índice de DOA e incidência de PSE. O teste *t-Student* a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) foi aplicado para comparação entre o ambiente e cada tratamento experimental com relação à temperatura, umidade relativa do ar e sensação térmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparação microambiental dos tratamentos

A Tabela 1 contém os resultados das médias de temperatura, umidade relativa do ar e sensação térmica, obtidas durante o transporte dos caminhões comum e protótipo, comparando-os aos parâmetros ambientais.

Observa-se que no caminhão comum sem banho (C), a temperatura foi $2,9^{\circ}\text{C}$ maior ($p \leq 0,05$) que a temperatura ambiental, devido à aglomeração de animais, que apresentam uma temperatura corporal de $37,6^{\circ}\text{C}$, contribuindo para o aumento da carga térmica no caminhão, e falta de ventilação. Não houve diferença entre a umidade relativa do caminhão (C) e do ambiente (A), entretanto, a sensação térmica foi $4,3^{\circ}\text{C}$ maior para o caminhão comum (C) quando comparado ao ambiente.

Este fato evidencia a condição estressora do microambiente no interior do caminhão, pior que o exterior, conduzindo a maior intensidade da resposta adaptativa do animal, com maior gasto energético, produção de calor e umidade,

agredindo o bem-estar dos frangos e impactando negativamente a qualidade da carne, estado que tende a piorar quanto mais longo for o período de transporte.

Tabela 1 - Comparativa de temperatura (T), umidade relativa (UR) e sensação térmica (ST) médias durante o transporte entre o ambiente externo (A) e tratamentos comum sem banho (C) e comum com banho (CB) e para os caminhões protótipo sem banho (P) e protótipo com banho (PB).

	A	C	A	CB	A	P	A	PB
T (°C)	26,3 ^a ± 1,6	29,2 ^b ± 0,9	30,3 ^C ± 3,0	28,4 ^C ± 0,9	28,7 ^x ± 2,4	28,5 ^x ± 2,9	29,9 ^W ± 2,8	25,4 ^W ± 3,4
UR (%)	62,3 ^a ± 6,5	58,9 ^a ± 7,7	54,0 ^C ± 7,1	85,4 ^D ± 7,3	50,4 ^x ± 8,7	52,6 ^x ± 7,7	46,1 ^W ± 4,6	74,6 ^W ± 19,6
ST (°C)	27,8 ^a ± 2,20	32,15 ^b ± 2,31	32,32 ^C ± 3,98	35,05 ^C ± 1,56	29,62 ^x ± 3,10	30,49 ^x ± 5,23	30,60 ^W ± 3,20	27,7 ^W ± 4,4

a-b, C-D, x-y, W-Z

Médias seguidas por letras diferentes na linha para cada tratamento diferem estatisticamente pelo teste *t-Student* ($p \leq 0,05$).

A temperatura não diferiu entre o caminhão comum com banho (CB) e o ambiente (A), indicando que a aplicação do banho contribuiu para evitar o aumento da temperatura da carroceria, no entanto, proporcionou um aumento de 31,5% na umidade relativa quando comparado ao ambiente externo. Simões *et al.* (2009) também verificaram aumento de umidade com redução de temperatura significativa na distância de 15 km, ao mesmo tempo em que houve redução de PSE nas distâncias mais longas quando o banho foi aplicado. Não mostrando piora na sensação térmica, a UR em CB provavelmente foi compensada pelo equilíbrio da temperatura interna que foi mantida similar à externa, fazendo com que a sensação térmica se mantivesse igual à do ambiente. O tratamento C não foi capaz de obter o mesmo sucesso. A aplicação do banho após o carregamento mostrou ser uma etapa importante para melhoria do bem-estar animal durante o transporte, fato notado que também foi observado por outros autores (SIMÕES *et al.*, 2009, LANGER *et al.*, 2010), com variação da eficiência relacionada à distância.

O caminhão protótipo sem banho (P) não apresentou diferenças significativas nos parâmetros de temperatura, umidade relativa e sensação térmica quando comparado ao ambiente, indicando que na nova carroceria desenvolvida há melhora na carga térmica, pois mesmo na aglomeração de mais de 3.736 animais (8 aves

por caixa) com temperatura corporal de 37,6 °C, não houve aumento na temperatura interna do caminhão. Portanto, a inclusão de defletores nas laterais da carroceria provavelmente contribuiu para a melhor dissipação do calor no interior do caminhão, mantendo-o igual ao ambiente sem a necessidade de banho.

Quando na aplicação de banho no caminhão protótipo (PB), não se observa umidade relativa maior que a do ambiente, fato que não se ocorre em CB, indicando melhor evaporação proporcionada pela inclusão dos defletores. O alto desvio-padrão da umidade relativa (19,55%) também influenciou no resultado da sensação térmica. Este desvio deve-se provavelmente à falta de padronização na aplicação do banho nos diferentes aviários e ao próprio tratamento. Para todos os parâmetros obtidos de PB observa-se grande desvio padrão (13 a 26% dos dados), reforçando a hipótese de que há influência do próprio tratamento na dispersão dos dados além da falta de padronização do banho como causa. Como exemplo, a dissipação do calor pela evaporação evidenciada na temperatura ($25,4 \pm 3,4^{\circ}\text{C}$) não foi causada pela falta de padronização do banho, mas esta pode ter impedido o contraste da significância que seria obtida se aplicadas as melhores condições, livrando os dados da variância.

É possível prever, portanto, que seguindo por este caminho, podem-se obter valores de temperatura e sensação térmica até inferiores aos obtidos para o ambiente, conforme sugestão do conjunto de dados obtidos e expressos na tabela. Tal possibilidade não é encontrada nos demais tratamentos.

Houve melhora das condições em PB, evidenciada pela sensação térmica igual à do ambiente externo. também não diferiu significativamente entre o ambiente e o caminhão protótipo com banho (PB), indicando que o tratamento não traz pioras de condições de ambiência.

De forma geral para estes comparativos, PB, CB e P foram tratamentos que não apresentaram pioras microambientais observadas no tratamento C. O tratamento CB apresentou alta umidade relativa, o que é prejudicial para o mecanismo evapotranspiratório das aves. Tem sido relatado o caráter controversial da prática do banho que pode ser explicado pelo aumento da umidade verificada em CB e falta de padronização verificada *in loco*. Alguns pesquisadores encontraram resultados variados, que podem depender da distância (GUARNIERI, *et al.*, 2004; LANGER *et al.*, 2010; SIMÕES *et al.*, 2009, SILVA & VIEIRA, 2010).

O tempo que se passa entre o estresse causado pela apanha e carregamento pode ser o fator benéfico, e não o banho em si. Langer *et al.* (2010), medindo PSE,

relataram que o banho trouxe resultados positivos para distâncias maiores, mas foi prejudicial para distâncias mais curtas e Oba *et al.* concluíram que a associação entre transporte e tempo de espera no abatedouro promoveu maior DOA, sendo maior quanto mais longa for a duração destes dois procedimentos, mas a mesma relação para o surgimento de PSE não foi encontrada.

Caracterização do microambiente por região

Para análise do microambiente dos caminhões comum e protótipo, optou-se por trabalhar em duplicata com a divisão destes em frente, meio e traseira devido ao posicionamento dos termohigroanemômetros no caminhão.

A Tabela 2 apresenta os resultados de temperatura, umidade relativa, ventilação e sensação térmica obtidos na frente. Não houve diferença significativa para todos os parâmetros avaliados entre os tratamentos, conforme esperado. A figura 8 mostra que os defletores não foram instalados na porção frontal da carroceria, explicando os dados. Não há diferença entre os caminhões senão pela modificação (tabela 3 e 4 adiante) presente no protótipo. Simões (2009) verificou que a incidência de PSE é maior na parte do meio e traseira do caminhão.

Nesta porção, o banho não exerceu influência nos resultados, mantendo os parâmetros iguais entre todos os tratamentos, com destaque para a umidade relativa.

Tabela 2 - Temperatura, umidade relativa, ventilação e sensação térmica obtidos na parte da frente da carroceria dos caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).

Tratamentos	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Ventilação (m/s)	Sensação térmica (°C)
C	28,8 ± 1,3 ^a	59,5 ± 9,6 ^a	0,92 ± 0,38 ^a	31,7 ± 3,6 ^a
CB	28,7 ± 2,3 ^a	77,6 ± 13,8 ^a	0,95 ± 0,35 ^a	34,1 ± 3,3 ^a
P	28,0 ± 3,4 ^a	50,7 ± 3,6 ^a	0,77 ± 0,073 ^a	29,5 ± 5,9 ^a
PB	25,6 ± 4,0 ^a	68,1 ± 27,3 ^a	0,75 ± 0,21 ^a	27,3 ± 5,4 ^a

^{a-b} Médias seguidas de letra diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Avaliando a Tabela 3, contendo os dados do meio da carroceria, observa-se que não houve diferença significativa na temperatura e na ventilação entre os tratamentos experimentais.

Tabela 3 - Temperatura, umidade relativa, ventilação e sensação térmica obtidos no meio da carroceria dos caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).

Tratamentos	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Ventilação (m/s)	Sensação térmica (°C)
C	29,4 ± 0,8 ^a	59,6 ± 9,1 ^b	0,68 ± 0,19 ^a	32,7 ± 2,3 ^{ab}
CB	28,7 ± 0,4 ^a	89,7 ± 5,3 ^a	0,63 ± 0,12 ^a	36,6 ± 2,1 ^a
P	28,6 ± 2,8 ^a	53,7 ± 6,4 ^b	0,67 ± 0,26 ^a	30,5 ± 4,5 ^{ab}
PB	25,5 ± 2,6 ^a	78,2 ± 19,0 ^{ab}	0,71 ± 0,15 ^a	28,2 ± 4,2 ^b

^{a-b} Médias seguidas de letra diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Houve diferença para a umidade relativa nesta porção. A aplicação do banho aumentou significativamente a umidade relativa no tratamento comum com banho (CB) comparado ao comum (C), mas no caminhão protótipo com banho (PB) não foi possível observar diferença em comparação ao protótipo sem banho (P), evidenciando influência do tratamento. O alto desvio padrão encontrado reforça falta de homogeneidade na metodologia de aplicação do banho nos diferentes aviários, mas pode conter ainda combinação do efeito dos defletores que podem favorecer a taxa evaporativa, pois, ainda que não significativa, a temperatura para o meio em PB mostrou a tendência de ser reduzida. Esta tendência foi apresentada também para frente (tabela 2), porém deve ser ressaltada a comunicação entre as duas regiões.

A sensação térmica foi significativamente maior no caminhão comum com banho (CB) quando comparado com o caminhão protótipo com banho (PB), indicando que o protótipo com banho foi capaz de melhorar a sensação térmica para as aves conduzindo a melhora no bem-estar animal.

Destaca-se a influência da umidade na sensação térmica. Apesar de a temperatura encontrada em CB estar de acordo com os demais, a umidade relativa influenciou fortemente o aumento da sensação térmica. Mitchell *et al.* (1992) explicaram o efeito fisiológico desta relação, onde, fixada a temperatura a 28°C, se a umidade relativa aumentar de 20 para 80%, a temperatura corporal dos frangos aumentaria 0,42°C/h. Como capacidade de perder calor para o ambiente é

inversamente proporcional à umidade (PATIENCE, 1990; BELAY E TEETER, 1993; MACARI *et al.* 1994; BRESSAN *et al.* 2003; OLIVEIRA *et al.* 2006), o calor irradiado pelo corpo das aves contribui negativamente criando um ciclo onde as condições microambientais pioram progressivamente. O mesmo não foi verificado por Langer *et al.* (2010) e Simões *et al.* (2009), que encontraram resultados positivos na aplicação do banho para distâncias mais longas.

A Tabela 4 apresenta os resultados de temperatura, umidade relativa, ventilação e sensação térmica obtidos na parte traseira (fundo) da carroceria.

Tabela 4 - Temperatura, umidade relativa, ventilação e sensação térmica obtidos na traseira da carroceria dos caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).

Tratamentos	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Ventilação (m/s)	Sensação térmica (°C)
C	29,3 ± 0,7 ^a	57,6 ± 5,4 ^{bc}	0,53 ± 0,03 ^a	32,0 ± 1,7 ^a
CB	27,8 ± 0,2 ^a	89,0 ± 8,8 ^a	0,48 ± 0,07 ^a	34,4 ± 1,6 ^a
P	28,9 ± 2,5 ^a	53,2 ± 6,9 ^c	0,51 ± 0,04 ^a	31,4 ± 5,4 ^a
PB	25,2 ± 3,8 ^a	77,4 ± 17,3 ^{ab}	0,51 ± 0,05 ^a	27,7 ± 4,3 ^a

^{a-b} Médias seguidas de letra diferentes nas coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A umidade relativa foi significativamente maior nos tratamentos com aplicação do banho, evidenciando que o banho promove aumento da umidade relativa do microambiente no caminhão, o que também foi observado por Simões *et al.* (2009). Desta vez, PB não teve evaporação suficiente para manter-se igual a C e P, tal como aconteceu no meio da carroceria.

Apesar de o banho ter aumentado a umidade relativa, não houve piora na sensação térmica, podendo esta ter sido compensada pela temperatura, que faz parte do cálculo da sensação térmica, havendo ainda o desvio padrão que pode ter mascarado os resultados.

Os parâmetros de temperatura e ventilação não diferiram significativamente entre todos os tratamentos.

A ventilação não se mostrou diferente entre os tratamentos nas três regiões, embora os resultados sejam explicáveis pela ventilação e evaporação. Tal fato deve-se a limitações metodológicas e desenho dos aparelhos registradores. Há que se

encontrar ainda uma alternativa confiável para realizar a medição durante o transporte, nas condições reais, sem interferir na carga e nos procedimentos de carregamento e apanha.

Índice de DOA

Os valores obtidos foram comparativamente baixos, na maioria, próximos e sem diferença do estabelecido como aceitáveis de 0,2% segundo Olivo e Shimokomaki (2001).

Tabela 5 - Índice de DOA de frangos durante o transporte para os caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).

Tratamentos	Mortes (%)
Comum	0,20 ± 0,01 ^a
Comum com Banho	0,30 ± 0,18 ^a
Protótipo	0,19 ± 0,03 ^a
Protótipo com banho	0,21 ± 0,05 ^a

^{a-b} Médias seguidas de letra diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para este conjunto de dados, o índice DOA não foi diferente entre os caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB). Conclui-se, que a melhoria microambiental não afetou os valores de DOA para estes níveis, sendo este problema devido a outros fatores não pesquisados, ou a combinação de todos.

Este problema não está somente relacionado ao calor durante transporte, mas também com tempo de jejum, método de apanha, tempo de transporte e descanso (WARRIS *et al.*, 1990, NIJDAM *et al.*, 2006, OBA *et al.*, 2009). Nijdam *et al.* (2006) consideraram o calor como de baixa influência sobre DOA, mas Hunter *et al.* (1997) encontraram correlação positiva entre os locais mais quentes da carroceria e distribuição da mortalidade. Mais recentemente, Mitchell e Kettlewell (2009) consideraram que, apesar das lesões predominantemente macroscópicas e sinais de outras patologias, com destaque para doenças infecciosas e circulatórias

apresentadas por Nijdam *et al.* (2006), ainda assim, estas aves, vivas no carregamento, passaram pelo transporte e só então vieram a falecer, concluindo que o estresse térmico as faz sucumbir, e que a causa de morte não se deve somente ao calor, mas a uma variedade de fatores.

Qualidade de carne

Considerando que as carnes PSE são decorrentes do estresse pré-abate a que são submetidos os animais (KETTLEWELL *et al.*, 2001), dados os eventos bioquímicos que se conhece, a avaliação das carnes PSE torna-se um importante parâmetro para avaliação do bem-estar animal, além disso, representa diretamente as perdas econômicas. Esta medida demonstra qual intensidade de estresse o animal sentiu imediatamente antes do abate.

A incidência de carnes PSE de nos tratamentos está apresentada na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 - Incidência de carnes PSE de frangos transportados nos caminhões comum sem banho (C) e com banho (CB) e protótipos sem banho (P) e com banho (PB).

Tratamentos	PSE (%)
Comum	35,20 ± 6,12 ^a
Comum com Banho	28,45 ± 4,47 ^a
Protótipo	17,72 ± 3,18 ^b
Protótipo com banho	11,85 ± 4,93 ^b

^{a-b} Médias seguidas de letra diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Observa-se incidência significativamente maior para os tratamentos com caminhão comum (C e CB) quando comparados com o protótipo (P e PB). O caminhão protótipo reduziu a incidência de PSE em 49,66% na comparação P vs C, e na comparação PB vs CB, 58,35%, resultando em redução média 54% quando do uso do protótipo, contribuindo para a melhoria do bem-estar animal e reduzindo prejuízos econômicos.

A aplicação do banho não teve interferências no resultado entre caminhões iguais. Por outro lado, Simões (2009) e Langer *et al.* (2010) apresentam resultados positivos do banho para distâncias maiores. Nos trabalhos destes autores, as distâncias maiores são próximas a distâncias utilizadas aqui (48 ± 14). Portanto, não houve confirmação neste caso. Mais uma vez é apresentada a controvérsia citada.

A grande diferença nos valores obtidos, ressaltando-se mesmas condições de transporte e temperaturas, deixa clara a contribuição do protótipo para melhoria do bem-estar animal e também sua forte relação com PSE, por isto sendo utilizado como parâmetro.

Um dado interessante que pode ser observado é que o protótipo sem banho (P) obteve resultados melhores que o comum com banho (CB) na tentativa de redução de PSE, tendo P incidência de PSE 37,72% menor que CB.

CONCLUSÃO

O caminhão protótipo melhorou as condições do transporte, observado pelo índice de PSE como indicativo do bem-estar animal, com eficiência de 54% na redução de sua incidência. O protótipo figura como uma solução de baixo custo e alta eficiência na prevenção dos prejuízos diretos e indiretos causados por PSE. Os parâmetros microambientais evidenciaram que os tratamentos comum com banho, protótipo e protótipo com banho possuem condições similares às do ambiente externo, ao contrário do transporte comum. Entre os tratamentos, verificaram-se melhorias das condições, evidenciadas por sensação térmica no meio da carroceria, menor no protótipo com banho se comparado ao comum com banho. Houve redução da umidade relativa no meio da carroceria no protótipo com banho, indicando evaporação. Não foram encontradas diferenças na ventilação com a metodologia utilizada, havendo a necessidade de uso de um método alternativo para obter melhores resultados. A melhoria nas condições microambientais não reduziu DOA, sugerindo maior participação de outros fatores.

BIBLIOGRAFIA

BARBUT, S. 1997. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science*. 38:355–358

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *Poultry Science*, Ithaca, v.72, p.116-124, 1993.

BENDALL, J. R.; SWATLAND, H. J. A review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, Oxford, v.24, p.85-126, 1988.

BRESSAN, M.C.; BERAQUET, N., J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. *Revista Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v.26, n.5, p.1049-1059, 2002.

BRESSAN, M. C. Como diminuir o estresse causado pela apanha, transporte e abate visando o bem-estar de frangos. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003, Campinas. Anais: Campinas: FACTA, p. 255-268, 2003.

HUNTER, R. R.; MITCHELL, M. A; MATHEU, C. Distribution of 'dead on arrivals' within the bio-load on commercial broiler transporters: correlation with climate conditions and ventilation regimen. *British Poultry Science* v.38 Supplement S7-S9, 1997.

KETTLEWELL, P J; MITCHELL. M. A. Mechanical ventilation: improving the welfare of broilers during transport. Silsoe Research Institute, Bedford. 2000.

KETTLEWELL, P.J.; HOXEY, R.P.; HAMPSON, C.J. *et al.* Design and operation of a prototype mechanical ventilation system for livestock transport vehicles. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.79, n.4, p.429-439, 2001.

KISSEL, C.; SHIMOKOMAKI, M.; SOARES, A. L. Incidência de PSE (Pale, Soft, Exudative) e análogo ao DFD (Dark, Firm, Dry) em filés de peito de frango em um abatedouro comercial da região sudoeste de Mato Grosso. In: XXII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2010, Salvador/ BA. XXII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2010.

LARA, J. A. F.; M. C. LEDUR ; A. L.NEPOMUCENO ; SHIMOKOMAKI, M. Estresse Térmico e Incidência de Carne PSE em Aves. In: Conferência APINCO, Campinas. Anais. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 04. 15-15, 2002.

LARA, J. A. F. Carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*) em frangos. Ocorrência de mutações no gene receptor da rianodina. 101p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, 2003.

LANGER, R. O. S., SIMÕES, G. S., SOARES, A. L., OBA, A., ROSSA, A., SHIMOKOMAKI, M. IDA, E. I. Broiler transportation conditions in a Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and DFD-like (Dark, Firm, Dry) meat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba. v.53, no.5, p.1161-1167, 2010.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia – FUNEP, 1994.

MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problem! Poultry Science, v.77, p.1803-1814, 1998.

BOULIANNE, M; KING, A. J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. Poultry Science, Champaign, v. 74, n. 11, p. 1693-1698, 1995.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia – FUNEP, 1994, 296p.

MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. The poultry transport thermal environment-matching “on board” conditions to the birds physiological requirements. In: Annual Australian Poultry Science Symposium, Sydney, p.175-178, 2004.

MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. Welfare of Poultry during transport. In: Poultry Welfare Symposium, Cervia, Italy, p. 90-100, 2009.

NICOL, C. J.; SCOTT, G. B. Pre-slaughter handling and transport of broiler-chickens. Applied Animal Behaviour Science, v. 28, n.132, p.57-73, 1990.

NIJDAM, E.; ZAILAN, A.R.M.; VAN ECK; J.H.H.; DECUYPERE, E AND STEGMAN, J.A. Pathological features in dead on arrival broilers with special reference to heart disorders. Poultry Sci., 85: 1303-1308, 2006.

OLIVEIRA, R.; DONZELE, J.; ABREU, M.; FERREIRA, R.; VAZ, R.; CELLAS, P. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Carnes: no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: Imprint, 2001.

OLIVO, R.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Dietary Vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat function properties. Journal of Food Biochemistry, Trumbull, v.25, n.4, p.271-283, 2001.

OWENS, C. M.; McKEE, S. R.; MATTHEUS, N. S.; SAMS, A. R. The development of pale, exsudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening. Poultry Science, v.79, p.430-435, 2000.

PATIENCE, J. F. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. Journal of Animal Science, Albany, v.68, p.398-408, 1990.

SAVENIJE, B.; LAMBOOIJ, E.; GERRITZEN, M. A.; VENEMA, K.; KORF, J. Effects of feed deprivation and transport in preslaughter blood metabolites, early post mortem muscle metabolites and meat quality. *Poultry Science*, Champaign, v.81, n.5, p.699-708, 2002.

SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I., OBA, A.; PEDRAO, M. R.; SOARES, A. L. Broiler chicken welfare in Brazil. Methodologies for avoiding preslaughter stress. In: In: IUFoST 2012: 16th World Congress of Food Science and Technology, XVII Latin American Seminar of Food Science and Technology - ALACCTA, 2012, Foz do Iguaçu. Anais IUFoST 2012: 16th World Congress of Food Science and Technology, XVII Latin America, 2012.

SIMÕES, G. S.; OBA, A.; MATSUO, T.; ROSSA, A., SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. Microambiente térmico no transporte de frangos no verão e ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) em filés de peito de frango. Anais do Prêmio Lamas. FACTA: Porto Alegre, 2009.

SIMÕES, G. S.; ARISTIDES, L. J. A.; BAMPI, V.; SOARES, A. L.; OBA, A. IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Estratégia para controle de perdas na indústria da carne de frango. *Avicultura Industrial (Itu)*, n.4, p.40-51, 2010.

SWATLAND, H. J. On line evaluation of meat. Lancaster: Technomic, 343p.,1995.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. UBABEF. Relatório Anual UBABEF 2010/2011. Departamento de informação e estatística da UBABEF. São Paulo: União Brasileira de Avicultura, 2011. Disponível em: < <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=2761> >. Acesso em: 01 de jul. 2012.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. UBABEF. Relatório Anual UBABEF 2012 Departamento de informação e estatística da UBABEF. São Paulo: União Brasileira de Avicultura, 2012. Disponível em: < <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293> >. Acesso em: 03 de jul. 2012.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. USDA. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Service, Estados Unidos, 2012. Disponível em < http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2012/livestock_0412.pdf > Acesso 03 jul. 2012

WISMER-PEDERSEN, J. Quality of pork in relation to rate of pH change post mortem. *Food Research*, Champaign, v.24, p.711-726, 1959

WARRIS, P.D.; BEVIS, E. A.; BROWN, S.N. Time spent by broiler chickens in transit to processing plants. *Veterinary Record*, London, v.127, p.617-619, 1990.

7 CONCLUSÃO GERAL

Os tratamentos comum com banho (CB), protótipo (P) e protótipo com banho (PB) foram capazes de manter semelhança entre a temperatura na carroceria e a temperatura ambiente, o que não foi observado para o caminhão comum, que elevou a temperatura no seu interior. O caminhão protótipo (P) melhorou a dissipação de calor no interior da carroceria sem a necessidade de banho, explicando seu resultado quanto à PSE (adiante). A aplicação do banho antes do transporte promoveu aumento da umidade relativa, entretanto, o caminhão protótipo com banho (PB) favoreceu a evaporação, resultando em melhoria se comparado a CB, vista pela sensação térmica e redução da umidade no meio da carroceria.

A melhoria microambiental não foi suficiente para reduzir a incidência morte na chegada (DOA), que não diferiu significativamente entre os tratamentos, sugerindo contribuição maior de outros fatores simultâneos como o método de apanha e impactos sofridos no carregamento. Esta etapa pode ser favorecida com treinamento da equipe de apanha e melhores condições de execução. Há interação entre barulho, vibração, tempo de espera do início até o fim do carregamento e suas condições, o próprio transporte, calor excessivo nesta etapa, tempo de descanso no abatedouro e tempo total de jejum, evidenciando o caráter multifatorial deste problema.

O protótipo (P) e protótipo com banho (PB) reduziram a incidência de PSE em mais da metade, 54%, provando ser capaz de reduzir os prejuízos como alternativa de baixo custo e alta eficiência. Nota-se que o protótipo (P) sozinho obteve mais sucesso na redução de PSE que o tratamento comum com banho (CB), 37,72% menor. Os números sugerem ainda que o protótipo associado ao banho pode trazer resultados mais positivos se explorado. Vale ressaltar que o banho em si ainda é pouco padronizado entre os produtores, dificultando a análise dos dados, fato que pode explicar as controvérsias relatadas por diversos autores.

A redução dos valores obtidos no estudo para PSE prova associação direta deste problema com o bem-estar animal, possibilitando que a medida de PSE seja utilizada como parâmetro de qualidade da carne e também como medida de bem-estar animal.

APÊNDICES

7.1 APÊNDICE A – FICHA DE VISITA AO AVIÁRIO

Projeto protótipo caminhão - Bem-estar das aves		
Data: 01/ 01/ 0001		
Tratamento: Protótipo com banho - preenchimento hipotético		
Repetição: 4		
Informações do clima		
Temperatura:		
Manhã: 27,5°C	Tarde:	Umidade: 68,3%
Informações do transporte e criação		
Nome do granjeiro: Fulano Sicrano da Silva - 2ª Carga		
Tipo de barracão: Azul Climatizado		
Raça: Cobb/Fast	Sexo: Misto	Dias de idade ao abate: 48
Localização: Município - Região/Bairro, vila rual...	Peso médio da carga: 2,733 Kg	
Hora de início do Jejum: 05:08		
Estrada ou rota de acesso principal: Avenida Exemplo, sentido Rod. Do Fulano, BR 001, PR 001 saída para bela cidade, Município		
Estrada de acesso secundária: Estrada de terra nome tal		
Estado das estradas:		Kilometragem das estradas:
Primária: Média	Total: 51 Km	
	Primária: 45 Km	
	Secundária: 6 Km	
Secundária: Terra	Tempo de viagem total: 1h 28 min	
	Tempo de primária: 57 min	
	Tempo de secundária: 31 min	
Início do carregamento: 12:31		Tempo carregamento: 45 min
Hora saída: 13:23 (13:16 + 7 min molhando)		
Total de aves no caminhão: 3736		
Densidade de aves por caixa (468 caixas - 1 vazia): 8		
Hora chegada abatedouro: 14:55		Tempo de descanso: 1h 23 min
Hora do abate: 16:18		Tempo de jejum: 11h 10 min
Morte na chegada (total e %): 8 (0,21%)		
Lâmpada da pendura: Azul		
Observações		
02 - Frente Baixo		
04 - Frente Cima		
05 - Meio Baixo		
07 - Meio Cima		
09 - Fundo Baixo		
11 - Fundo Cima		