



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

GISLAINE SILVEIRA SIMÕES

**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*)**

---

Londrina  
2009

GISLAINE SILVEIRA SIMÕES

**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*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Elza Louko Ida  
Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Oba

Londrina  
2009

GISLAINE SILVEIRA SIMÕES

**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*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Elza Louko Ida  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Vivaldo Silveira Júnior  
Universidade Estadual de Campinas

---

Profa. Dra. Alice Eiko Murakami  
Universidade Estadual de Maringá

Londrina, 07 de Abril de 2009.

*À minha família, meu porto seguro,  
meus pais Antônio e Luiza e  
minhas irmãs Ligiane e Cristiane,  
pelo amor e carinho incondicional.*

*Ao meu esposo, Cleiton  
pelo amor e companheirismo, por transformar  
pequenos momentos em grandes alegrias e pelo  
incentivo em todas as decisões.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela graça da vida, pela proteção de todos os dias e por tudo que tem realizado em minha vida.

À Profa. Dra. Elza Louko Ida pela valiosa orientação, pelos ensinamentos que proporcionaram meu crescimento pessoal e profissional, pelos incentivos, pela amizade e confiança que despertou meu profundo respeito e admiração.

Ao Prof. Dr. Alexandre Oba pela sábia co-orientação, por partilhar seus conhecimentos que possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Massami Shimokomaki, pela inestimável colaboração, ensinamentos e incentivos, por despertar o amor pela ciência e a coragem em enfrentar novos desafios.

À Profa. Dra. Tiemi Matsuo do Departamento de Estatística da Universidade Estadual de Londrina pela colaboração no tratamento estatístico.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa concedida e auxílio financeiro desta pesquisa.

À COPACOL de Cafelândia-PR, na pessoa do Médico Veterinário Alessandro Rossa, pela oportunidade de execução desta pesquisa e a todos os funcionários que auxiliaram nas diversas etapas desenvolvidas.

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos e aos docentes do Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos desta instituição pelos ensinamentos.

Aos amigos do grupo de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Carnes, pela troca de experiências e conhecimentos e bons momentos que sempre serão lembrados.

À graduanda em Zootecnia, Janaina Oliveira da Silva, pela colaboração na execução dos experimentos, amizade e incentivo.

Aos amigos da turma de Mestrado, especialmente Lílian, Danieli, Franciele, Romilaine, Cássia e Elisangela que transformaram esses dois anos de convivência em verdadeira amizade.

À Karla Bigetti Guergoletto por ser a amiga carinhosa, companheira, por sempre estar disposta a ajudar e principalmente por mostrar o valor da amizade.

Aos amigos Giselle Nobre e Fernando Macedo pela amizade, palavras de conforto e ânimo.

À amiga Cristiane Canan pela amizade e incentivo desde o início.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram com o desenvolvimento desta pesquisa.

*Sonhos...*

*"Os sonhos são como o vento, a gente os sente, mas não sabemos de onde eles vieram e nem para onde vão;*

*Eles inspiram o poeta, animam o escritor, arrebatam o estudante, abrem a inteligência do cientista, dão ousadia ao líder;*

*Sem sonhos a coragem se dissipa, a inventividade se esgota, o sorriso vira um disfarce e a emoção envelhece;*

*Não existem pessoas de sucesso ou de fracasso, o que existe são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles."*

Augusto Cury

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. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

## RESUMO

O microambiente térmico que se forma no caminhão de transporte de frangos da granja ao abatedouro pode ser a causa primária que compromete o bem estar das aves e a qualidade final da carne com o desenvolvimento de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito. O objetivo desta pesquisa foi investigar no inverno e verão a ocorrência de PSE e a-DFD em filés de peito de frango em um abatedouro comercial. Além de caracterizar o microambiente térmico no caminhão de transporte em diferentes distâncias no inverno e verão, investigou-se o efeito do banho de água aplicado sobre os frangos no verão. No inverno, as distâncias de transporte de frangos foram 15 e 57 km e no verão foram 15, 35 e 55 km. Para caracterização do microambiente térmico no caminhão (frente, meio e fundo) foram utilizados termohigrômetros para registrar a temperatura e umidade relativa nas duas estações e termoanemômetros para registrar a velocidade do vento no verão. Para classificação dos filés de peito em PSE e a-DFD, o pH e a cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) foram medidos nos filés de peito de frango 24h *post mortem*. A análise de regressão logística foi utilizada para verificar no inverno e verão, o efeito das distâncias de transporte de frangos, da região das caixas no caminhão (frente, meio e fundo) e da aplicação do banho de água sobre os frangos após o carregamento na ocorrência de PSE em filés de peito. O Teste de Tukey a 5% de significância foi utilizado para comparação de médias. A ocorrência de PSE em filés de peito de frango no verão (n= 540) foi de 55,5% e no inverno (n= 650) foi de 27,2%. A ocorrência de a-DFD foi de 0,9% apenas no inverno. Pela análise de regressão logística foi observado que no inverno a distância de transporte de frangos não apresentou efeito significativo ( $p= 0,7705$ ) na ocorrência de PSE, sendo verificado cerca de 27% (n=270) de PSE nas duas distâncias. No inverno foi observado que a região do fundo do caminhão devido as temperaturas elevadas apresentou maior ocorrência de PSE, sendo 59% (n= 180). No verão, a distância de 55 km apresentou efeito significativo ( $p= 0,0002$ ) na ocorrência de PSE, sendo verificado 57,8% (n=360) de PSE. No verão, as regiões do meio e fundo do caminhão apresentaram maior ocorrência de PSE, 51,8% (n= 360) e 54,6% (n= 360), respectivamente, devido a temperatura elevada e ventilação reduzida no microambiente destas regiões. A aplicação do banho de água sobre os frangos após o carregamento no caminhão reduziu a ocorrência de PSE em filés de peito no verão em cerca de 7,0% devido a redução de temperatura no microambiente do caminhão.

**Palavras-chave:** Bem estar animal. Qualidade de carnes de aves. Estresse térmico. Anormalidade de cor.

SIMÕES, G. S. **Lorry thermal microenvironment during broilers transportation in the summer and winter and occurrence of breast fillet (*pectoralis major*) PSE (pale, soft, exudative) and DFD-like (Dark, Firm, Dry).** 2009. 122p. Dissertation (Master of Science in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

## ABSTRACT

The thermal microenvironment produced during transportation from farm to the commercial slaughterhouse might be the primary cause to influence the broilers welfare consequently the final meat quality with development of breast fillet PSE {*Pale, Soft, Exudative*} and DFD-like (*Dark, Firm, Dry*) meat. The objective of this work was to investigate in the 2008 winter season (n=540) and summer season (n=650) the occurrence of PSE and DFD-like meat in an commercial abbatoir. Furthermore in both seasons the lorry thermal microenvironment was characterized in relation to temperature, relative moisture by thermologs and ventilation by thermoanemometer only in the summer. Also, the effect of watering application just before starting the transportation journey was evaluated in the summer on the meat color abnormalities. The distance run by the lorry was 15 and 57 km in the winter season and 15, 35 and 55 km in the summer season. Samples classification in PSE and DFD-like was carried ou by determining pH and color (L\*, a\* e b\*) values on breast fillet taken 24h postmortem. The logistic regression analysis was used in order to verify in both seasons the effect of transport distance, location of birds boxes within the lorry areas (front, middle and rear) and birds' watering just before transportation. Tukey test 5.0% significance was applied for average comparison. Results showed PSE occurrence was 55.5% and 27.2% in the summer (n=650) and in the winter (n=540), respectively. DFD-like was not observed in the summer whilst in the winter season its occurrence was 0.9%. The distance of 15 and 57 km did not show any significant effect (p=0,7705) on the PSE occurrence during winter season. Also the highest PSE occurrence was observed at the lorry rear location because of highest locally temperature value. The distance of 55 km presented significantly (p=0,0002) the highest PSE occurrence of 57.0% during summer season. Also the lorry middle and rear locations promoted higher PSE occurrence because of locally higher temperature and lower ventilation. Finally, the watering application whilst in the farm was an important factor since there were approximately 7.0% less PSE occurrence in treated birds' samples.

**Keywords:** Animal welfare. Poultry meat quality. Thermal stress. Color abnormalities.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Zonas de conforto térmico para o transporte de frangos em caminhão da granja ao abatedouro com base na Temperatura Equivalente Aparente (TEA).....	29
<b>Figura 2</b> – Caminhão de transporte de frangos da granja ao abatedouro com distribuição das caixas .....	43
<b>Figura 3</b> – Termohigrômetros Temprecord-RHT (Marca Didai tecnologia) e LogBox-RHT (Marca Novus) programados para monitorar e registrar as condições climáticas durante o transporte de frangos da granja ao abatedouro e descanso pré-abate.....	44
<b>Figura 4</b> – A) Regiões do caminhão onde foram fixados os termohigrômetros (frente, meio e fundo) utilizados para registrar e monitorar as condições climáticas no caminhão de transporte de frangos. B) Disposição dos termohigrômetros nas fileiras do meio do caminhão.....	44
<b>Figura 5</b> – Identificação dos frangos com lacres coloridos durante a apanha nas granjas.....	45
<b>Figura 6</b> – Termoanemômetro (Marca Nielsen-Kellerman, Modelo Kestrel 4000) programado para monitorar e registrar as condições climáticas durante o transporte de frangos da granja ao abatedouro e descanso pré-abate .....	50
<b>Figura 7</b> – Histograma de distribuição dos valores de L* (luminosidade) dos filés de peito de frango no inverno (n= 510).....	55
<b>Figura 8</b> – Histograma de distribuição dos valores de L* (luminosidade) dos filés de peito de frango no verão (n= 650).....	56
<b>Figura 9</b> – Ocorrência de filés de peito PSE ( <i>Pale, Soft, Exudative</i> ), a-DFD (Dark, Firm, Dry) e Normal no inverno (n= 540).....	57
<b>Figura 10</b> – Ocorrência de filés de peito PSE ( <i>Pale, Soft, Exudative</i> ) e Normal no verão (n= 650) .....	58
<b>Figura 11</b> – Registros no inverno de temperatura do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) no caminhão de transporte de frangos de 40 min na distância de 15 km e no descanso pré-abate de 40 min .....	63

<b>Figura 12</b> – Registros no inverno de temperatura do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) no caminhão de transporte de frangos de 90 min na distância de 57 km e no descanso pré-abate de 40 min .....	64
<b>Figura 13</b> – Registros de umidade relativa no inverno do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos de 40 min na distância de 15 km e no descanso pré-abate de 40 min .....	66
<b>Figura 14</b> – Registros no inverno de umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) no transporte de frangos de 90 min na distância de 57 km e no descanso pré-abate de 40min .....	66
<b>Figura 15</b> – Registros no verão de temperatura do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 30 min e descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 15km.....	77
<b>Figura 16</b> – Registros no verão de temperatura do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 60 min e descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 35km.....	80
<b>Figura 17</b> – Registros de temperatura no verão do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 90 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 55km .....	82
<b>Figura 18</b> – Registros no verão de umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 30 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 15km .....	85
<b>Figura 19</b> – Registros no verão de umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 55 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 35km .....	87

- Figura 20** – Registros no verão de umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 90 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 55km .....89
- Figura 21** – Portal de água na saída da granja para aplicação do banho sobre os frangos no caminhão após o carregamento na granja .....91
- Figura 22** – Registros no verão de velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 30min e no descanso pré-abate de 60min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 15km .....93
- Figura 23** – Registros no verão de velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 55 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 35km .....95
- Figura 24** – Registros no verão, de velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 90 min e no descanso pré-abate de 60min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 55km .....97

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Medidas de pH, L*, a* e b* dos filés de peito de frango 24h <i>post mortem</i> coletados no inverno e no verão .....	54
<b>Tabela 2</b> – Coeficientes de correlação de Pearson dos filés de peito de frango entre as medidas de pH, L*, a* e b* 24h <i>post mortem</i> no inverno e verão .....	56
<b>Tabela 3</b> – Valores de pH, L*, a* e b* 24h <i>post mortem</i> para os filés de frango classificados como análogo ao DFD, PSE e Normal no inverno .....	59
<b>Tabela 4</b> – Valores de pH, L*, a* e b* 24h <i>post mortem</i> para filés de frango classificados como PSE e Normal no verão .....	60
<b>Tabela 5</b> – Características das estradas, do transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro e do descanso pré-abate .....	61
<b>Tabela 6</b> – Temperatura do ambiente e microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15 km e 57km da granja ao abatedouro.....	63
<b>Tabela 7</b> – Umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15km e 57 km da granja ao abatedouro.....	65
<b>Tabela 8</b> – Índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro .....	67
<b>Tabela 9</b> – Medidas de pH, L*, a* e b* 24h <i>post mortem</i> para filés de frango no inverno nas distâncias de transporte de 15 e 57 km da granja ao abatedouro.....	69
<b>Tabela 10</b> – Ocorrência de filés de peito de frango PSE, a-DFD e Normal nas três regiões (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos no inverno nas distâncias 15 e 57km da granja ao abatedouro.....	70
<b>Tabela 11</b> – Análise de regressão logística e estimativa de risco para a ocorrência de PSE em filés de peito de frangos no inverno conforme as distâncias de 15 e 57 km e as regiões das caixas no caminhão de transporte (frente, meio e fundo) .....	71

<b>Tabela 12</b> – Percentual de mortalidade dos frangos transportados no inverno nas distâncias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro .....	72
<b>Tabela 13</b> – Características do transporte de frangos no verão nas distâncias de 15, 35 e 55 km da granja ao abatedouro e do descanso pré-abate .....	74
<b>Tabela 14</b> – Temperaturas do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de frangos no verão na distância de 15 km .....	76
<b>Tabela 15</b> – Temperaturas do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 35 km .....	78
<b>Tabela 16</b> – Temperaturas do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para o transporte de frangos no verão na distância de 55km .....	81
<b>Tabela 17</b> – Umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de frangos no verão na distância de 15 km .....	82
<b>Tabela 18</b> – Umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de frangos no verão na distância de 35 km .....	86
<b>Tabela 19</b> – Umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de frangos no verão na distância de 55km .....	88
<b>Tabela 20</b> – Velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 15km .....	92
<b>Tabela 21</b> – Velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 35km .....	94
<b>Tabela 22</b> – Velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 55km .....	96

<b>Tabela 23</b> – Índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 15km .....	99
<b>Tabela 24</b> – Índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 35km .....	99
<b>Tabela 25</b> – Índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 55km .....	100
<b>Tabela 26</b> – Valores de pH, L*, a* e b* 24h post mortem para os filés de peito de frango no verão do lote LsB das distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km .....	101
<b>Tabela 27</b> – Valores de pH, L*, a* e b* 24h post mortem para os filés de peito de frango no verão do lote LcB das distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km .....	101
<b>Tabela 28</b> – Ocorrência no verão de filés de peito PSE, a-DFD e Normal nas regiões do caminhão (frente, meio e fundo) dos lotes LsB e LcB na distância de 15km .....	103
<b>Tabela 29</b> – Ocorrência no verão de filés de peito PSE, a-DFD e Normal nas regiões do caminhão (frente, meio e fundo) dos lotes LsB e LcB na distância de 35km .....	104
<b>Tabela 30</b> – Ocorrência no verão de filés de peito PSE, a-DFD e Normal nas regiões do caminhão (frente, meio e fundo) dos lotes LsB e LcB na distância de 55km .....	104
<b>Tabela 31</b> – Análise de regressão logística e estimativa de risco para a ocorrência de PSE em filés de peito de frangos no verão nas distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km .....	106
<b>Tabela 32</b> – Mortalidade de frangos no verão nos lotes LsB e LcB transportados por 15, 35 e 55 km .....	108

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- a\*** Componente vermelho pelo sistema CIELAB
- ABEF** Associação Brasileira de Exportação de Frangos
- b\*** Componente amarelo pelo sistema CIELAB
- CRA** Capacidade de retenção de água
- DFD** *Dark, Firm, Dry*
- IC** Intervalo de Confiança
- IEC** Índice de Entalpia de Conforto
- L\*** Luminosidade pelo sistema CIELAB
- LcB** Lote com banho
- LsB** Lote sem banho
- PLA<sub>2</sub>** Fosfolipase A<sub>2</sub>
- PSE** *Pale, Soft, Exudative*
- PSS** Síndrome do Estresse Suíno
- RHT** Record Humidity Temperature

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	20
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	23
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	24
3.1 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DA CARNE DE AVES .....	24
3.1.1 Jejum Alimentar de Frangos .....	25
3.1.2 Apanha e Carregamento de Frangos na Granja .....	26
3.1.3 Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro .....	27
3.1.4 Descanso Pré-Abate de Frangos .....	30
3.1.5 Estresse Térmico .....	31
3.2 PSE EM CARNES DE AVES .....	33
3.3 DFD EM CARNES DE AVES .....	37
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	40
4.1 OCORRÊNCIA DE PSE ( <i>PALE, SOFT, EXUDATIVE</i> ) E ANÁLOGO AO DFD ( <i>DARK, FIRM, DRY</i> ) EM FILÉS DE PEITO DE FRANGO ( <i>PECTORALIS MAJOR</i> ) EM UM ABATEDOURO NO INVERNO E VERÃO .....	40
4.1.1 Matéria-Prima .....	40
4.1.2 Descanso Pré-Abate, Abate e Coleta de Amostras .....	40
4.1.3 Medida de pH .....	41
4.1.4 Medida de Cor .....	41
4.1.5 Classificação dos Filés de Peito de Frango .....	41
4.1.6 Análise Estatística .....	41
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE NO CAMINHÃO DE TRANSPORTE DE FRANGOS NO INVERNO E OCORRÊNCIA DE PSE ( <i>PALE, SOFT, EXUDATIVE</i> ) E ANÁLOGO AO DFD ( <i>DARK, FIRM, DRY</i> ) EM FILÉS DE PEITO ( <i>PECTORALIS MAJOR</i> ) .....	42
4.2.1 Matéria-Prima .....	42
4.2.2 Distâncias de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro .....	42
4.2.3 Características de Distribuição das Caixas de Frangos no Caminhão para o Transporte da Granja ao Abatedouro .....	42

4.2.4	Caracterização do Microambiente no Caminhão de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate .....	43
4.2.5	Condições de Apanha, Carregamento, Transporte e Descanso Pré-Abate dos Frangos no Inverno .....	45
4.2.6	Linha de Abate e Coleta de Amostras .....	46
4.2.7	Medidas de pH .....	46
4.2.8	Medidas de Cor .....	46
4.2.9	Classificação dos Filés de Peito de Frango.....	47
4.2.10	Avaliação do Conforto Térmico no Microambiente de Transporte de Frangos .....	47
4.2.11	Índice de Mortalidade .....	48
4.2.12	Análise Estatística .....	48
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE NO CAMINHÃO DE TRANSPORTE DE FRANGOS NO VERÃO E OCORRÊNCIA DE PSE ( <i>PALE, SOFT, EXUDATIVE</i> ) E ANÁLOGO AO DFD ( <i>DARK, FIRM, DRY</i> ) EM FILÉS DE PEITO ( <i>PECTORALIS MAJOR</i> ).....	49
4.3.1	Matéria-Prima.....	49
4.3.2	Distâncias de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro .....	49
4.3.3	Características de Distribuição das Caixas de Frangos no Caminhão de Transporte da Granja ao Abatedouro .....	49
4.3.4	Caracterização do Microambiente no Caminhão Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro e no Descanso Pré-Abate .....	49
4.3.5	Condições de Apanha, Carregamento, Transporte e Descanso Pré-Abate de Frangos no Verão.....	51
4.3.6	Linha de Abate e Coleta de Amostras.....	51
4.3.7	Medidas de pH .....	52
4.3.8	Medidas de Cor .....	52
4.3.9	Classificação dos Filés de Peito de Frango.....	52
4.3.10	Avaliação do Conforto Térmico no Microambiente de Transporte de Frangos .....	52
4.3.11	Índice de Mortalidade .....	52
4.3.12	Análise Estatística .....	53
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>54</b>

5.1 OCORRÊNCIA DE PSE ( <i>PALE, SOFT, EXUDATIVE</i> ) E ANÁLOGO AO DFD ( <i>DARK, FIRM, DRY</i> ) EM FILÉS DE PEITO DE FRANGO ( <i>PECTORALIS MAJOR</i> ) EM UM ABATEDOURO NO INVERNO E VERÃO .....	54
5.2 CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE NO CAMINHÃO DE TRANSPORTE DE FRANGOS NO INVERNO E OCORRÊNCIA DE PSE ( <i>PALE, SOFT, EXUDATIVE</i> ) E ANÁLOGO AO DFD ( <i>DARK, FIRM, DRY</i> ) EM FILÉS DE PEITO ( <i>PECTORALIS MAJOR</i> ).....	61
5.2.1 Características do Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro no Inverno e do Descanso Pré-Abate.....	61
5.2.2 Efeito da Temperatura no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro no Inverno .....	62
5.2.3 Efeito da Umidade Relativa no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro no Inverno .....	64
5.2.4 Avaliação do Conforto Térmico no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro no Inverno .....	67
5.2.5 Efeito do Transporte de Frangos no Inverno na Ocorrência de PSE ( <i>Pale, Soft, Exudative</i> ) e a-DFD ( <i>Dark, Firm, Dry</i> ) em Filés de Peito ( <i>Pectoralis major</i> ) .....	68
5.2.6 Mortalidade dos Frangos no Transporte na Estação de Inverno.....	72
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE NO CAMINHÃO DE TRANSPORTE DE FRANGOS NO VERÃO E OCORRÊNCIA DE PSE ( <i>PALE, SOFT, EXUDATIVE</i> ) E a-DFD ( <i>DARK, FIRM, DRY</i> ) EM FILÉS DE PEITO ( <i>PECTORALIS MAJOR</i> ).....	73
5.3.1 Caracterização das Etapas de Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e do Descanso Pré-Abate .....	74
5.3.2 Efeito da Temperatura no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate....	75
5.3.3 Efeito da Velocidade do Vento no Microambiente do Caminhão para Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate.....	81
5.3.4 Efeito da Velocidade do Ar no Microambiente do caminhão para Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate.....	90

5.3.5 Avaliação do Conforto Térmico do Microambiente do Caminhão para Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate.....	98
5.3.6 Efeitos do Transporte na Ocorrência de PSE em Filés de Peito de Frango ( <i>Pectoralis major</i> ) no Verão.....	101
5.3.7 Mortalidade dos Frangos no Transporte na Estação de Verão .....	107
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>109</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>120</b>
ANEXO A – Registro de acompanhamento dos lotes de frangos .....	121
ANEXO B – Tabela prática de entalpia para frangos de corte na sexta semana de vida .....	122

## 1 INTRODUÇÃO

Em 2007 registrou-se uma produção mundial de carne de frango de 68 milhões de toneladas e exportação de 7,2 milhões de toneladas. Neste cenário, o Brasil se apresenta como o terceiro maior produtor mundial com 10,2 milhões de toneladas de carne e exportação de 3,3 milhões de toneladas, cujos números indicam recordes na história do setor, mantendo o país como o maior exportador mundial (ABEF, 2008). Nos últimos anos, foi observado um crescimento elevado na produção e consumo mundial de frangos e a avicultura brasileira consolidou-se como uma das fontes mais importantes de proteína animal para a população mundial.

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. Considerando os padrões com relação à satisfação das exigências sensoriais, os músculos peitorais freqüentemente apresentam variações indesejáveis nos parâmetros de cor e maciez. A importância dessas características foi observada em momentos distintos, onde a coloração do peito de frango foi associada à aceitabilidade no momento da compra, enquanto que a maciez determina a aceitabilidade global no momento do consumo (BRESSAN; BERAQUET, 2002).

O crescimento na produção de carne de aves foi acompanhado por uma maior diversificação de produtos, com maior elaboração de itens de conveniência, praticidade e valor agregado, em detrimento da comercialização de carcaças inteira e/ou cortes, portanto necessitando de matérias-primas de qualidade e com características de processamento desejáveis (OLIVO, 2006). Assim, a funcionalidade da carne e todos os atributos de qualidade sensoriais tem sido muito importante e, conseqüentemente, a incidência de carnes com características PSE (*Pale, Soft, Exudative*) passou a ser uma preocupação relevante.

O termo PSE é originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale, Soft e Exudative* que significam, respectivamente, carnes com superfície caracterizada por cor pálida, textura excessivamente macia e baixa capacidade de retenção de água. Estas carnes apresentam propriedades funcionais comprometidas devido à desnaturação das proteínas, face à rápida glicólise *post mortem* (WISMER-

PEDERSEN, 1959). Este tipo de carne torna-se inaceitável para os consumidores, e em muitos casos, é imprópria para determinadas aplicações industriais (OLIVO, 1999).

O termo DFD é originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Dark, Firm e Dry* que significam respectivamente, carnes com as características de cor escura, textura firme e seca na superfície. Estas características ocorrem devido à baixa reserva de glicogênio no músculo no momento do abate que conduzem a uma glicólise lenta com pouca formação de ácido láctico e conseqüentemente com pH final relativamente alto, próximo aos valores fisiológicos (WOOD; RICHARDS, 1975). Estas alterações foram associadas a longos períodos de jejum pré-abate e estresse físico no transporte, que causou depleção do glicogênio muscular (OWENS; SAMS, 2000).

No Brasil, o grupo de pesquisa em Ciência e Tecnologia de Carnes desta instituição relatou uma ocorrência de filés de peito de frango análogo ao DFD (a-DFD) que variou de 0,94 a 5,95% em diferentes estações do ano (SOARES *et al.*, 2002; SCHNEIDER, 2004). Prosseguindo os estudos, Langer (2007) verificou o efeito da distância de transporte de frangos no verão e registrou uma ocorrência de filés de peito a-DFD de 2 e 4% nas distâncias de transporte de 62 e 4km, respectivamente. Entretanto, outros fatores que afetaram estas ocorrências não foram investigados.

Os fatores que afetam a ocorrência de PSE em carne de frango devem ser investigados, uma vez que segundo Woelfel *et al.* (2002) a ocorrência de PSE pode alcançar de 30 a 50%, dependendo das condições de manejo pré-abate. O manejo e transporte das aves até o frigorífico ocasionam injúrias e estresse às aves com conseqüentes perdas econômicas, pois além de causar a morte dos animais, comprometem a qualidade final da carne (ELROM, 2001).

Em aves, as causas do surgimento da anomalia PSE ainda não estão esclarecidas totalmente, sendo que a condição mais relevante a ser controlada para impedir o desenvolvimento de filés de peito (*Pectoralis major*) com características PSE é o estresse pré-abate ao qual os frangos são submetidos (GUARNIERI *et al.*, 2002).

Com relação aos fatores que geram estresse pré-abate, as condições climáticas, representadas principalmente pela temperatura e umidade relativa (UR) afetam diretamente as aves, pois comprometem a manutenção da

homeotermia (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Além da influência ambiental, o jejum alimentar pré-abate, dieta hídrica, circunstância de apanha, quantidade de aves por gaiola, distância do transporte, condições de espera na planta de abate, pendura, excitação, imobilização e atordoamento das aves, são fatores que apresentam efeito sobre as reservas de glicogênio muscular que foram responsáveis pelo desenvolvimento de reações bioquímicas *post mortem* (McCURDY *et al.*, 1996; KANNAN *et al.*, 1997; WARRISS *et al.*, 1999; PETRACCI *et al.*, 2001) e determinaram alterações nas propriedades funcionais das proteínas e, conseqüentemente, nos atributos de qualidade da carne (CHEFTEL *et al.*, 1989).

Existe também grande preocupação na comunidade científica com relação ao bem-estar dos animais. O estresse pré-abate passou a ser mais investigado para esclarecer as causas ou fenômenos que afetam a qualidade da carne. Diversos fatores relacionados ao bem estar de frangos como lesões na carcaça, estresse fisiológico e elevados índices de mortalidade foram associados principalmente ao manejo pré-abate e transporte das aves (NICOL; SCOTT, 1990).

Desta forma, segundo Guarnieri *et al.* (2002), a indústria deve dedicar atenção especial em monitorar a qualidade do manejo das aves especialmente durante a apanha nas granjas, transporte e recepção no abatedouro, pois estes são fatores decisivos para a garantia da qualidade final dos produtos.

No Brasil, considerando a relevância de estudos sobre o manejo pré-abate e transporte de aves, verifica-se a importância de caracterizar o microambiente do caminhão para transporte de frangos e investigar a ocorrência de PSE e a-DFD que ocorre em um abatedouro comercial. Com os resultados obtidos serão propostos aos abatedouros, os parâmetros de controle para as etapas pré-abate de transporte e descanso, com finalidade de melhorar a qualidade da carne de frango e o bem estar animal, atendendo os interesses das empresas avícolas, produtores e consumidores.

## 2 OBJETIVOS

- Investigar no inverno e verão, a ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito de frango (*Pectoralis major*) em um abatedouro comercial.
- Caracterizar o microambiente do caminhão para transporte e descanso pré-abate de frangos em diferentes distâncias da granja ao abatedouro no inverno e correlacionar/ associar com a ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito (*Pectoralis major*).
- Caracterizar o microambiente do caminhão para transporte e descanso pré-abate de frangos em diferentes distâncias da granja ao abatedouro no verão e e correlacionar/ associar com a ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito (*Pectoralis major*).
- Investigar o efeito de aplicação do banho de água sobre os frangos no caminhão de transporte na ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito (*Pectoralis major*) na estação de verão.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DA CARNE DE AVES

A qualidade da carne é caracterizada objetivamente pelas propriedades físicas, químicas, morfológicas, microbiológicas e nutricionais e subjetivamente pelos aspectos sensoriais, forma de apresentação e tipo de exposição do produto (DE SOUZA, 2005). Para o consumidor os atributos de maior influência no julgamento da qualidade e decisão para aquisição ou não do produto cárneo são a aparência, textura, suculência, firmeza, maciez, odor e sabor (ANADÓN, 2002).

Assim, a qualidade da carne engloba uma série de propriedades responsáveis pela sua transformação em um produto de aspecto atrativo, apetitoso, nutritivo e agradável ao paladar. Segundo Price e Schweigert (1994) a qualidade ideal da carne está relacionada com a capacidade de reter o valor nutritivo elevado, mesmo após o processamento. Além disso, a carne deve manter as suas propriedades funcionais que influenciam na fabricação dos produtos derivados, tais como, capacidade de retenção de água (CRA), formação de emulsão, viscosidade, formação de géis, capacidade estabilizante e ligante, contribuição no aroma, textura e rugosidade do produto cozido.

Os fatores pré-abate de aves que afetam a qualidade da carne podem provir de efeitos a longo ou curto prazo, que ocorrem durante a vida da ave, como fatores genéticos, fisiológicos, nutricionais, manejo e doenças ou podem ser decorrente de práticas 24h antes do abate, como restrição de água e alimentos, apanha, engradamento, transporte, tempo de espera, descarregamento, pendura, imobilização, atordoamento e o próprio abate, sendo estes os pontos críticos que devem ser controlados para evitar conseqüências indesejáveis à qualidade da carne (NORTHCUTT, 2001). Da mesma forma, a utilização de diferentes tecnologias de abate e de pós-abate, como tempo de resfriamento, tempo e temperatura de maturação e estimulação elétrica influenciam nas reações metabólicas da carne que ocorrem antes, durante e após o *rigor mortis* (SANTOS *et al.*, 2004; KRIESE, 2005).

O fator mais preocupante que reflete na qualidade da carne é o estresse térmico pré-abate que acelera o desenvolvimento do *rigor mortis*, reduz a capacidade de retenção de água (CRA) e aumenta a palidez na carne de aves (McKEE; SAMS, 1998). Guarnieri *et al.* (2004) recomendaram a adoção do descanso pré-abate, acompanhado de banho e ventilação, como um procedimento para melhorar a qualidade de filés de peito de frango.

As condições ideais, tanto dos fatores pré quanto pós-abate de frangos de corte devem ser investigadas e estabelecidas para possibilitar a produção de carne de excelente qualidade, pois os consumidores estão cada vez mais exigentes na busca de produtos de boa qualidade e com características agradáveis e saudáveis.

### 3.1.1 Jejum Alimentar de Frangos

O jejum pré-abate é considerado uma prática muito importante e obrigatória para o processamento de aves, pois influencia na qualidade e rendimento da carne. Sendo que esta prática é fundamental para diminuir a contaminação da carcaça durante a evisceração (NORTHCUTT, 1997; BERAQUET, 1999).

A retirada de ração em condições normais de abate e processamento é feita de 6 a 8h antes da apanha das aves que resulta em um período total de jejum de 8 a 12h antes do abate. Este período pode variar conforme as condições ambientais e práticas de manejo que possivelmente interferem nos padrões de alimentação das aves. A retirada da água é realizada aproximadamente 1h antes da apanha (NORTHCUTT, 2001). Entretanto, a desidratação da carcaça inicia-se imediatamente após o início do jejum e assim, períodos prolongados de jejum podem afetar o pH das diversas partes do intestino e aumentar a presença de microorganismos patogênicos (MENDES, 2001). Além disso, a desidratação influencia na qualidade da carne, pois a capacidade de retenção de água é uma característica importante que está relacionada com seu aspecto antes do cozimento e pelo comportamento durante a cocção que influencia na palatabilidade do produto final (BRESSAN, 1998).

Longos períodos de jejum ocasiona efeito negativo nas reservas de glicogênio e retarda a instalação do *rigor mortis* acarretando variações indesejáveis na qualidade final da carne (BRESSAN *et al.*, 2003). Em decorrência do jejum e do exercício forçado em patos, Chen *et al.* (1991) reportaram um declínio de pH *post mortem* e ocorrência de carnes DFD com características escuras, firmes e secas.

O jejum também pode ser causador de exaustão durante o transporte, uma vez que a restrição prolongada de alimentos e água exauri os estoques energéticos e suprime a capacidade do animal de enfrentar situações estressantes (SAVENIJE *et al.*, 2002).

### 3.1.2 Apanha e Carregamento de Frangos na Granja

A apanha das aves é um procedimento manual que ocorre na granja para carregamento do caminhão que irá transportar as aves até o frigorífico. Portanto, é um trabalho exaustivo tanto para os apanhadores quanto para as aves e pode resultar em contusões no músculo e quebra de ossos com conseqüentes perdas econômicas. A apanha mecânica pode reduzir as injúrias sofridas pelas aves, porém seu uso tem sido mínimo (WEEKS; NICOL, 2000).

Logo após a apanha, as aves são submetidas ao engradamento em caixas, cuja etapa ocasiona estresse, visto que ocorre uma mistura social entre as mesmas e uma alta densidade de aves por caixa, induzindo assim, fortes alterações no ambiente a que estavam acostumadas (VECEREK *et al.*, 2006).

A alta densidade de aves por engradado resulta em aumento da umidade ambiental devido à evaporação de água do trato respiratório, pele e excretas. Sob estas circunstâncias a perda de calor é mais difícil, podendo levar a hipertermia (NIJDAM, 2004).

Nas granjas após o carregamento dos frangos no caminhão e imediatamente antes do transporte recomenda-se aos avicultores, aplicar um banho de água sobre as aves para melhorar o bem estar das mesmas, independente da distância de transporte. Branco (2004) recomendou molhar a as aves no caminhão de transporte nos dias quentes para evitar o excesso de mortalidade.

Langer *et al.* (2008) avaliaram o efeito do banho de água sobre os frangos na ocorrência de PSE em filés de peito (n= 300) e verificaram que em distâncias de 68 km o efeito do banho foi positivo com diminuição da ocorrência de PSE, porém em distâncias de 3 km, o banho de água aumentou a ocorrência de filés PSE. Estes resultados indicaram que existem múltiplos fatores e necessita de mais investigações para caracterizar o microambiente no caminhão de transporte de frangos em diferentes distâncias da granja ao abatedouro.

### 3.1.3 Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro

A criação intensiva de frangos de corte em grande número e em locais geograficamente dispersos requer que os mesmos sejam transportados para o abatedouro em caminhões via rodovia, muitas vezes por longas distâncias.

Durante o transporte em caminhão, os frangos podem ficar expostos a uma variedade de agentes estressores como aceleração, vibração, impactos, jejum alimentar e hídrico, mistura social, perturbações e ruídos. Além da influência do microambiente do caminhão que se forma entre as aves, as exigências térmicas representadas por episódios de calor ou frio intenso podem causar efeitos negativos na qualidade da carne e na taxa de mortalidade (NICOL; SCOTT, 1990; MITCHELL; KETTLEWELL, 1994; WARRIS *et al.*, 1993; MITCHELL; KETTLEWELL, 1998).

Os efeitos do transporte de frangos são desde leve desconforto com alterações na qualidade final da carne até a morte. Estudos no Reino Unido indicaram que as mortes no transporte de aves são atribuídas principalmente ao estresse e podem atingir uma taxa de 40% de mortalidade, sendo que esta mortalidade aumentou com a distância percorrida (WARRIS *et al.*, 1990).

As respostas fisiológicas e comportamentais de frangos no transporte, tanto em campo, quanto em ensaios de laboratório foram caracterizadas por alguns pesquisadores. Com base em medições de imobilidade tônica, frequência cardíaca e concentrações plasmáticas de corticosterona, estes verificaram que o transporte representou um grave agressor as aves. O nível de corticosterona no plasma elevou-se durante o transporte pela ativação do eixo hipotálamo adenohipófise adrenocortical (HPA) respondendo a uma situação de estresse. Os

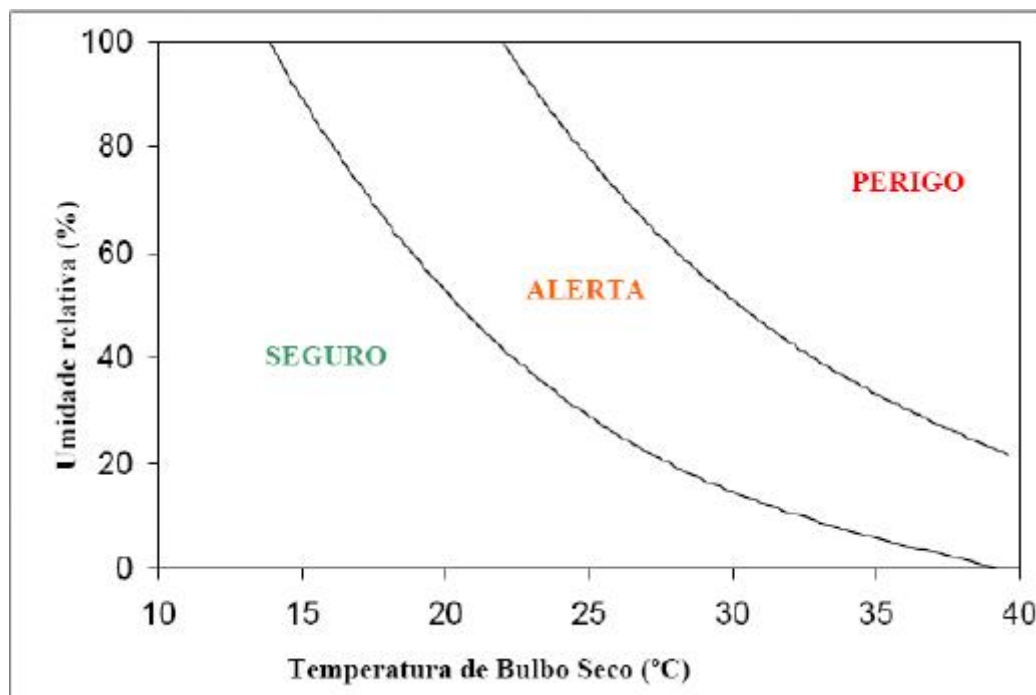
níveis plasmáticos de heterófilos linfócitos aumentaram e com isso verificou-se liberação de glucagon, o qual aumentou a lipólise e a concentração de ácidos graxos monoesterificados no plasma (FREEMAN *et al.*, 1984; MAXWELL, 1993; MITCHELL *et al.*, 2003).

O estresse durante o transporte de frangos em caminhão induziu a disfunção no tecido muscular com danos refletidos pelo aumento da atividade de enzimas musculares intracelulares, incluindo a creatina quinase (MITCHELL *et al.*, 1992).

A condição térmica durante o transporte de frangos é um fator de relevância que associada à elevada umidade relativa do ar proporcionou elevação da temperatura corporal dos frangos e conseqüente alcalose respiratória. Porém pouca atenção é dada para o microambiente que se forma no caminhão durante o transporte da granja ao abatedouro, podendo este ser a causa primária que compromete o bem estar das aves e pode resultar em mortalidade ou reduzir a qualidade final da carne (MITCHELL; KETTLEWELL, 1998).

Mitchell e 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, as quais foram denominadas como "segura", "de alerta" e "de perigo" (Figura 1) 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.

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. Esta carga térmica deve ser dissipada pela presença de ventilação natural, portanto pouco fluxo de ar através da estrutura do caminhão resultará no acúmulo de calor e umidade, esta combinação causará estresse térmico as aves.



**Figura 1** – Zonas de conforto térmico para o transporte de frangos em caminhão da granja ao abatedouro com base na Temperatura Equivalente Aparente (TEA) dado pela fórmula:  $\theta_{app}^* = T + (e/y^*)$ , onde  $\theta_{app}^*$  = TEA, T = temperatura do bulbo seco (°C), e = pressão do vapor de água (mbar) e  $y^*$  = constante psicrométrica (mbar K<sup>-1</sup>) (MITCHELL; KETTLEWELL, 2004).

Segundo Mitchell *et al.* (1990) quando a temperatura do microambiente do caminhão no transporte de frangos estiver em 28°C e a umidade relativa aumentar de 20 para 80% resultará em aumento de 0,42°C/h na temperatura corporal dos frangos. Portanto, é importante controlar a temperatura do microambiente do caminhão para minimizar o estresse térmico e melhorar o bem estar dos frangos no transporte.

Furlan *et al.* (2005) descreveram que a ventilação no transporte de frangos é importante para evitar o estresse por calor que prejudica o bem estar das aves e compromete a qualidade final da carne. Webster *et al.* (1993) usaram um modelo para prever a perda de calor metabólica pelos frangos durante o transporte no Reino Unido e sugeriram que os frangos estão sujeitos a uma estreita faixa de conforto térmico e propuseram que o estresse térmico pode ser minimizado com um adequado controle de ventilação do ar no interior do veículo.

Com base nestes levantamentos, observa-se que a ventilação natural durante o transporte de frangos é importante, pois contribui para a manutenção de uma temperatura adequada no microambiente do caminhão.

Entretanto a ventilação natural pode apresentar variações nas diferentes estações do ano e não atingir uniformemente os frangos acomodados no caminhão. Assim, a implementação de sistemas de ventilação mecânica em veículos de transporte de frangos poderia amenizar os problemas decorrentes do estresse térmico. Porém, para que esta prática seja adotada são necessárias investigações para comprovar as perdas decorrentes de práticas de transporte inadequadas.

Na União Européia, com base em estudos abordando o bem estar animal de bovinos, ovinos, suínos e caprinos, foi estabelecido padrões de microambiente no caminhão durante o transporte destes animais (EUROPEAN COMMISSION, 1999). Porém, em aves as pesquisas ainda são insipientes quanto à avaliação das condições climáticas durante o transporte, desta forma, ressalta-se a importância em aprofundar o conhecimento sobre este tema.

#### 3.1.4 Descanso Pré-Abate de Frangos

O descanso pré-abate dos frangos após a chegada ao abatedouro é uma prática muito importante para obter uma carne de qualidade. Segundo Kannan *et al.* (1997), os frangos abatidos imediatamente após 3h de transporte apresentaram nível de corticosterona maior do que aqueles que aguardaram 4h de descanso antes de serem abatidas e o elevado nível de corticosterona no plasma resultou em carnes de frango mais pálidas.

Guarnieri *et al.* (2004) verificaram que o banho de aspersão de água associado à ventilação antes do abate de frangos contribuiu para recuperação da normalidade fisiológica (homeostase) e repercutiu positivamente nos processos bioquímicos, assim evitou a instalação do fenômeno PSE em filés de peito, sendo esta uma prática adotada atualmente pelas empresas.

Durante o descanso pré-abate em galpão de espera com ventilação forçada, os frangos transportados em caixas localizadas no centro do caminhão recebem menor ventilação e sofrem com as alterações de temperatura, as quais

podem se manter fora da zona de conforto térmico. Nestas condições, ocorre uma situação de estresse com ativação do centro hipotalâmico para manutenção da temperatura corporal com conseqüente vasodilatação periférica e aumento dos movimentos respiratórios. Portanto, é importante que os caminhões permaneçam em ambiente com uma adequada ventilação que atinge uniformemente os frangos, reduz a carga térmica no microambiente do caminhão e o estresse das aves (BRESSAN, 1998; NAAS *et al.*, 1998).

Os efeitos do microambiente no transporte das aves associados aos efeitos do tempo de descanso pré-abate, devem ser controlados para evitar a hipertermia que ocasiona redução do glicogênio hepático e altera a qualidade da carne (MITCHELL; KETTLEWELL, 2003).

### 3.1.5 Estresse Térmico

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. Estas reações são acompanhadas pela liberação de hormônios como catecolaminas, epinefrina e norepinefrina (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006). O mecanismo metabólico pelo qual o animal resiste ao estresse e retorna a homeostase é a liberação do hormônio corticosterona que converte as proteínas em glicose nas células do músculo, cujo processo é conhecido como gliconeogênese (SIEGEL, 1995).

Os principais fatores responsáveis por desencadear em aves liberações de catecolaminas e causar alterações fisiológicas características do estresse no período pré-abate são: intervalo de jejum e dieta hídrica (SAMS; MILLS, 1993), transporte (WARRIS *et al.*, 1993) e temperatura do ambiente (NORTHCUTT *et al.*, 1994; SANDERCOCK *et al.*, 2001; BRESSAN; BERAQUET, 2002; DEBUT *et al.*, 2003).

O estresse térmico resultados das interações entre temperatura, umidade relativa, radiação e velocidade do vento. Sendo que temperaturas elevadas foram consideradas como o fator mais importante e provoca estresse em frangos de corte (LIN *et al.*, 2006).

Os fatores térmicos, representados principalmente pela temperatura e pela umidade relativa do ar afetam diretamente as aves por comprometerem a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos sensíveis e latentes de perda de calor (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

A temperatura ambiental e a umidade relativa influenciam a perda de calor sensível e latente do corpo do animal. Quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem em remover o calor interno pelas vias aéreas, com conseqüente aumento da freqüência respiratória. Sendo que a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar (PATIENCE, 1990; BELAY;TEETER, 1993; MACARI *et al.*, 1994; OLIVEIRA *et al.* 2006).

Durante o transporte ou no descanso pré-abate, os frangos podem sofrer situações de estresse agudo devido episódios de calor ou frio intenso. Estes desafios estressantes podem causar efeitos negativos na produtividade, na taxa de mortalidade e na qualidade da carne (WARRIS *et al.*, 1993; MITCHELL; KETTLEWELL, 1998). Os frangos expostos a um estresse térmico agudo, ou de curto prazo, imediatamente antes do abate apresentaram alterações na qualidade da carne devido a mudanças na permeabilidade das membranas e no metabolismo muscular (NORTHCUTT *et al.*, 1994; SANDERCOCK *et al.*, 2001).

Segundo McCurdy *et al.* (1996) e Barbut (1998) a ocorrência de PSE em carnes de perus foi maior nos meses de verão, quando a temperatura ambiente foi elevada, sugerindo a susceptibilidade das aves ao estresse térmico. Da mesma forma, McKee e Sams (1997) verificaram que o estresse térmico sazonal acelerou o metabolismo *post mortem* e as mudanças bioquímicas no músculo com formação de carnes de perus com características PSE.

As aves, sendo animais homeotermos possuem a temperatura regulada por meio de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais. Quando a temperatura ambiente está acima da zona de neutralidade, o frango inicia um processo de hiperventilação com o objetivo de aumentar a perda de calor pelos mecanismos evaporativos nas vias aéreas superiores. Simultaneamente, ocorre vasodilatação periférica com maior fluxo de sangue nas extremidades e conseqüente perda de calor evaporativa cutânea (MACARI *et al.*, 1994; BRESSAN *et al.*, 2003).

Furlan *et al.* (1999) associaram o aumento da taxa respiratória com o resfriamento corporal por evaporação, ou seja, em situações de hipertermia, as aves

aumentaram a taxa respiratória para elevar a evaporação e, conseqüentemente, resfriar melhor o corpo. A hipertermia aguda e a alcalose respiratória em frangos foram associadas a miopatias induzidas por estresse térmico com conseqüentes problemas de qualidade da carne (SANDERCOCK *et al.*, 2001).

Controlar as condições ambientais durante etapas pré-abate de frangos é fundamental para garantir o conforto térmico. Macari e Furlan (2001) classificaram o conforto térmico como uma faixa de temperatura e umidade relativa ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeostase é mantida com o menor gasto de energia possível. Segundo estes pesquisadores, temperatura de 21 a 24°C e umidade relativa de 55 a 65% estão dentro da faixa de conforto térmico para frangos de corte na sexta semana de vida.

Considerando que as condições ambientais são potenciais agentes estressores, destaca-se a importância deste estudo em investigar o microambiente do caminhão no transporte de frangos e a influência do banho de água sobre os frangos após o carregamento no caminhão. Além disso, verifica-se a necessidade de implementar parâmetros de controle no transporte de frangos para minimizar o estresse térmico, garantir o conforto térmico e favorecer o bem estar das aves e a qualidade da carne.

### 3.2 PSE EM CARNES DE AVES

A denominação PSE é originária das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale*, *Soft* e *Exudative* que significam respectivamente, carnes com superfície de cor pálida, textura macia e pobre capacidade de retenção de água (CRA) (FELÍCIO, 1986).

As características destas carnes em suínos são resultados da manifestação da síndrome do estresse suíno - *Porcine Stress Syndrome* (PSS) (CHEAH *et al.*, 1984) ou Hipertermia Maligna (HM) (FUJII *et al.*, 1991), cujo estresse foi desencadeado por fatores ambientais e fisiológicos, como mudanças na temperatura ambiente, excitação, transporte e exercícios que podem levar à morte inesperada dos animais (CHEAH; CHEAH, 1981; CHEAH *et al.*, 1984). Estudos com suínos mostraram a relação entre carnes PSE e PSS, a qual foi relacionada com

excessiva liberação nas células de íons  $\text{Ca}^{2+}$  durante a contração muscular, ocasionando um rápido metabolismo anaeróbico e rigidez do músculo (MITCHELL; HEFFRON, 1982; BERTOL, 2005). Essa relação foi comprovada por Fujii *et al.* (1991) que detectaram um ponto de mutação no gene *ryr1*, responsável por codificar a proteína denominada receptora de rianodina do tipo 1 (RyR1) ou canal liberador de íons  $\text{Ca}^{2+}$  localizado no retículo sarcoplasmático do músculo esquelético (O'BRIEN, 1995). Quanto ao PSE em frangos, não há confirmação de equivalência com a PSS em suínos (SANTOS *et al.*, 2004).

As condições PSE em suínos resultaram de uma taxa de glicólise *post mortem* extremamente elevada, que reduziu o pH muscular, geralmente inferior a 5,8 enquanto a carcaça ainda está quente, ao redor de  $35^{\circ}\text{C}$  aos 45 min *post mortem*. Essa rápida queda do pH provoca desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas e ocasionou excessiva perda de exsudato (BENDALL; WISMER-PERDERSEN, 1962) com prejuízos as propriedades funcionais da carne (CANDEK-POTOKAR *et al.*, 1998; BREWER; McKEITH, 1999).

Em aves, o PSE tornou-se relevante devido o rápido crescimento da produção de industrializados que despertou o interesse em pesquisar as características bioquímicas das carnes de aves (BARBUT, 1997a, 1997b, 1998). Sendo que a sua ocorrência começou a ser constatada no final da década de 70 com algumas publicações sobre o assunto. Froning *et al.* (1978) verificaram que carnes de perus expostos a situações de estresse pré-abate, como aquecimento ou agitação, exibiram um acelerado declínio do pH.

A ocorrência de carnes PSE em frangos merece uma investigação com destaque, uma vez que pode alcançar de 30 a 50% dependendo das condições de manejo pré-abate (WOELFEL *et al.*, 2002). No Brasil, Soares *et al.* (2002) verificaram a ocorrência de PSE em filés de peito de frangos em um abatedouro na região oeste de Santa Catarina em duas estações do ano. No inverno a ocorrência de PSE em filés de peito (n= 353) foi de 22,3% e no verão (n= 811) foi de 15,9%. Em trabalho mais recente, realizado em um abatedouro na região oeste do Paraná no verão, Langer *et al.* (2008) avaliaram o efeito das distâncias de transporte de frangos de 4km (n= 300) e 62 km (n= 300) e encontraram uma ocorrência de PSE em filés de peito de 22 e 32%, respectivamente. Porém, os fatores que ocasionaram esta ocorrência não foram investigados.

Mitchell *et al.*, (2003) relataram que a intensa seleção genética, as rápidas taxas de crescimento e os manejos de produção visando obter altos níveis de produtividade foram associados a alterações na função celular muscular de frangos. As aves são susceptíveis a desenvolverem miopatias por distúrbios nos componentes do sistema de regulação do cálcio sarcoplasmático com conseqüente ruptura do sistema de homeostase do cálcio e danos musculares. Porém, os fenômenos causadores destas miopatias e danos musculares ainda não foram bem esclarecidos.

Berri *et al.* (2001) e Bihan-Duval *et al.* (2001) sugeriram que a seleção genética para o crescimento e desenvolvimento do músculo *Pectoralis major* de frangos não ocasionou impacto negativo sobre a qualidade deste, embora estes procedimentos causem mudanças no metabolismo *post mortem*.

A condição PSE em aves foi caracterizada pelo processo de *rigor mortis* acelerado, com pH final em torno de 5,8 e temperatura muscular acima de 35°C, o que ocasionou desnaturação das proteínas miofibrilares (SOSNICKI *et al.*, 1998). Olivo *et al.* (2001) constataram que em frangos, o pH final pode atingir valores abaixo de 5,8 em até 15 min *post mortem*, enquanto que em suínos o pH final em torno de 5,8 é atingido 45 min *post mortem*. Nestas condições Guarnieri *et al.* (2002) observaram desnaturação parcial das proteínas miofibrilares com redução da capacidade de retenção de água e conseqüente exsudação, resultando em uma carne com aspecto de superfície molhada.

As condições de manejo pré-abate a que são submetidas as aves, como jejum alimentar, apanha, transporte, temperatura e umidade relativa do ambiente são fatores que conduzem ao estresse e influenciam a qualidade da carne com aumento na ocorrência do fenômeno PSE (SAMS, 1999).

Em perus foi verificado que a ocorrência de PSE é maior nos meses de verão, devido à susceptibilidade das aves ao estresse térmico que acelerou o metabolismo *post mortem* com alterações bioquímicas no músculo (McCURDY *et al.* 1996; MCKEE; SAMS, 1997; BARBUT 1998).

Uma das causas conhecidas para desenvolvimento de PSE em carne de frangos é o estresse sofrido pelas aves durante o manejo pré-abate, principalmente no transporte da granja ao abatedouro. Kannan *et al.* (1997) investigaram o efeito do transporte e observaram que os frangos abatidos imediatamente após o transporte de 3 h apresentaram maior nível de corticosterona

do que aqueles que aguardaram 4 h em descanso pré-abate. Além disso, verificaram que o elevado nível de corticosterona no plasma resultou em carnes de frango mais pálidas. Entretanto, em perus, Owens & Sams (2000) verificaram que o abate imediatamente após o transporte, não induziu o desenvolvimento de carnes PSE.

Olivo *et al.* (2001) demonstraram que frangos susceptíveis ao estresse térmico apresentaram desenvolvimento de carnes PSE, sendo que estas foram caracterizadas por propriedades funcionais comprometidas. Além disso, verificaram que a suplementação de vitamina E na dieta de frangos preveniu o desenvolvimento de carnes PSE devido a inibição da atividade da fosfolipase A<sub>2</sub> (PLA<sub>2</sub>).

Soares (2003) verificou a ativação da PLA<sub>2</sub> em situações de estresse, sendo que sua alta atividade foi considerada como a causa para o surgimento de carnes PSE em frangos. Esta enzima influencia os eventos bioquímicos que ocorrem em suínos com hipertermia maligna (HM) e conseqüentemente na formação de carnes PSE. A PLA<sub>2</sub> mitocondrial é ativada pelo Ca<sup>2+</sup> e hidrolisa os fosfolípidios da membrana, formando ácidos graxos insaturados de cadeia longa. Estes produtos induzem o retículo sarcoplasmático a liberar mais Ca<sup>2+</sup> ocasionando a perda de controle da glicólise e conseqüente formação de carnes PSE, visto que o aumento do nível de Ca<sup>2+</sup> no retículo sarcoplasmático está associado a elevada formação de ácido láctico (CHEAH; CHEAH, 1981).

As carnes PSE de aves, assim como a de suínos apresentam suas propriedades funcionais comprometidas, devido à acelerada queda de pH enquanto a carcaça apresenta temperaturas elevadas, o que implica em desnaturação protéica (LARA, 2003). As proteínas são as principais responsáveis pelas características funcionais das matérias-primas cárneas (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006). A desnaturação parcial das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas causa palidez da carne e perda na capacidade de retenção de água e resulta em carne com aspecto de superfície molhada, causando problemas tecnológicos como pouca emulsificação, força do gel enfraquecida, diminuição do rendimento, baixa coesividade, textura inadequada e quebras no fatiamento que influenciam diretamente na qualidade final e no desempenho financeiro dos produtos industrializados (OLIVO *et al.*, 2001; GUARNIERI *et al.*, 2002).

A determinação de PSE em carnes de aves tem sido realizada pela combinação das análises de pH, cor e algumas propriedades funcionais. A palidez

da carne foi diretamente relacionada com a desnaturação protéica causada pelo baixo pH. Quando ocorre diminuição do pH, aumenta-se a birrefringência com menos luz sendo transmitida pelas fibras e mais luz sendo dispersa, portanto a carne apresenta-se pálida (BENDAL; SWATLAND, 1988; SWATLAND, 1995).

Alguns pesquisadores propuseram a utilização de valores de luminosidade  $L^*$  (sistema CIELAB ou Hunter) para classificação de carnes de aves em PSE e normal. McKee e Sams (1998) e Owens *et al.* (2000) classificaram como PSE as carnes de perus que apresentaram valor de  $L^* > 53$ , enquanto que Barbut (1993) sugeriu valores de  $L^* > 49$  para carnes de frango PSE. Contudo Soares *et al.* (2002) classificaram como PSE os filés de frango com valores de  $L^* > 53$  e filés com  $L^* > 44$  e  $L^* < 53$  como Normal. Esta classificação pode ser utilizada pelos frigoríficos como um indicador das propriedades funcionais da carne e possibilita o adequado emprego destas carnes nas linhas de processamento.

### 3.3 DFD EM CARNES DE AVES

Outro problema relacionado à coloração, comumente encontrado nos filés de peito de frango foi o aparecimento da carne DFD (QIAO *et al.*, 2001), cujo termo é originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Dark, Firm e Dry* que significam respectivamente, carnes com as características de cor escura, textura firme e superfície seca.

Este problema ocorre devido à baixa reserva de glicogênio no músculo no momento do abate que conduz a uma glicólise lenta com pouca formação de ácido láctico e conseqüente pH final próximo ao valor fisiológico. Nestas condições de elevado pH, a capacidade de reter moléculas de água intracelularmente aumenta, resultando em carnes com superfície seca, textura firme devido ao intumescimento das fibras pelos fluidos sarcoplasmáticos e de cor avermelhada pela maior absorção de luz (WOOD; RICHARDS, 1975; SWATLAND, 1995). Assim, a aparência da carne DFD torna-se menos atrativa e o pH favorável ao crescimento bacteriano (CHEN *et al.*, 1991; ALLEN *et al.*, 1998).

Em suínos, o DFD resultou de fatores estressantes em que os animais são submetidos por um longo período de tempo antes do abate, como

agitação dos animais no transporte, manejo inadequado e prolongado, temperatura ambiente muito fria que causam fadigas musculares e reduzem a concentração de glicogênio do músculo no momento do abate (GISPERT *et al.*, 2000). O glicogênio geralmente é metabolizado em ácido láctico que abaixa o pH do músculo *post mortem*, normalmente de 7,2 (pH fisiológico) a 5,5 - 5,8 dentro de 6 a 8h, porém quando o músculo apresenta baixa concentração de glicogênio, o pH final da carne apresenta-se igual ou superior a 6,0 caracterizando-se em DFD (BENDALL; SWATLAND, 1988).

Gispert *et al.* (2000) analisaram as condições de manejo pré-abate de suínos da fazenda até o abatedouro e observaram uma maior incidência de DFD em suínos no inverno do que no verão quando os animais foram transportados por mais de 2h e o tempo de espera anterior ao abate foi superior a 9h. Observaram também que carcaças com danos na pele apresentaram maior nível de cortisol, creatina fosfoquinase, lactato e maior incidência de carne DFD.

O DFD em aves foi constatado por vários pesquisadores que relataram que este problema pode ser decorrente das condições de manejo pré-abate, sendo os fatores de riscos as baixas temperaturas de ambientes, a privação da ração e tempo de transporte dos animais (WOOD; RICHARDS, 1975). O estresse ao frio ocorre quando a temperatura ambiente durante o transporte é muito baixa e as aves movimentam-se mais, aumentando o consumo da reserva de glicogênio. Esta redução da reserva de glicogênio foi o fator do desenvolvimento de carne DFD. Qiao *et al.* (2002) sugeriram que o desenvolvimento de carnes análogo ao DFD em frangos pode ser devido à predisposição genética ou fatores de estresse *ante mortem*. Este problema em frangos ainda não foi bem esclarecido, portanto tem sido denominado de análogo ao DFD (a-DFD).

Chen *et al.* (1991) constataram que o tempo de jejum e o exercício forçado antes do abate podem causar desenvolvimento de carnes DFD pois, patos submetidos a mais de 8 h de jejum e forçados a exercitar-se por 10 min antes do abate apresentaram filés com características DFD.

Soares *et al.* (2002) com base nos valores de luminosidade ( $L^*$ ) classificaram como a-DFD os filés de peito de frango com valores de  $L^* < 44$ . Estes pesquisadores verificaram a ocorrência de filés de peito de frango a-DFD em um abatedouro na região oeste de Santa Catarina no inverno e verão. Assim, no inverno encontraram 0,37% (n= 353) de filés a-DFD e no verão 5,95% (n= 811). A maior

ocorrência de filés a-DFD verificado no verão foi associada ao banho de aspersão de água na etapa de descanso pré-abate que provocou diminuição no nível de glicogênio devido a agitação das aves para o equilíbrio da temperatura corporal.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 OCORRÊNCIA DE PSE (*PALE, SOFT, EXUDATIVE*) E ANÁLOGO AO DFD (*DARK, FIRM, DRY*) EM FILÉS DE PEITO DE FRANGO (*PECTORALIS MAJOR*) EM UM ABATEDOURO NO INVERNO E VERÃO

#### 4.1.1 Matéria-Prima

Para verificar a ocorrência de PSE e a-DFD em filés de peito de frango foram utilizados 510 frangos criados e abatidos no inverno e 650 frangos no verão do ano de 2008. Todos de linhagem comercial, de ambos os sexos, com idades entre 42 e 46 dias, provenientes de um abatedouro da região oeste do Paraná.

#### 4.1.2 Descanso Pré-Abate, Abate e Coleta de Amostras

Antes do abate todos os frangos permaneceram em descanso pré-abate no galpão de espera, onde receberam aspersão de água e ventilação por um tempo médio de 45 min. O abate seguiu a linha de processamento comercial com as seguintes etapas: pendura, insensibilização elétrica, escaldagem, depenagem, evisceração e resfriamento em pré-chiller com temperaturas de 5 a 10°C por 25 min e em chiller com temperatura de 2 a 5°C por 55 min. A permanência dos frangos na linha de abate foi de aproximadamente 90 min.

Em seguida as carcaças foram retiradas da linha de processamento e desossadas manualmente, retirando-se o músculo *Pectoralis major*. Estes foram colocados em bandejas plásticas identificadas, cobertos com plásticos de polietileno e armazenados sob refrigeração a 2°C por 24h para posterior análise de pH e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ).

#### 4.1.3 Medida de pH

As análises de pH foram realizadas em duplicata no músculo *Pectoralis major* 24h *post mortem* utilizando o potenciômetro de contato (Modelo 205, Marca Testo), conforme descrições de Soares *et al.* (2002) e Oda *et al.* (2003). O ponto de incisão do eletrodo foi na parte cranial ventral do filé conforme Boulianne e King (1995) e adaptado por Olivo *et al.* (2001).

#### 4.1.4 Medida de Cor

As mesmas amostras utilizadas na determinação do pH foram analisadas para determinação da cor. O aparelho de medida de cor foi um colorímetro (Marca Minolta®, Modelo CR400) com iluminação d/8 e iluminante C. As medidas de cor foram realizadas em três diferentes pontos na face ventral do músculo *Pectoralis major* 24h *post mortem*.

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

#### 4.1.5 Classificação dos Filés de Peito de Frango

O valor de L\* foi utilizado como parâmetro para classificação dos filés conforme descrito por Soares *et al.* (2002). Assim, os filés com valores de L\* > 53 foram classificados como PSE, com valores de L\* < 44 como análogo ao DFD e com valores intermediários de 44 < L\* < 53 como Normal.

#### 4.1.6 Análise Estatística

O programa STATISTICA *for Windows* 7.0 foi utilizado para aplicação do teste de média de Tukey a 5% de probabilidade para detectar as

diferenças nas medidas de pH e cor dos filés de frango após 24h *post mortem*. O teste de coeficiente de correlação de Pearson a 1% de probabilidade foi utilizado para avaliar a correlação entre pH e L\*, pH e a\* e pH e b\*.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE NO CAMINHÃO DE TRANSPORTE DE FRANGOS NO INVERNO E OCORRÊNCIA DE PSE (*PALE, SOFT, EXUDATIVE*) E ANÁLOGO AO DFD (*DARK, FIRM, DRY*) EM FILÉS DE PEITO (*PECTORALIS MAJOR*)

##### 4.2.1 Matéria-Prima

No experimento realizado no inverno do ano de 2008 foram utilizados 540 frangos, de ambos os sexos, de linhagem comercial, com idade média de 43 dias, provenientes de granjas integradas a um abatedouro comercial localizado na região oeste do Paraná.

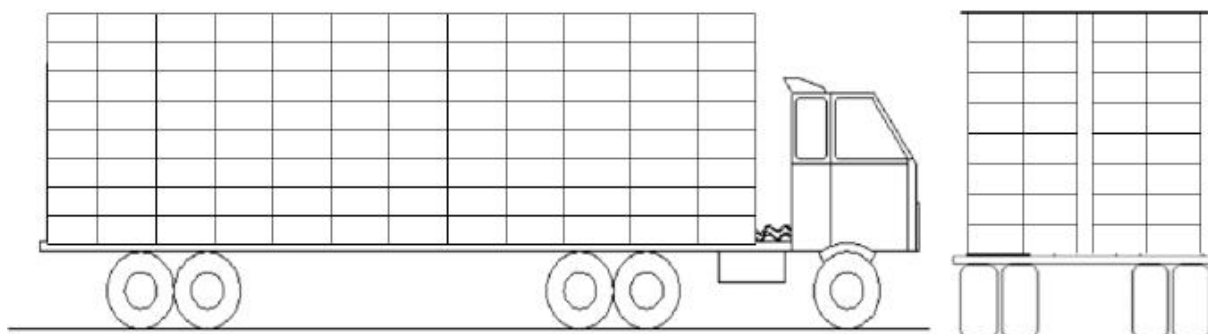
##### 4.2.2 Distâncias de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro

As distâncias médias de transporte de frangos da granja ao abatedouro foi de 15 e 57 km e provenientes de granjas localizadas a 16, 14 e 15 km e de 60, 58 e 53 km, respectivamente.

##### 4.2.3 Características de Distribuição das Caixas de Frangos no Caminhão para o Transporte da Granja ao Abatedouro

Todos os caminhões utilizados para o transporte dos frangos, possuíam carroceria com 10 m de comprimento, 2,3 m de largura e 2,5 m de altura. No caminhão as caixas de frangos foram distribuídas da seguinte forma: 12 caixas

no sentido horizontal, 08 na vertical e em 04 fileiras, totalizando 384 caixas. Para cada duas fileiras de caixas distribuídas no caminhão havia um espaço de 0,20 m para circulação do vento. A figura 2 apresenta a distribuição das caixas de frangos no caminhão durante o transporte da granja ao abatedouro.



**Figura 2** – Caminhão de transporte de frangos da granja ao abatedouro com distribuição das caixas (Adaptação de Barbosa Filho, 2008).

#### 4.2.4 Caracterização do Microambiente no Caminhão de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate

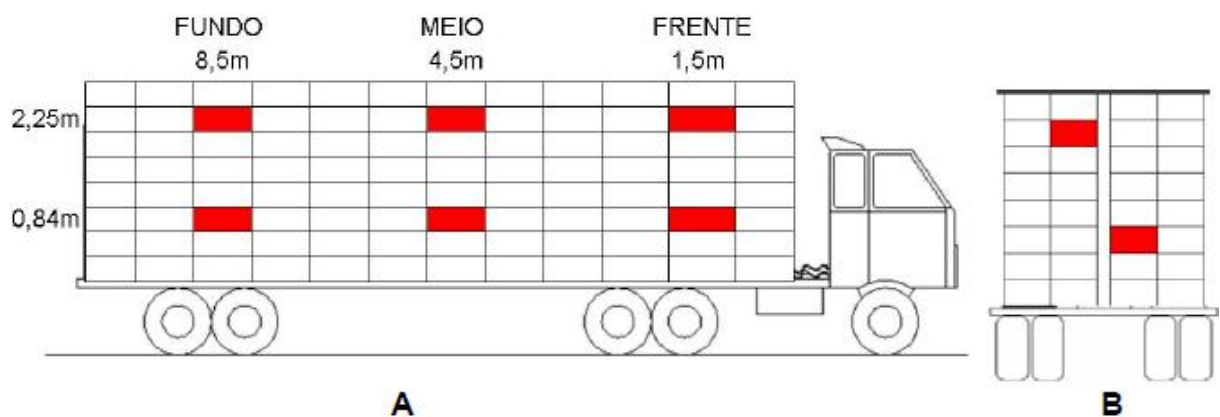
As variáveis temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa (%) foram registradas para monitorar as condições climáticas com finalidade de caracterizar o microambiente no caminhão de transporte de frangos da granja ao abatedouro e no descanso pré-abate. As condições climáticas foram associadas com a ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito (*Pectoralis major*).

Para tanto foram utilizados termohigrômetros LogBox-RHT (Marca Novus) e Temprecord-RHT (Marca Didai Tecnologia) conforme apresentado na Figura 3. Estes foram programados para monitorar e registrar as variáveis temperatura e umidade relativa ao longo do tempo de transporte e descanso pré-abate no abatedouro.



**Figura 3** – Termohigrômetros Temprecord-RHT (Marca Didai tecnologia) e LogBox-RHT (Marca Novus) programados para monitorar e registrar as condições climáticas durante o transporte de frangos da granja ao abatedouro e descanso pré-abate.

Desta forma, o microambiente no transporte de frangos foi caracterizado em três diferentes regiões do caminhão cuja carga foi dividida nas regiões da frente, meio e fundo. Seis termohigrômetros foram fixados dentro das caixas das regiões da frente, meio e fundo a 1,5 m, 4,5 m, e 8,5 m de comprimento respectivamente, sendo um deles a 0,84 m de altura e outro a 2,25 m (Figura 4 A e B). Todos os termohigrômetros foram fixados nas caixas das fileiras do meio como apresentado na figura 4 B.



**Figura 4** – A) Regiões do caminhão onde foram fixados os termohigrômetros (frente, meio e fundo) utilizados para registrar e monitorar as condições climáticas no caminhão de transporte de frangos. B) Disposição dos termohigrômetros nas fileiras do meio do caminhão (Adaptação de Barbosa Filho, 2008).

#### 4.2.5 Condições de Apanha, Carregamento, Transporte e Descanso Pré-Abate dos Frangos no Inverno

As etapas de apanha, carregamento, transporte e descanso pré-abate dos frangos foram realizadas entre 11:00 e 14:00h. Os frangos foram submetidos a um período de oito horas de jejum, conforme procedimento da empresa.

Para verificar o efeito da localização das caixas de frangos no caminhão de transporte sobre a ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito, 540 frangos foram identificados com lacres de diferentes cores durante a apanha nas granjas (Figura 5). Os frangos identificados foram colocados nas caixas de transporte e distribuídos durante o carregamento, em três regiões do caminhão (frente, meio e fundo) juntamente com o termohigrômetro, conforme representado na figura 4.



**Figura 5** – Identificação dos frangos com lacres coloridos durante a apanha nas granjas.

Após o carregamento e transporte dos frangos até o abatedouro, os caminhões seguiram para o galpão de espera com adequado sistema de ventilação forçada e aspersão de água. Neste, os frangos permaneceram em descanso até o momento do abate.

Durante as etapas de apanha, carregamento, transporte, descanso pré-abate e abate dos frangos foram anotadas no Registro de Acompanhamento do Lote (Anexo A), as seguintes informações: data da apanha, proprietário, identificação do lote, sexo, linhagem, idade, tempo de jejum alimentar, horário da apanha, distância da granja, tempo de transporte, velocidade do caminhão, temperatura ambiente, umidade relativa ambiente, tempo de descanso com aspersão de água e ventilação, horário do abate e início das análises. Estas informações foram utilizadas para subsidiar a análise dos dados.

#### 4.2.6 Linha de Abate e Coleta de Amostras

Após o descanso pré-abate com ventilação e aspersão de água, os frangos seguiram a linha de abate comercial com as seguintes etapas: pendura, insensibilização elétrica, escaldagem, depenagem, evisceração, resfriamento em pré-chiller com temperaturas de 5 a 10°C por 25 min e em chiller com temperatura de 2 a 5°C por 55 min. A permanência dos frangos na linha de abate foi de aproximadamente 90 min.

Após o resfriamento em chiller, as carcaças identificadas nas granjas foram retiradas da linha de processamento e desossadas manualmente, retirando-se o músculo *Pectoralis major*. Estes foram colocados em bandejas plásticas identificadas, cobertos com plásticos de polietileno e armazenados sob refrigeração a 2°C por 24h para posterior análise de pH e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ).

#### 4.2.7 Medidas de pH

A medida do pH foi realizada de acordo com o descrito no item 4.1.3.

#### 4.2.8 Medidas de Cor

A medida de cor foi realizada conforme descrito no item 4.1.4.

#### 4.2.9 Classificação dos Filés de Peito de Frango

O procedimento adotado para classificação dos filés de peito de frangos foi conforme descrito no item 4.1.5.

#### 4.2.10 Avaliação do Conforto Térmico no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos no Inverno

O conforto térmico do microambiente de transporte de frangos foi avaliado pelo uso do Índice de Entalpia de Conforto (IEC). Este índice depende diretamente da temperatura e umidade relativa do ar e expressa a quantidade de energia presente no meio. Assim, quanto maior o valor de entalpia, maior será a quantidade de energia (calor) do ambiente (BARBOSA FILHO, 2007).

O valor do IEC foi calculado para cada região do caminhão (frente, meio e fundo) durante o transporte de frangos segundo Barbosa Filho *et al.* (2007). O IEC foi determinado conforme Equação 1 e o resultado foi aplicado na Tabela Prática para Avaliação do Ambiente de Galpões de Frangos de Corte (Anexo B) para avaliação do conforto térmico no microambiente do caminhão.

$$H = 6,7 + 0,243 * T_{bs} + \left\{ \frac{UR}{100} * 10^{\frac{7,5 * T_{bs}}{237,3 + T_{bs}}} \right\} * 4,18$$

Equação 1

Onde:

H = Entalpia (kcal/kg ar seco)

T<sub>bs</sub> = temperatura do bulbo seco (°C)

UR = umidade relativa do ar (%)

#### 4.2.11 Índice de Mortalidade

O índice de mortalidade dos frangos transportados nas distâncias médias de 15 e 57km no inverno foi quantificado na etapa de pendura na nória de abate. Assim, conforme denominado por Warris *et al.* (2005) representou as "Mortes na Chegada".

#### 4.2.12 Análise Estatística

O programa STATISTICA *for Windows* 7.0 foi utilizado para aplicação do teste de média de Tukey a 5% de probabilidade com finalidade de comparar as medidas de temperatura, umidade relativa e índice de entalpia de cada região do caminhão de transporte de frangos (frente, meio e fundo) nas distâncias médias de transporte de 15 e 57 km, bem como comparar os valores de pH, L\*, a\* e b\* dos filés de peito classificados como PSE, a-DFD e Normal. O teste de correlação de Pearson a 1% de probabilidade foi realizado para avaliar a correlação dos valores de pH e L\*, \* e pH e b\*.

O programa SPSS 10.0 foi utilizado para aplicação da análise de regressão logística seguindo descrições de Terzin *et al.* (1997) e Hosmer e Lemeshow (1989). A análise de regressão logística foi aplicada para verificar o efeito das distâncias médias de transporte de 15 e 57km da granja ao abatedouro e das localizações das caixas de transporte no caminhão (frente, meio e fundo) sobre a ocorrência de PSE e a-DFD em filés de peito. Esta análise estatística foi utilizada para descrever a relação ou a associação entre a ocorrência ou não do fenômeno PSE (variável resposta) e as distâncias de transporte e localização das caixas de frangos no caminhão (variáveis independentes). Pela análise de regressão logística, foi calculada a estimativa de risco para a ocorrência de PSE conforme a distância de transporte e a localização das caixas no caminhão.

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE NO CAMINHÃO DE TRANSPORTE DE FRANGOS NO VERÃO E OCORRÊNCIA DE PSE (*PALE, SOFT, EXUDATIVE*) E ANÁLOGO AO DFD (*DARK, FIRM, DRY*) EM FILÉS DE PEITO (*PECTORALIS MAJOR*)

#### 4.3.1 Matéria-Prima

No experimento realizado no verão do ano de 2008 foram utilizados 1080 frangos, de ambos os sexos, de linhagem comercial, com idade média de 44 dias, provenientes de granjas integradas a um abatedouro comercial localizado na região oeste do Paraná.

#### 4.3.2 Distâncias de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro

As distâncias médias de transporte de frangos da granja ao abatedouro foram de 15, 35 e 55 km e provenientes de granjas localizadas a 14 e 16km, 33 e 37 km e 54 e 56 km, respectivamente.

#### 4.3.3 Características de Distribuição das Caixas de Frangos no Caminhão de Transporte da Granja ao Abatedouro

As características de distribuição das caixas de frangos utilizadas para o transporte da granja ao abatedouro na estação de verão foram as mesmas utilizadas no experimento de inverno e descritas no item 4.2.3.

#### 4.3.4 Caracterização do Microambiente no Caminhão Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro e no Descanso Pré-Abate

As variáveis temperatura (°C), umidade relativa (%) e velocidade do ar (m/s) foram registradas para monitorar as condições climáticas com a finalidade de caracterizar o microambiente no caminhão de transporte de frangos da granja ao

abatedouro e descanso pré-abate. As condições climáticas foram associadas com a ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito (*Pectoralis major*).

Para tanto foram utilizados termoanemômetros (Marca Nielsen-Kellerman, Modelo Kestrel 4000) programados para monitorar e registrar as variáveis temperatura, umidade relativa e velocidade do ar (m/s) ao longo do tempo de transporte e descanso no abatedouro (Figura 6).



**Figura 6** – Termoanemômetro (Marca Nielsen-Kellerman, Modelo Kestrel 4000) programado para monitorar e registrar as condições climáticas durante o transporte de frangos da granja ao abatedouro e descanso pré-abate.

Assim como na estação de inverno, o microambiente no transporte de frangos foi caracterizado em três diferentes grupos do caminhão cuja carga foi dividida nas regiões da frente, meio e fundo. Seis termoanemômetros foram fixados dentro das caixas das regiões da frente, meio e fundo a 1,5 m, 4,5 m, e 8,5 m de comprimento respectivamente, sendo três deles a 0,84 m de altura e os outros a 2,25m (Figura 4 A e B). Todos os termoanemômetros foram fixados nas caixas das fileiras do meio do caminhão, como apresentado na figura 4 B.

#### 4.3.5 Condições de Apanha, Carregamento, Transporte e Descanso Pré-Abate de Frangos no Verão

As etapas de apanha, carregamento, transporte e descanso pré-abate foram realizadas nos horários de verão entre 10:00 e 16:00h. Os frangos

foram submetidos a um período de oito horas de jejum, conforme procedimento da empresa.

Para verificar o efeito da aplicação do banho de água após o carregamento dos frangos no caminhão, em cada distância de transporte os frangos foram separados em dois lotes denominados de LsB, que não recebeu o banho de água após o carregamento e LcB, que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos.

Foi verificado o efeito da localização das caixas de frangos no caminhão de transporte sobre a ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito. Para isso, durante a apanha nas granjas das distâncias médias de 15, 35 e 55 km foram identificados 540 frangos para o lote LsB e 540 frangos para o lote LcB utilizando lacres de diferentes cores (Figura 5). Os frangos identificados foram colocados nas caixas de transporte e divididos durante o carregamento, em três regiões do caminhão (frente, meio e fundo) juntamente com os termoanemômetros conforme representado na figura 4.

Após o carregamento e transporte dos frangos ao abatedouro, os caminhões seguiram para o galpão de espera com adequado sistema de ventilação forçada e aspersão de água. Neste, os frangos permaneceram em descanso até o momento do abate.

Durante as etapas de apanha, carregamento, transporte, descanso pré-abate e abate dos frangos foram anotadas no Registro de Acompanhamento do Lote (Anexo A), as seguintes informações: data da apanha, proprietário, identificação do lote, sexo, linhagem, idade, tempo de jejum alimentar, horário da apanha, distância da granja, tempo de transporte, velocidade do caminhão, temperatura ambiente, umidade relativa ambiente, tempo de descanso com aspersão de água e ventilação, horário do abate e início das análises. Estas informações foram utilizadas para subsidiar a análise dos dados.

#### 4.3.6 Linha de Abate e Coleta de Amostras

O procedimento da linha de abate dos frangos e coleta de amostras no experimento de verão foi similar ao procedimento descrito no item 4.1.6.

#### 4.3.7 Medidas de pH

A medida do pH foi realizada de acordo com o descrito no item 4.1.3.

#### 4.3.8 Medidas de Cor

A medida de cor foi realizada conforme descrito no item 4.1.4.

#### 4.3.9 Classificação dos Filés de Peito de Frango

O procedimento adotado para classificação dos filés de peito de frangos foi o conforme descrito no item 4.1.5.

#### 4.3.10 Avaliação do Conforto Térmico no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos no Verão

A avaliação do conforto térmico no microambiente de transporte de frangos na estação de verão foi realizada conforme procedimento descrito no item 4.1.10.

#### 4.3.11 Índice de Mortalidade

O índice de mortalidade dos frangos transportados nas distâncias médias de 15, 35 e 55km no verão foi quantificado na etapa de pendura na nória de abate. Assim, conforme denominado por Warris *et al.* (2005) representou as "Mortes na Chegada".

#### 4.3.12 Análise Estatística

O programa STATISTICA *for Windows* 7.0 foi utilizado para aplicação do teste de média de Tukey a 5% de probabilidade com a finalidade de comparar as medidas de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e índice de entalpia de cada região do caminhão de transporte de frangos (frente, meio e fundo) nas distâncias médias de transporte de 15, 35 e 55 km, bem como comparar os valores de pH, L\*, a\* e b\* dos filés de peito classificados como PSE, a-DFD e Normal. O teste de correlação de Pearson a 1% de probabilidade foi realizado para avaliar a correlação dos valores de pH e L\*, pH e a\* e pH e b\*.

O programa SPSS 10.0 foi utilizado para aplicação da análise de regressão logística seguindo descrições de Terzin *et al.* (1997) e Hosmer e Lemeshow (1989). A análise de regressão logística foi aplicada para verificar o efeito das distâncias médias de transporte de 15, 35 e 55km da granja ao abatedouro, da localização das caixas de frangos no caminhão (frente, meio e fundo) e da aplicação do banho após o carregamento dos frangos, na ocorrência de PSE em filés de peito. Esta análise estatística foi utilizada para descrever a relação ou a associação entre a ocorrência ou não do fenômeno PSE (variável resposta) e as distâncias de transporte, localização das caixas de frangos no caminhão e aplicação do banho sobre os frangos após o carregamento (variáveis independentes). Pela análise de regressão logística, foi calculada a estimativa de risco para a ocorrência de PSE conforme a distância de transporte, a localização das caixas no caminhão e aplicação ou não do banho após o carregamento dos frangos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 OCORRÊNCIA DE PSE (*PALE, SOFT, EXUDATIVE*) E ANÁLOGO AO DFD (*DARK, FIRM, DRY*) EM FILÉS DE PEITO DE FRANGO (*PECTORALIS MAJOR*) EM UM ABATEDOURO NO INVERNO E VERÃO

A ocorrência de PSE em filés de peito de frango tem sido abordada por alguns pesquisadores devido suas características de palidez e baixa capacidade de retenção de água, o que compromete a qualidade dos produtos cárneos. Essas características são indesejáveis pelos consumidores e inaceitáveis para determinadas aplicações industriais. O fenômeno PSE se apresenta como consequência da rápida glicólise *post mortem* decorrente das condições estressantes a que são submetidos os animais (OLIVO *et al.*, 2001; SOARES *et al.*, 2002; ODA *et al.*, 2003; BARBUT, 2008).

Assim, nas estações de inverno e verão foi investigada a ocorrência de PSE e a-DFD em filés de peito de frangos provenientes de um abatedouro da região oeste do Paraná. As amostras foram coletadas e analisadas no mês de Junho, com temperatura ambiente de 12 a 15°C e umidade relativa de 72 a 80% e no mês de Dezembro com temperatura ambiente de 29 a 34°C e umidade relativa de 52 a 78%.

A tabela 1 apresenta os valores de pH e medidas de cor de filés de frango 24h *post mortem* dos experimentos de inverno e verão. O pH e valor de a\* (componente vermelho) dos filés de peito de frango 24h *post mortem* foram maiores ( $p < 0,05$ ) no inverno do que no verão. O valor de L\* (luminosidade) e o valor de b\* (componente amarelo) foram maiores ( $p < 0,05$ ) no verão, indicando que no verão os filés de peito de frango foram mais pálidos e amarelados.

**Tabela 1** – Medidas de pH, L\*, a\* e b\* dos filés de peito de frango 24h *post mortem* coletados no inverno e no verão

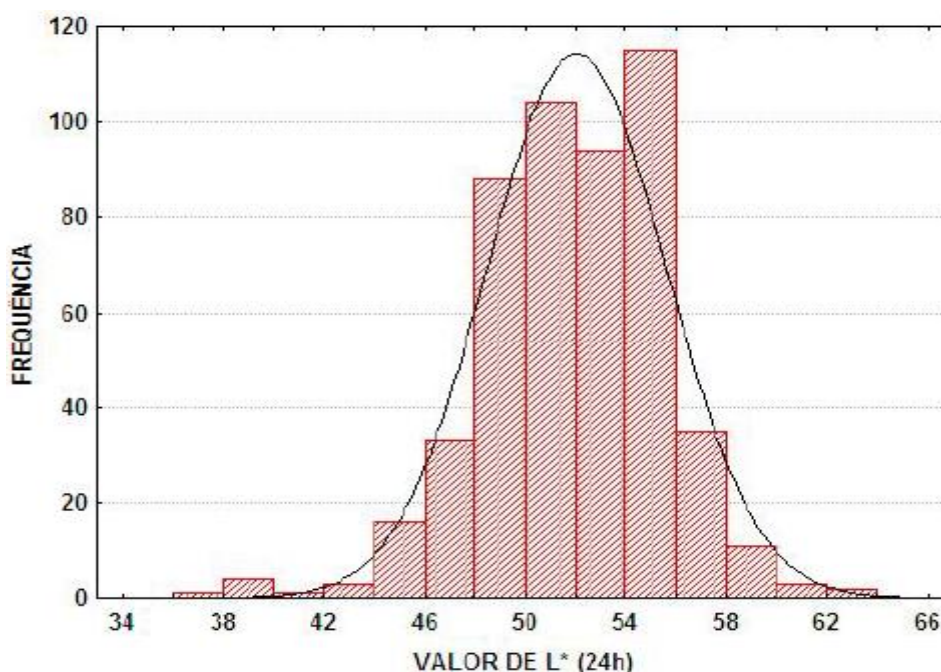
Estação do ano	pH	L*	a*	b*
Inverno (n=540)	5,96 <sup>a</sup> ( $\pm 0,35$ )	51,95 <sup>b</sup> ( $\pm 3,56$ )	2,00 <sup>a</sup> ( $\pm 1,05$ )	11,51 <sup>b</sup> ( $\pm 2,03$ )
Verão (n=650)	5,78 <sup>b</sup> ( $\pm 0,14$ )	56,19 <sup>a</sup> ( $\pm 2,91$ )	1,67 <sup>b</sup> ( $\pm 0,94$ )	13,50 <sup>a</sup> ( $\pm 1,66$ )

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

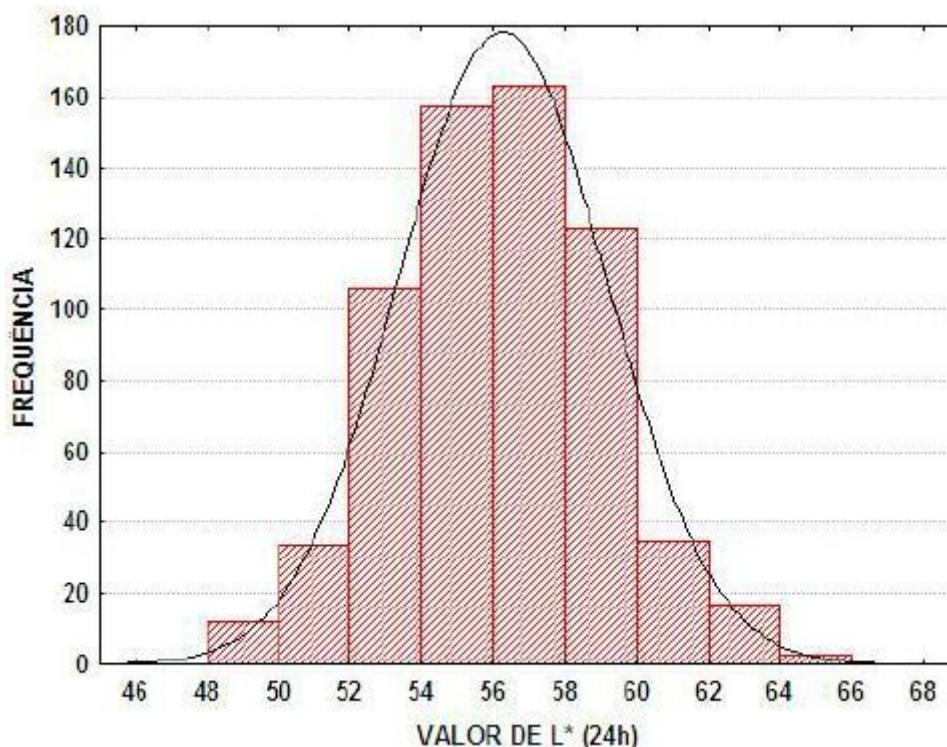
O pH e valor de  $L^*$  dos filés de peito de frango 24h *post mortem* coletados na estação de inverno foram similares ao verificado por Soares *et al.* (2002) que analisaram 811 filés de peito de frangos coletados na estação de inverno na região sul do Brasil e encontraram pH de 5,95 (+/- 0,12) e  $L^*$  de 50,97 (+/- 2,53). Enquanto que no verão, os valores de pH e  $L^*$  não foram semelhantes ao verificado por Soares *et al.* (2002) que encontraram pH de 6,18 e  $L^*$  de 49,37.

Os histogramas de distribuição do valor de  $L^*$  dos filés de peito de frango dos experimentos de inverno e verão estão apresentados nas figuras 7 e 8, respectivamente. Os valores de  $L^*$  dos filés de frango no experimento de inverno apresentaram uma distribuição tipicamente normal, com ampla variação de cor, oscilando entre 37,94 (escuro) e 62,70 (pálido). No experimento de verão também observa-se uma distribuição tipicamente normal e os valores de  $L^*$  variaram de 48,68 (escuro) a 65,82 (pálido). No experimento de inverno observou-se a presença de amostras com valores de luminosidade menores, portanto mais escuras, sugerindo o aparecimento de filés com características a-DFD, enquanto no verão esta característica não foi observada.

Nos Estados Unidos da América, WOELFEL *et al.* (2002) e na Inglaterra WILKINS *et al.* (2000) observaram que os filés de peito de frango apresentaram valores de  $L^*$  de 45,00 a 67,30 e 42,00 a 71,00, respectivamente.



**Figura 7** – Histograma de distribuição dos valores de  $L^*$  (luminosidade) dos filés de peito de frango no inverno (n= 540)



**Figura 8** – Histograma de distribuição dos valores de L\* (luminosidade) dos filés de peito de frango no verão (n= 650)

Considerando a importância da medida de cor em filés de peito de frango, foi verificado pelo teste de correlação de Pearson que os valores de L\*, os quais indicam a luminosidade da carne, apresentaram correlação negativa ( $p < 0,01$ ) em relação aos valores de pH nos experimentos de inverno e verão (Tabela 2). Assim, o aumento do valor de L\* foi associado com a diminuição do valor de pH, ou seja, quanto menor o pH, mais pálido apresentou-se o filé. Estes resultados de correlação negativa significativa entre pH e L\* também foram observados por vários pesquisadores em carnes de aves (BARBUT, 1997a; FLETCHER *et al.*, 2000; VAN LAACK *et al.*, 2000; WILKINS *et al.*, 2000; WOELFEL *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, 2002).

**Tabela 2** – Coeficientes de correlação de Pearson dos filés de peito de frango entre as medidas de pH, L\*, a\* e b\* 24h *post mortem* no inverno e verão

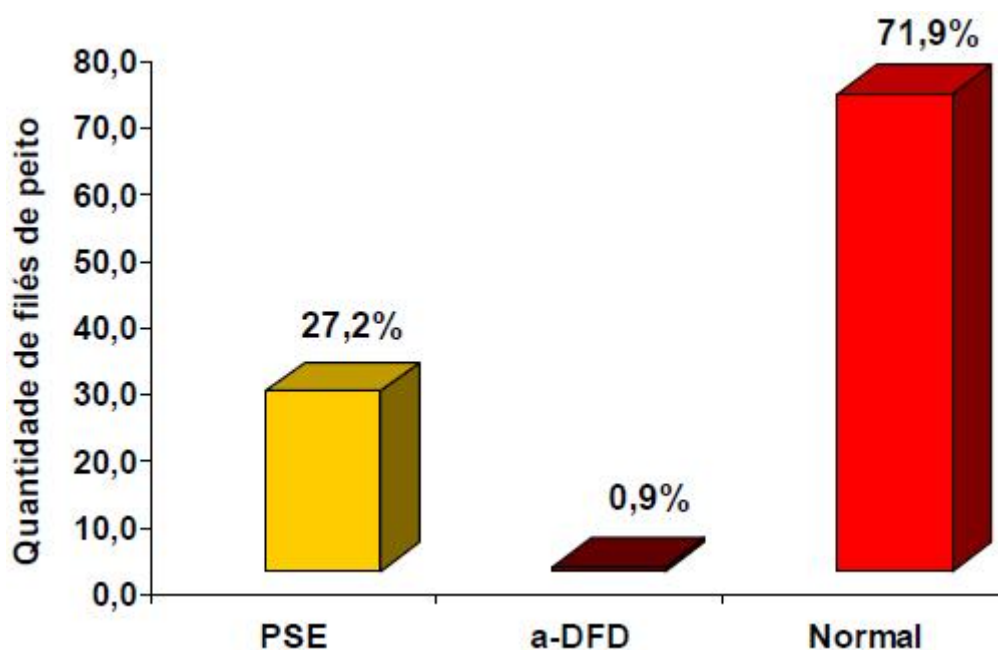
	Inverno	Verão
	pH	pH
L*	-0,4168*	-0,4015*
a*	-0,1287	-0,0850
b*	-0,1612*	-1,371*

\*Correlação de Pearson significativa ( $p < 0,01$ )

Os valores de  $b^*$ , que indica o componente amarelo, apresentou correlação negativa ( $p < 0,01$ ) em relação aos valores de pH em ambas as estações do ano (Tabela 2), indicando que a diminuição de pH foi associada ao aumento do valor de  $b^*$ . Ou seja, quanto menor o valor de pH mais amarelado apresenta-se o filé.

A medida do valor de  $a^*$  indica a presença do componente vermelho na amostra. Os valores de pH e  $a^*$  apresentaram correlação negativa não significativa ( $p > 0,01$ ) no inverno e verão e o mesmo foi observado por Soares *et al.* (2002). Porém, outros pesquisadores encontraram uma correlação positiva entre os valores de pH e  $a^*$  em carnes de aves em estudos realizados em diferentes estações do ano (ALLEN *et al.*, 1998; FLETCHER, 1999; FLETCHER *et al.*, 2000; QIAO *et al.*, 2001).

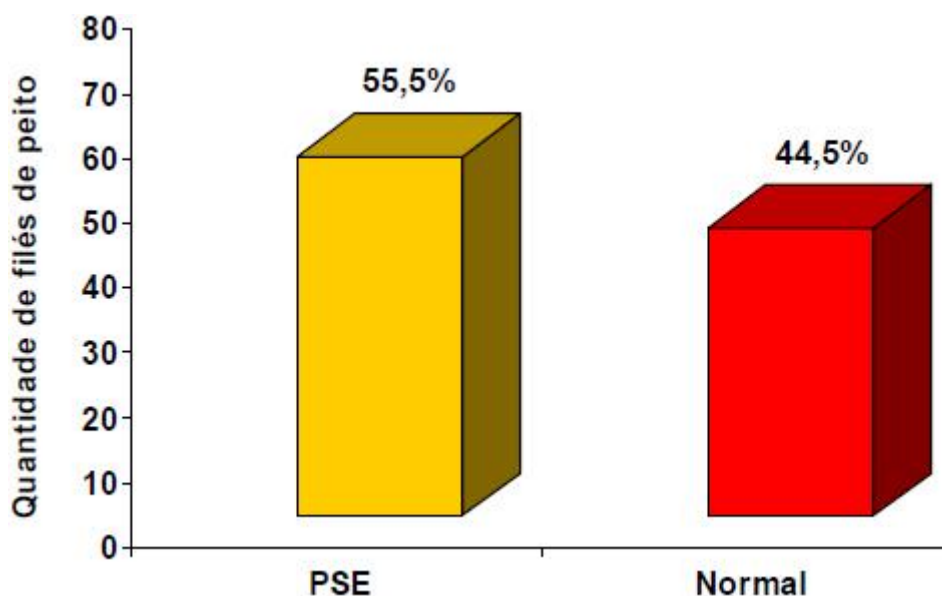
Aplicando os valores de  $L^*$  para classificação dos filés de frango segundo Soares *et al.* (2002), foi considerado como PSE os valores de  $L^* > 53,00$ , como a-DFD valores de  $L^* < 44,00$ , e finalmente como Normal os filés com valores de  $44,00 < L^* < 53,00$ . Considerando então estes valores, no inverno verificou-se em uma amostragem de 540 filés de peito de frango, 27,2% foram classificados como PSE, 0,9% a-DFD e 71,9% dos filés de peito foram classificados como Normal (Figura 9).



**Figura 9** – Ocorrência de filés de peito PSE {Pale, Soft, Exudative}, a-DFD (Dark, Firm, Dry) e Normal no inverno (n= 540)

Soares *et al.* (2002) verificaram a ocorrência de 22,3% de PSE, 0,37% de a-DFD e 77,3% de Normal em uma amostragem de 811 filés de peito de frango coletados no inverno em um abatedouro da região sul do Brasil. Assim, a ocorrência de PSE observada neste trabalho foi próximo ao descrito por estes pesquisadores.

No verão, em uma amostragem de 650 filés de peito de frango, 55,5% foram classificados como PSE e 44,5% como Normal, não sendo verificado a presença de filés de peito de frango com características a-DFD (Figura 10). Soares *et al.* (2002) verificaram menor ocorrência de PSE, pois em uma amostragem de 353 filés de peito de frango, apenas 15,9% foram classificados como PSE, 5,9% como a-DFD e 78,2% como Normal.



**Figura 10** – Ocorrência de filés de peito PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e Normal no verão (n= 650)

No verão, a maior ocorrência de filés de peito PSE foi devido as temperaturas ambiente de 29 a 34°C registradas. A carne PSE é consequência direta da rápida glicólise *post mortem* decorrente das condições estressantes a que são submetidos os animais como altas temperaturas (BARBUT, 2007; OLIVO *et al.*, 2001).

Quanto aos filés com características a-DFD, somente no inverno constatou-se sua ocorrência devido as menores temperaturas ambiente de 10 a 15°C registradas nesta estação. Em baixas temperaturas ambiente, os frangos

agitam-se mais para produção de calor, provocando o gasto de glicogênio muscular. De acordo com Warris *et al* (1999), o a-DFD em frangos ocorreu devido à baixa reserva de glicogênio no momento de abate que conduziu a uma glicólise lenta.

A tabela 3 apresenta os valores de pH e medidas de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) dos filés de peito de frango classificados como PSE, a-DFD e Normal no inverno. Os valores de  $L^*$  apresentaram diferença ( $p < 0,05$ ) entre as três classificações, sendo o maior valor observado nos filés PSE. A palidez da carne está diretamente relacionada com a desnaturação das proteínas causada pelo baixo pH e aumento da birrefringência, onde a luz é menos transmitida por meio das fibras, sendo portanto mais dispersa (BENDAL; SWATLAND, 1988; SWATLAND, 1995).

**Tabela 3** – Valores de pH,  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  24h *post mortem* para os filés de frango classificados como análogo ao DFD, PSE e Normal no inverno

Filés de peito	pH	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<b>PSE</b> (n= 147)	5,91 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0,35)	55,32 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1,72)	1,77 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0,93)	11,62 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1,96)
<b>a-DFD</b> (n=5)	6,17 <sup>c</sup> ( $\pm$ 0,36)	40,62 <sup>c</sup> ( $\pm$ 2,00)	2,63 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1,12)	10,00 <sup>b</sup> ( $\pm$ 1,47)
<b>Normal</b> (n=388)	5,98 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,35)	49,96 <sup>b</sup> ( $\pm$ 2,00)	2,14 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1,09)	11,48 <sup>a</sup> ( $\pm$ 2,07)

<sup>a b c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

Os filés PSE apresentaram o menor valor de pH (Tabela 3) e este diferiu ( $p < 0,05$ ) dos filés a-DFD e Normal. Quanto ao valor de  $a^*$  (componente vermelho), houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os filés PSE quando comparado com os filés a-DFD e Normal que não se diferiram ( $p > 0,05$ ). Estes resultados mostram que filés PSE apresentaram menor quantidade do componente vermelho. O valor de  $b^*$  (componente amarelo) foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) nos filés PSE e Normal do que nos filés com classificados como a-DFD.

A tabela 4 apresenta os valores de pH e medidas de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) dos filés de peito de frango classificados como PSE, a-DFD e Normal no verão. Assim, como no inverno os valores de  $L^*$  apresentaram diferença entre as classificações ( $p < 0,05$ ), sendo o maior valor observado nos filés PSE. O valor de pH foi menor ( $p < 0,05$ ) para os filés classificados como PSE.

Quanto ao valor de  $a^*$  (componente vermelho), não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os filés PSE e Normal. O valor do componente  $b^*$  foi maior ( $p < 0,05$ ) nos filés PSE do que nos filés Normal. Pode-se afirmar que no verão, os filés de peito de frango classificados como PSE foram mais pálidos e amarelados.

**Tabela 4** – Valores de pH,  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  24h *post mortem* para filés de frango classificados como PSE e Normal no verão

Filés de peito	pH	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<b>PSE</b> (n= 361)	5,69 <sup>b</sup> ( $\pm 0,09$ )	57,39 <sup>a</sup> ( $\pm 2,40$ )	1,84 <sup>a</sup> ( $\pm 1,09$ )	11,04 <sup>a</sup> ( $\pm 1,64$ )
<b>Normal</b> (n=289)	5,88 <sup>a</sup> ( $\pm 0,11$ )	52,70 <sup>b</sup> ( $\pm 2,80$ )	1,70 <sup>a</sup> ( $\pm 0,87$ )	10,55 <sup>b</sup> ( $\pm 1,64$ )

<sup>a, b c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

Considerando a ocorrência de PSE de 27,2% no inverno e 55,5% no verão, foi calculada a estimativa de perdas em decorrência do PSE em abate diário de 300.000 frangos no abatedouro onde a pesquisa foi realizada. Assim, observa-se que 81.600 frangos no inverno e 166.500 frangos no verão apresentaram filés de peito PSE. Como cada frango rendeu aproximadamente 400 g de filés de peito, 32.640 kg/dia de filés de peito no inverno e 66.600 kg/dia no verão foram classificados como PSE. Conforme verificado por Oda *et al.* (2003), a perda em peso decorrente do PSE em filés de peito é de 1,5%, portanto a perda de carne neste abate diário foi de aproximadamente 490 kg no inverno e 1.000 kg no verão. Com base no custo de R\$ 6,00/kg de filé de peito, a estimativa de perdas em termos econômicos foi de aproximadamente R\$ 3.000,00/dia ou R\$90.000,00/mês durante o inverno e R\$ 6.000,00/dia e R\$ 180.000,00/mês durante o verão.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE NO CAMINHÃO DE TRANSPORTE DE FRANGOS NO INVERNO E OCORRÊNCIA DE PSE (*PALE, SOFT, EXUDATIVE*) E ANÁLOGO AO DFD (*DARK, FIRM, DRY*) EM FILÉS DE PEITO (*PECTORALIS MAJOR*)

No inverno, o microambiente no caminhão de transporte de frangos da granja ao abatedouro foi caracterizado quanto as variáveis temperatura e umidade relativa. Em seguida, estas variáveis foram utilizadas para avaliar os seus efeitos na ocorrência de PSE e a-DFD em filés de peito de frango.

### 5.2.1 Características do Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro no Inverno e do Descanso Pré-Abate

A tabela 5 apresenta as características das estradas, do transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro e do descanso pré-abate dos frangos.

**Tabela 5** – Características das estradas, do transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro e do descanso pré-abate

Distância de transporte (km)	Características das estradas	Tempo de transporte (min)	Velocidade do caminhão (km/h)	Tempo de descanso (min)
15	Cascalho, terra e asfalto	40	23	40
57	Cascalho, terra e asfalto	90	38	40

O tempo médio de transporte nas distâncias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro foi de 40 e 90 min, respectivamente e foi proporcional a distância percorrida. A velocidade média dos caminhões nas distâncias de 15 e 57 km foi de 23 e 38 km/h respectivamente, porém existiu variação de velocidade em alguns

trechos devido a irregularidade das estradas percorridas, que eram em parte asfaltada e outras com cascalho ou de terra.

No final do transporte, chegando ao abatedouro os caminhões permaneceram em descanso no galpão de espera, o qual era adaptado com ventilação forçada e aspersão de água. O tempo de descanso pré-abate dos frangos transportados por 15 e 57 km foi de 40 min. Esta prática de manejo pré-abate influenciou positivamente no controle do estresse calórico e evitou o desenvolvimento de PSE e a-DFD em filés de peito de frangos observados por Guarnieri *et al.* (2002).

### 5.2.2 Efeito da Temperatura no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro no Inverno

No inverno, a temperatura do ambiente e do microambiente no caminhão de transporte de frangos foi monitorada nas distâncias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro. Assim, a tabela 6 apresenta a temperatura do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos nas distâncias de 15 km e 57 km da granja ao abatedouro. A temperatura do microambiente do caminhão de transporte de frangos na distância de 15 km foi maior ( $p < 0,05$ ) do que a temperatura do ambiente, com aumento de 6,5, 9,0 e 8,5°C nas regiões da frente, meio e fundo, respectivamente. A região da frente apresentou o menor valor de temperatura ( $p < 0,05$ ) e as regiões do meio e fundo apresentaram temperaturas maiores ( $p < 0,05$ ).

A temperatura do microambiente do caminhão de transporte de frangos na distância de 57 km foi maior ( $p < 0,05$ ) do que a temperatura do ambiente, com aumento de 10,1, 10,4 e 12,7°C nas regiões da frente, meio e fundo, respectivamente (Tabela 6). As temperaturas na região da frente e do meio do caminhão não se diferiram ( $p > 0,05$ ), enquanto que a região do fundo do caminhão apresentou temperatura maior do que as demais regiões ( $p < 0,05$ ).

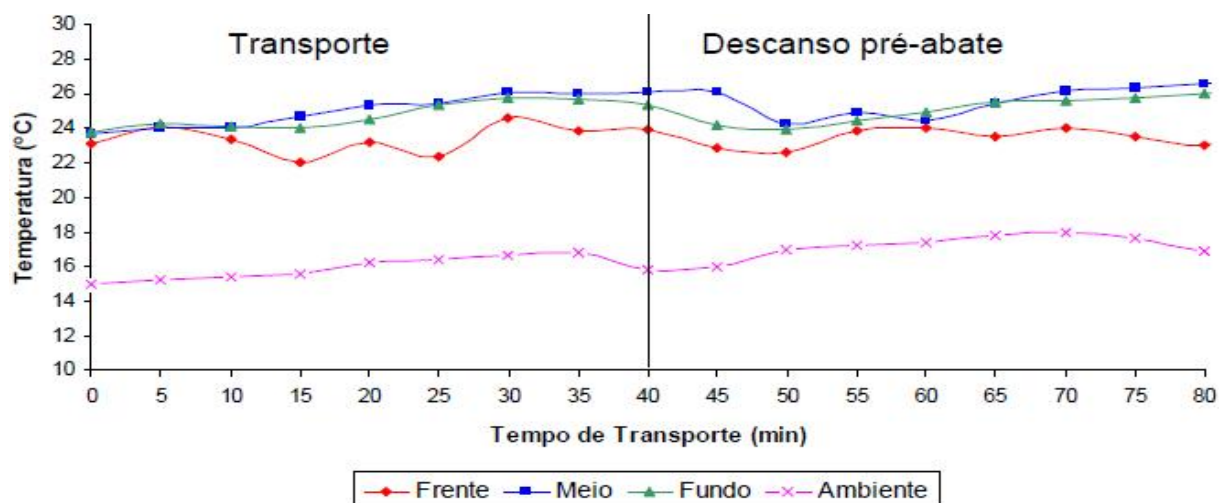
**Tabela 6** – Temperatura do ambiente e microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15 km e 57 km

Ambiente e Microambiente	Distância de transporte (km)	
	15	57
<b>Ambiente</b>	16,5 <sup>c</sup> ( $\pm 0,81$ )	17,3 <sup>c</sup> ( $\pm 0,73$ )
<b>Frente</b>	23,0 <sup>b</sup> ( $\pm 1,73$ )	27,4 <sup>b</sup> ( $\pm 1,25$ )
<b>Meio</b>	25,5 <sup>a</sup> ( $\pm 1,04$ )	27,7 <sup>b</sup> ( $\pm 0,77$ )
<b>Fundo</b>	25,0 <sup>a</sup> ( $\pm 0,82$ )	30,0 <sup>a</sup> ( $\pm 1,58$ )

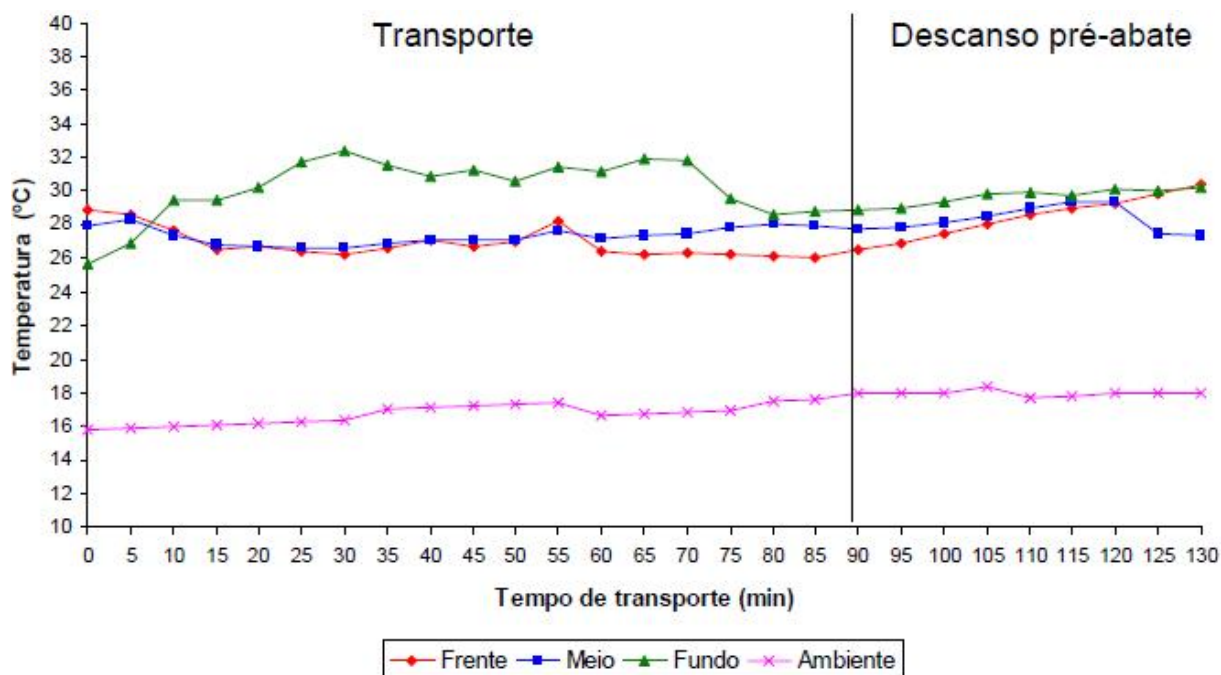
<sup>a b c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

As temperaturas registradas nas regiões do meio e fundo do caminhão transportado por 15 km e no fundo do caminhão transportado por 57 km foram maiores devido o modelo do caminhão. As caixas transportadas na região da frente do caminhão receberam uma melhor ventilação, assim a medida que o vento avançou pelas caixas, o calor liberado pelas próprias aves foi transmitido para a região do meio e fundo causando o acúmulo de calor e conseqüente temperaturas maiores nestas regiões.

Pelos valores de desvio padrão das temperaturas do microambiente (frente, meio e fundo) no transporte e descanso pré-abate de frangos (Tabela 6) e pelas figuras 11 e 12 observa-se que as regiões do caminhão não apresentaram grande variação de temperatura durante as etapas de transporte e descanso pré-abate.



**Figura 11** – Registros no inverno de temperatura do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) no caminhão de transporte de frangos de 40 min na distância de 15 km e no descanso pré-abate de 40 min.



**Figura 12** – Registros no inverno de temperatura do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) no caminhão de transporte de frangos de 90 min na distância de 57 km e no descanso pré-abate de 40 min.

No inverno, durante o transporte de frangos da granja ao abatedouro, verificou-se a formação de um núcleo térmico de entre as caixas de frangos transportados na região do meio e fundo do caminhão. Este foi originado pela baixa ventilação e elevadas temperaturas. Estas condições térmicas foram consideradas por Mitchell e Kettlewell (1998) como um potencial agente estressor de frangos que causou mortalidade durante o transporte, causando assim inúmeras perdas.

### 5.2.3 Efeito da Umidade Relativa no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro no Inverno

A tabela 7 apresenta a umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos, no inverno nas distâncias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro. Durante os experimentos nas distâncias de transporte de 15 e 57 km a umidade relativa do

ambiente foi de 67%. A umidade relativa do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos da distância de 15 km foi menor ( $p < 0,05$ ) do que o ambiente. Entre as regiões do caminhão, o fundo apresentou o menor valor de umidade relativa e diferiu das regiões da frente e meio ( $p < 0,05$ ).

A umidade relativa do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos da distância de 57 km foi menor ( $p < 0,05$ ) do que o ambiente. Os baixos valores de umidade relativa no microambiente possivelmente estão relacionados com as altas temperaturas observadas nas três regiões (Tabelas 6 e 7).

**Tabela 7** – Umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15 e 57 km

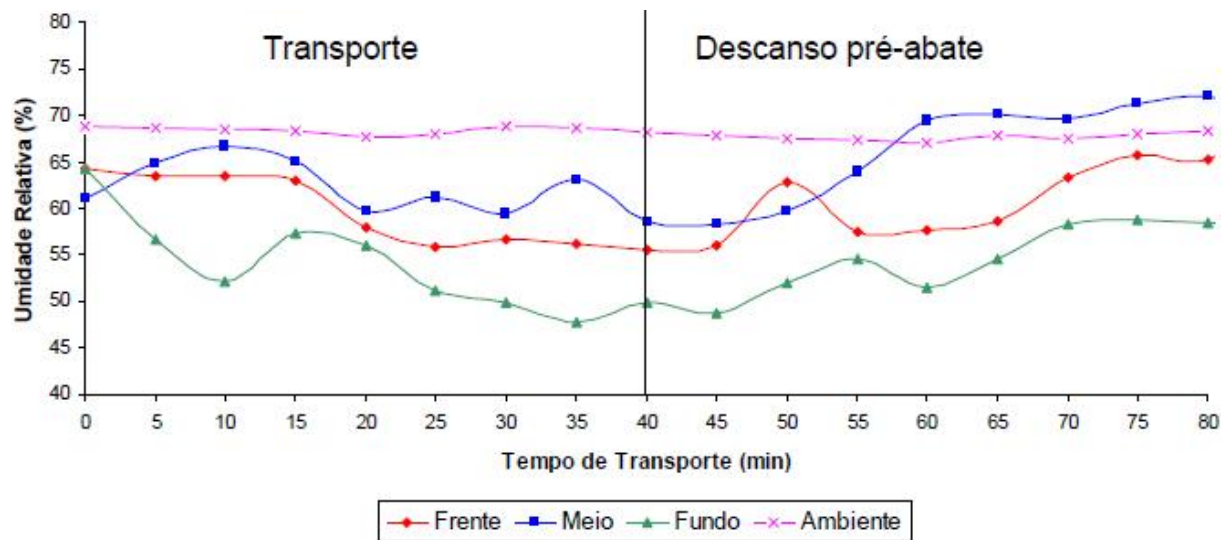
	Distância de transporte (km)	
	15	57
Ambiente e Microambiente	Umidade Relativa (%)	
<b>Ambiente</b>	67,0 <sup>a</sup> ( $\pm 2,62$ )	67,0 <sup>a</sup> ( $\pm 2,42$ )
<b>Frente</b>	61,5 <sup>b</sup> ( $\pm 5,34$ )	51,0 <sup>b</sup> ( $\pm 3,14$ )
<b>Meio</b>	65,0 <sup>b</sup> ( $\pm 5,60$ )	51,7 <sup>b</sup> ( $\pm 3,53$ )
<b>Fundo</b>	54,7 <sup>c</sup> ( $\pm 4,29$ )	50,8 <sup>b</sup> ( $\pm 5,29$ )

<sup>a b c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

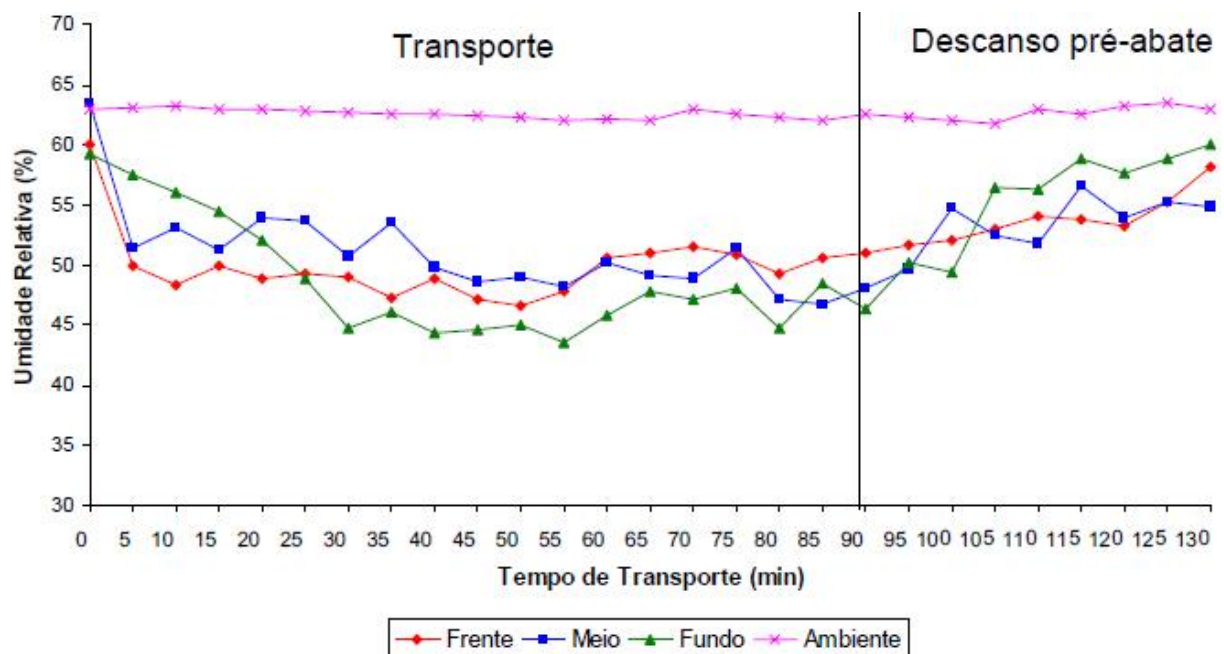
Pelos valores de desvio padrão da umidade relativa no microambiente dos caminhões de frangos transportados por 15 e 57km e pelas figuras 13 e 14, observa-se que a variação de umidade relativa durante o transporte e descanso pré-abate dos frangos foi pequena. Durante a etapa de descanso pré-abate dos frangos observou-se aumento nos valores de umidade relativa no microambiente devido a aspersão de água no galpão de espera.

Os valores de umidade relativa verificados no inverno são controversos ao relatado por Mitchell e Kettewell (1998). Estes pesquisadores investigaram as condições térmicas no caminhão de transporte de frangos no inverno e verão na Inglaterra e verificaram aumento de umidade relativa e

temperatura em relação ao ambiente externo. Essas condições térmicas foram associadas ao aumento da temperatura corporal dos frangos com conseqüente alcalose respiratória.



**Figura 13** – Registros de umidade relativa no inverno do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos de 40 min na distância de 15 km e no descanso pré-abate de 40 min.



**Figura 14** – Registros no inverno de umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) no transporte de frangos de 90 min na distância de 57 km e no descanso pré-abate de 40 min.

#### 5.2.4 Avaliação do Conforto Térmico no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos da Granja ao Abatedouro no Inverno

A tabela 8 apresenta os valores do índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15 e 57 km.

**Tabela 8** – Índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos no inverno nas distâncias de 15 e 57 km

Microambiente	Distância de transporte (km)	
	15	57
	Índice de entalpia (kJ/kg ar seco)	Índice de entalpia (kJ/kg ar seco)
Frente	63,1 <sup>b</sup> (± 1,68)	66,2 <sup>b</sup> (± 2,57)
Meio	64,7 <sup>a</sup> (± 1,68)	66,7 <sup>b</sup> (± 1,71)
Fundo	65,3 <sup>a</sup> (± 1,72)	70,3 <sup>a</sup> (± 2,22)

a, b, c Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

Na distância de transporte de 15 km as regiões do meio e fundo do caminhão apresentaram os maiores valores de entalpia e na distância de transporte de 57 km, a região do fundo apresentou o maior valor de entalpia. Observa-se que as regiões com os maiores valores de entalpia foram justamente as com os maiores valores de temperatura. Portanto, verifica-se que o índice de entalpia foi influenciado principalmente pela temperatura do microambiente. Para avaliação do ambiente interno de galpões de frangos de corte, o índice de entalpia foi proposto como adequado por Moura *et al.*, (1997). A entalpia depende diretamente da temperatura e umidade relativa do ar e expressa a quantidade de energia presente no ambiente. Assim, quanto maior o índice de entalpia maior a quantidade de energia presente no ambiente.

Projetando a entalpia específica (Tabela 8) na Tabela Prática para Avaliação do Ambiente de Galpões de Frangos de Corte (Anexo B), verificou-se que

o microambiente do caminhão de transporte das duas distâncias estudadas apresentou alto valor de entalpia. Assim, os frangos transportados por 15 e 57 km no inverno estavam submetidos a um ambiente classificado como "Alerta". Apenas a região do fundo do caminhão transportado por 57 km foi classificada como "Crítica". Portanto, durante o transporte e descanso pré-abate no inverno, os frangos estavam sujeitos a estressantes condições térmicas.

Destaca-se que a temperatura e umidade relativa são importantes para a manutenção do conforto no transporte de frangos. Para que o transporte seja realizado em melhores condições, há necessidade de reduzir a temperatura e a umidade relativa no microambiente do caminhão de tal forma que o índice de conforto térmico permaneça adequado para os frangos.

#### 5.2.5 Efeito do Transporte de Frangos no Inverno na Ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em Filés de Peito (*Pectoralis major*)

Segundo Barbut *et al.* (2007), durante o manejo pré-abate, o transporte dos frangos é considerado como o principal processo que afeta o bem estar das aves com alterações no metabolismo *ante mortem* e profundas conseqüências na qualidade da carne. A tabela 9 apresenta as medidas de pH e cor dos filés de peito de frango 24h *post mortem* nas distâncias médias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro no inverno.

Observa-se que no inverno, o pH foi maior e diferente ( $p < 0,05$ ) na distância de transporte de 15 km da granja ao abatedouro. Entretanto, os valores de L\* (luminosidade) e b\* (componente amarelo) não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ), enquanto que os valores de a\* (componente vermelho) foi maior ( $p < 0,05$ ) na distância de 15 km.

**Tabela 9** – Medidas de pH, L\*, a\* e b\* 24h *post mortem* para filés de frango no inverno nas distâncias de transporte de 15 e 57 km da granja ao abatedouro

Distância de transporte (km)	pH	L*	a*	b*
15 (n=270)	5,83 <sup>a</sup> (± 0,27)	51,37 <sup>a</sup> (± 3,02)	1,92 <sup>b</sup> (± 1,06)	11,91 <sup>a</sup> (± 2,03)
57 (n=270)	5,67 <sup>b</sup> (± 0,122)	51,09 <sup>a</sup> (± 3,06)	1,71 <sup>a</sup> (± 1,28)	12,17 <sup>a</sup> (± 1,56)

<sup>a b c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05)

Com base nos valores de L\* para classificação dos filés de peito de frango em PSE, a-DFD e Normal (SOARES *et al.*, 2002) foi investigado a ocorrência destes filés nas distâncias de transporte de 15 e 57 km da granja ao abatedouro e nas três regiões (frente, meio e fundo) do caminhão onde o microambiente foi caracterizado durante o transporte e descanso pré-abate. Os resultados da ocorrência de filés de peito PSE, a-DFD e Normal estão apresentados na tabela 10.

Na distância de 15km, a maior ocorrência de filés com características PSE foi observada quando os frangos foram transportados nas regiões do meio e do fundo do caminhão, com 31,1% (n=90) e 30% (n=90) de filés com características PSE, respectivamente. Nestas regiões foram observadas temperaturas de 25,5 e 25,0°C, respectivamente (Tabela 6). A região da frente do caminhão apresentou ocorrência de 22% (n=90) de filés com características PSE e nesta região a temperatura foi de 23,1°C (Tabela 6).

As maiores temperaturas observadas nas regiões do meio e do fundo proporcionaram a formação de um núcleo térmico com temperatura em torno de 25°C e índice de entalpia de 64,7 e 65,3 KJ/kg de ar seco, respectivamente. Como o índice de entalpia indica a quantidade de calor presente no meio, verificou-se que o acúmulo de calor no microambiente influenciou as reações *post mortem*, causando o desenvolvimento de carnes com características PSE em uma maior quantidade de aves transportadas nas regiões do meio e fundo na distância de 15km.

**Tabela 10** – Ocorrência de filés de peito de frango PSE, a-DFD e Normal nas três regiões (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos no inverno nas distâncias 15 e 57 km

Região do caminhão	Distância de transporte (km)					
	15			57		
	PSE	a-DFD	Normal	PSE	a-DFD	Normal
	%			%		
<b>Frente</b> (n= 90)	22,2	2,2	75,6	20,0	2,2	77,8
<b>Meio</b> (n= 90)	31,1	-	68,9	24,4	1,1	74,4
<b>Fundo</b> (n= 90)	30,0	-	70,0	35,6	-	64,4
<b>Total</b> (n= 270)	27,8	0,72	71,5	26,7	1,1	72,2

Na distância de transporte de 57 km, a maior ocorrência de filés PSE foi verificada na região do fundo do caminhão, 35,6% (n=90). Na região da frente e do meio a ocorrência de filés PSE foi de 20 e 24,4%, respectivamente. Foi observado que a região do fundo apresentou temperatura de 30°C e índice de entalpia de 70,3 kJ/kg de ar seco. Essas condições formadas pela menor ventilação nesta região proporcionaram maior desenvolvimento de filés com características PSE do que nas regiões da frente e meio do caminhão.

Quanto aos filés com características a-DFD, a ocorrência foi de apenas 2,2% quando os frangos foram transportados na região da frente do caminhão nas distâncias de transporte de 15 e 57 km e de 1% quando os frangos foram transportados na região do meio na distância de 57 km (Tabela 10). A ocorrência de a-DFD nas regiões da frente e meio do caminhão provavelmente ocorreu devido a ação do vento frio com temperatura média de 17°C. Assim, para manter a homeotermia, as aves transportadas nestas regiões produziram calor por convecção e consumiram parte de suas reservas de glicogênio, o que induziu o desenvolvimento de filés a-DFD.

A tabela 11 apresenta a análise de regressão logística e estimativa de risco para a ocorrência de PSE em filés de peito de frangos no inverno conforme as distâncias de 15 e 57 km e as regiões das caixas no caminhão de transporte (frente, meio e fundo).

**Tabela 11** – Análise de regressão logística e estimativa de risco para a ocorrência de PSE em filés de peito de frangos no inverno conforme as distâncias de 15 e 57 km e as regiões das caixas no caminhão de transporte (frente, meio e fundo)

Fatores de estudo	PSE (n)	PSE (%)	Valor de p	Estimativa de Risco	Intervalo de confiança (95%)	
<b>Distância de transporte (km)</b>						
15 (n= 270)	75	27,8		1,000	Referência	
57 (n= 270)	72	26,7	0,7705	0,945	0,645	1,383
<b>Região das caixas no caminhão</b>						
Frente (n= 180)	38	21,1		1,000	Referência	
Meio (n= 180)	50	27,8	0,7609	1,437	0,885	2,332
Fundo (n= 180)	59	32,8	0,0375	1,822	1,134	2,928

Modelo da análise de regressão logística segundo teste de ajuste de Hosmer-Lemeshow com  $\chi^2=1,6761$ , graus de liberdade= 4 e valor de p = 0,7951.

Analisando o efeito da distância de transporte no inverno, verificou-se a ocorrência de 27,8% e 26,7% de filés de peito PSE nas distâncias de 15 e 57 km, respectivamente. Pela análise de regressão logística, a distância de transporte dos frangos não apresentou efeito significativo ( $p=0,7705$ ) sobre a ocorrência de PSE. Langer (2007) verificou o efeito das distâncias de transporte de frangos no verão nas distâncias de 4 e 62 km e encontrou uma ocorrência de PSE em filés de peito de 22% ( $n= 300$ ) e 32% ( $n= 300$ ), respectivamente, portanto no verão, esta pesquisadora verificou que a distância de transporte, influenciou na ocorrência de PSE.

Em relação a localização das caixas de frango no caminhão de transporte, observou-se um efeito significativo ( $p= 0,0375$ ) para a região do fundo. Pelo cálculo de estimativa de risco, a chance de ocorrer PSE nos frangos transportados no fundo do caminhão foi de 1,822 (I.C. de 1,134 - 2,928), ou seja, os frangos transportados no fundo do caminhão apresentaram 82,2% mais chances de apresentarem PSE do que os frangos transportados na frente.

### 5.2.6 Mortalidade dos Frangos no Transporte na Estação de Inverno

A mortalidade ou "Mortes na Chegada" é identificada apenas na etapa de pendura na nória de abate e utilizada como o único indicador de todas as mortes (WARRIS, *et al.*, 2005).

O percentual de mortalidade dos frangos transportados no inverno nas distâncias médias de 15 e 57 km está apresentado na tabela 12. Observa-se que a mortalidade foi maior na distância de 57 km. Vecerek *et al.* (2006) também encontraram maiores taxas de mortalidade em frangos transportados por maiores distâncias e verificaram que a estação do ano influenciou na taxa de mortalidade, sendo que nas estações mais quentes e mais frias foram registrados índices de mortalidade maior.

**Tabela 12** – Mortalidade dos frangos transportados no inverno nas distâncias médias de 15 e 57 km da granja ao abatedouro

Distâncias de transporte (km)	Total de aves	Mortalidade (n)	Mortalidade (%)
15	10538	17	0,16
57	12264	25	0,20

n= número de frangos mortos

Os índices de mortalidade verificados nas duas distâncias médias de transporte estão dentro dos limites aceitáveis conforme Olivo e Shimokimaki (2001) que recomendaram 0,20% como um valor aceitável de mortalidade para as condições brasileiras. Nidjam *et al.* (2004) em estudos na Holanda encontraram uma média de mortalidade de frangos de 0,46% e Warris *et al.* (2005) na Inglaterra encontraram mortalidade média de 0,13%, sendo que no verão estes valores aumentaram. Além da distância de transporte, outros fatores podem contribuir com o aumento da mortalidade. Bayliss e Hinton (1990) sugeriram que a mortalidade de frangos no transporte pode ser influenciada por três fatores principais: pela saúde dos animais, pelo estresse térmico e pelas injúrias e traumas ocorridos nas etapas de apanha e carregamento dos frangos.

Segundo Vecerek *et al.* (2006), a mortalidade pode servir como um indicador da qualidade do bem estar das aves durante a apanha e carregamento na granja, transporte e descarregamento na plataforma e a variabilidade nos percentuais de mortalidade sugere a existência de múltiplos fatores de risco.

### 5.3 CARACTERIZAÇÃO DO MICROAMBIENTE NO CAMINHÃO DE TRANSPORTE DE FRANGOS NO VERÃO E OCORRÊNCIA DE PSE (*PALE, SOFT, EXUDATIVE*) E A-DFD (*DARK, FIRM, DRY*) EM FILÉS DE PEITO (*PECTORALIS MAJOR*)

No verão, as empresas avícolas recomendam que os avicultores adotem como prática de manejo pré-abate na granja, a aplicação do banho de água sobre os frangos logo após o carregamento no caminhão para reduzir a temperatura do microambiente no caminhão durante o transporte. Em estudos realizados por nosso grupo de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Carnes foi verificado que no verão a aplicação do banho de água sobre os frangos na granja imediatamente antes do transporte resultou em menor ocorrência de filés PSE na distância de 68 km. Entretanto, na distância de 3 km esta prática mostrou-se prejudicial, devido o aumento da ocorrência de filés PSE (LANGER *et al.*, 2008). Ainda, Langer *et al.* (2008) não esclareceram totalmente os fatores que influenciaram a ocorrência de PSE. Para continuar a investigação sobre esta prática de manejo pré-abate no verão foi caracterizado o microambiente no transporte de frangos da granja ao abatedouro e no descanso pré-abate. As variáveis monitoradas foram a temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Estas variáveis foram utilizadas para avaliar o efeito do microambiente do caminhão de transporte na ocorrência de PSE e a-DFD em filés de peito de frango.

Também foi verificado o efeito das distâncias de transporte de frangos no verão de 15, 35 e 55 km da granja ao abatedouro, das localizações das caixas de frangos no caminhão de transporte (frente, meio e fundo), bem como o efeito do banho de água aplicado sobre os frangos após o carregamento na ocorrência de filés de peito de frango PSE e a-DFD.

### 5.3.1 Caracterização das Etapas de Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e do Descanso Pré-Abate

A tabela 13 apresenta as características das estradas, do transporte de frangos da granja ao abatedouro e do descanso pré-abate dos lotes que não receberam o banho de água após o carregamento (LsB) e dos lotes que receberam o banho de água (LcB) e foram transportados por 15, 35 e 55 km.

**Tabela 13** – Características do transporte de frangos no verão nas distâncias de 15, 35 e 55km da granja ao abatedouro e do descanso pré-abate

Distância (km)	Características das estradas	Tempo de transporte (min)		Velocidade do caminhão (km/h)		Tempo de descanso (min)	
		LsB	LcB	LsB	LcB	LsB	LcB
15	Cascalho, terra e asfalto	30	30	30	30	60	60
35	Cascalho, terra e asfalto	60	60	36	36	60	60
55	Cascalho, terra e asfalto	90	90	38	38	50	50

LsB= Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos no caminhão; LcB= Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos no caminhão

O tempo de transporte dos lotes LsB e LcB das distâncias de 15, 35 e 55 km da granja ao abatedouro foi de 30, 60 e 90 min respectivamente e foi proporcional a distância percorrida (Tabela 13).

A velocidade média dos caminhões dos lotes LsB e LcB das distâncias de 15, 35 e 55 km foi de 30, 36 e 38 km/h respectivamente. A velocidade em alguns trechos variou devido a irregularidade das estradas percorridas que eram em parte asfaltada, com cascalho ou de terra.

Ao final do transporte, conforme prática do abatedouro de frangos, todos os lotes permaneceram em descanso no galpão de espera no abatedouro, o qual era adaptado com ventilação forçada e aspersão de água. O tempo de

descanso para os lotes LsB e LcB das distâncias de 15 e 35 km foi de 60 min e para os lotes LsB e LcB da distância de 55 km foi de 50 min. A etapa de descanso pré-abate influencia positivamente no controle do estresse calórico dos frangos e evita o desenvolvimento de PSE em filés de peito (GUARNIERI *et al.* 2002).

### 5.3.2 Efeito da Temperatura no Microambiente do Caminhão de Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate

No verão, a temperatura do ambiente e do microambiente do caminhão para transporte de frangos foi monitorada nos lotes LsB e LcB nas distâncias de 15, 35 e 55 km da granja ao abatedouro e descanso pré-abate.

A tabela 14 apresenta a temperatura ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos dos lotes LsB e LcB na distância de 15 km da granja ao abatedouro. As temperaturas do ambiente no verão durante a execução dos experimentos foram de 29 e 31°C no transporte de 15 km dos lotes LsB e LcB, respectivamente devido as diferenças de horários entre os carregamentos dos lotes. No LsB, o microambiente apresentou temperatura maior ( $p < 0,05$ ) do que o ambiente, com aumento de 1,6, 3,7 e 4,3°C nas regiões da frente, meio e fundo, respectivamente (Tabela 14). A região da frente apresentou a menor temperatura e a região do fundo, a maior temperatura. Isto ocorreu devido o modelo dos caminhões e distribuição das caixas que permitiram melhor ventilação na região da frente.

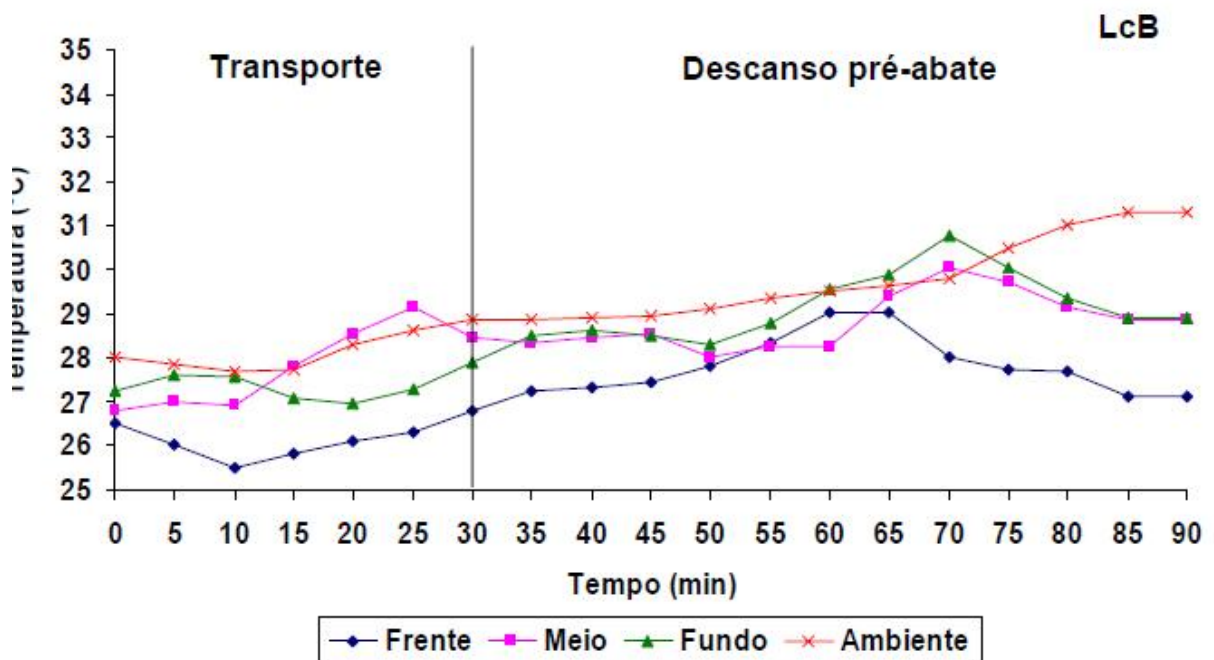
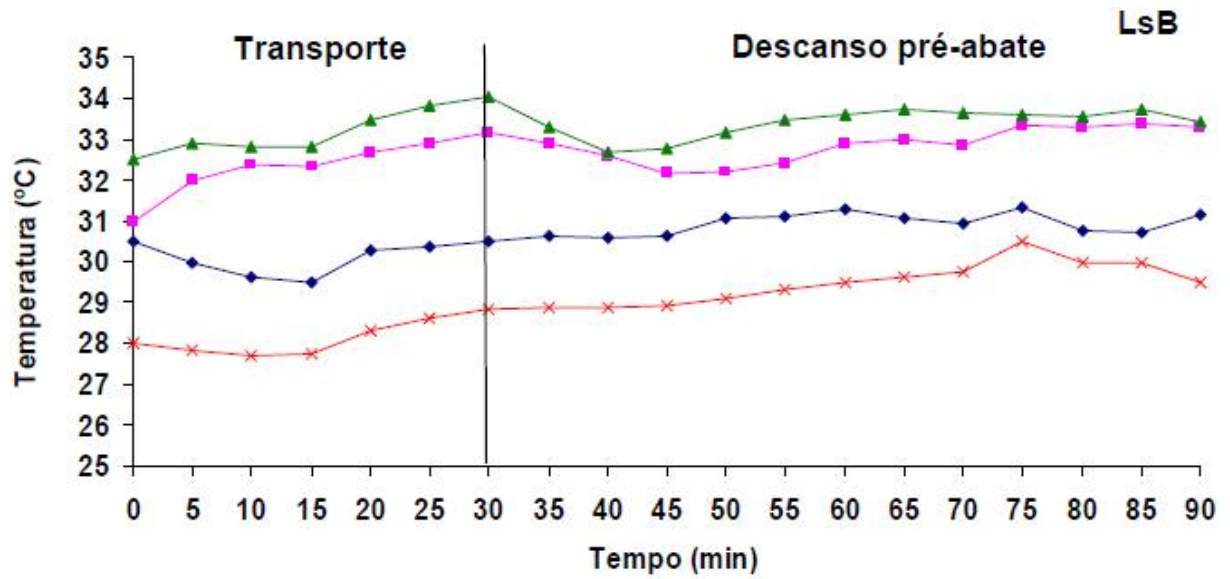
No microambiente do caminhão do LcB a temperatura foi menor em relação ao ambiente ( $p < 0,05$ ) com redução de 4, 2,6 e 2,5°C nas regiões da frente, meio e fundo, respectivamente (Tabela 14). Este resultado indica que o efeito do banho reduz a carga térmica. A região da frente apresentou menor temperatura ( $p < 0,05$ ) do que as regiões do meio e fundo que não se diferiram ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 14** – Temperaturas do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de frangos no verão na distância de 15 km

Ambiente e Microambiente	Temperatura (°C)	
	LsB	LcB
<b>Ambiente</b>	29,0 <sup>d</sup> ( $\pm$ 0,82)	31,0 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,70)
<b>Frente</b>	30,6 <sup>c</sup> ( $\pm$ 0,44)	27,0 <sup>c</sup> ( $\pm$ 1,46)
<b>Meio</b>	32,7 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0,59)	28,4 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0,91)
<b>Fundo</b>	33,3 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,44)	28,5 <sup>b</sup> ( $\pm$ 1,12)

<sup>a,b,c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Pelos valores de desvio padrão de temperaturas (Tabela 14) e figura 15, observa-se que a temperatura do microambiente do caminhão (frente, meio e fundo) no LsB apresentou pouca variação durante o transporte e descanso pré-abate. Enquanto que no LcB a região da frente apresentou maior variação de temperatura. Na figura 14 verifica-se que ocorreu um considerável aumento de temperatura no microambiente do caminhão do LcB durante o transporte e descanso pré-abate. Weeks e Nicol (2000) observaram que durante uma simulação de transporte de frangos, estes perderam calor rapidamente com a penetração do vento entre as penas devido o empenamento inadequado ou quando estavam molhadas ou sujas. Desta forma, o calor gerado pelos frangos nestas condições foi transmitido para o ambiente ocasionando aumento de temperatura no microambiente.



**Figura 15** – Registros no verão de temperatura do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de frangos de 30 min e descanso pré-abate de 60 min dos lotes LsB e LcB na distância de 15 km

A tabela 15 apresenta a temperatura ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão de transporte de frangos dos lotes LsB e LcB na distância de 35 km da granja ao abatedouro.

**Tabela 15** – Temperaturas do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 35 km

Ambiente e Microambiente	Temperatura (°C)	
	LsB	LcB
<b>Ambiente</b>	31,0 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,70)	31,0 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,70)
<b>Frente</b>	28,0 <sup>c</sup> ( $\pm$ 1,70)	27,0 <sup>c</sup> ( $\pm$ 1,35)
<b>Meio</b>	30,0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0,76)	28,0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0,82)
<b>Fundo</b>	30,0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0,76)	27,5 <sup>bc</sup> ( $\pm$ 0,74)

<sup>a,b,c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

A temperatura do ambiente (Tabela 15) durante a execução dos experimentos na distância de transporte de 35 km foi de 31°C. As temperaturas verificadas no microambiente do caminhão do LsB foram menores ( $p < 0,05$ ) do que o ambiente, com redução de 3°C na região da frente e 1°C nas regiões do meio e fundo. A região da frente apresentou menor temperatura ( $p < 0,05$ ) do que as regiões do meio e fundo, as quais não se diferiram ( $p > 0,05$ ).

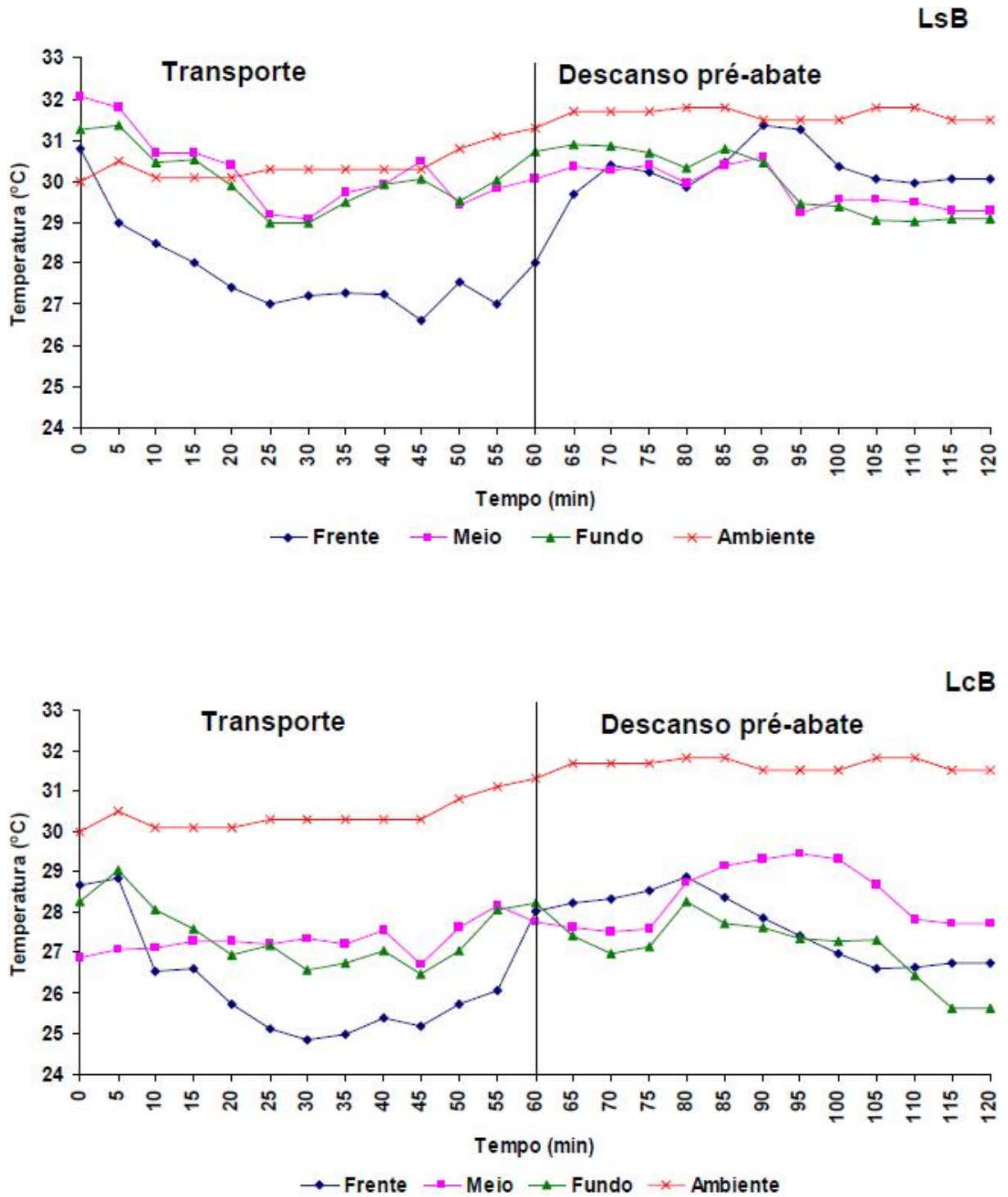
As temperaturas do microambiente do caminhão do LcB foram menores ( $p < 0,05$ ) do que o ambiente, com redução de 4, 3 e 3,5°C nas regiões da frente, meio e fundo, respectivamente. A região da frente apresentou a menor temperatura e a região do meio, a maior temperatura, porém não diferiu do fundo ( $p > 0,05$ ). As menores temperaturas verificadas no microambiente do LcB indicaram que o banho de água sobre os frangos após o carregamento reduziu a carga térmica no caminhão durante o transporte e descanso pré-abate.

Temperaturas elevadas são consideradas importantes agentes causadores de estresse dentro da produção avícola. Em temperaturas fora da zona de conforto térmico, o centro hipotalâmico das aves é ativado para manutenção da temperatura corpórea, iniciando um processo de hiperventilação para aumentar a perda de calor, caracterizando como uma condição de estresse térmico (MACARI *et al.*, 1994; BRESSAN *et al.*, 2003; LIN *et al.*, 2006).

Pelos valores de desvio padrão de temperaturas do microambiente do caminhão dos lotes LsB e LcB (Tabela 15) e figura 16 verifica-se que a região da frente dos dois lotes apresentou maior variação de temperatura no transporte da granja ao abatedouro e no descanso pré-abate. Durante a etapa de descanso pré-abate (Figura 15) verifica-se que nos lotes LsB e LcB, a temperatura da região da frente do caminhão aumentou devido a ventilação forçada no galpão de espera que promoveu o movimento do ar em todas as partes da carga dissipando assim, o calor das regiões do meio e do fundo para a região da frente.

A tabela 16 apresenta a temperatura ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para o transporte de frangos dos lotes LsB e LcB na distância de 55 km da granja ao abatedouro. A temperatura do ambiente (Tabela 16) durante a execução dos experimentos na distância de transporte de 55 km foi de 31,0°C. As temperaturas do microambiente do caminhão do LsB foram maiores ( $p < 0,05$ ) do que a temperatura do ambiente, com aumento de 1,8, 2,2 e 3,6°C nas regiões da frente, meio e fundo respectivamente. A região da frente apresentou a menor temperatura e a região do fundo do caminhão, a maior temperatura.

As temperaturas do microambiente do caminhão do LcB (Tabela 16) foram diferentes entre si e entre o ambiente ( $p < 0,05$ ). As temperaturas na região da frente e do meio foram menores do que o ambiente ( $p < 0,05$ ), enquanto que a região do fundo apresentou temperatura maior ( $p < 0,05$ ) do que o ambiente e do que as demais regiões.



**Figura 16** – Registros no verão de temperatura do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 60 min e descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 35 km

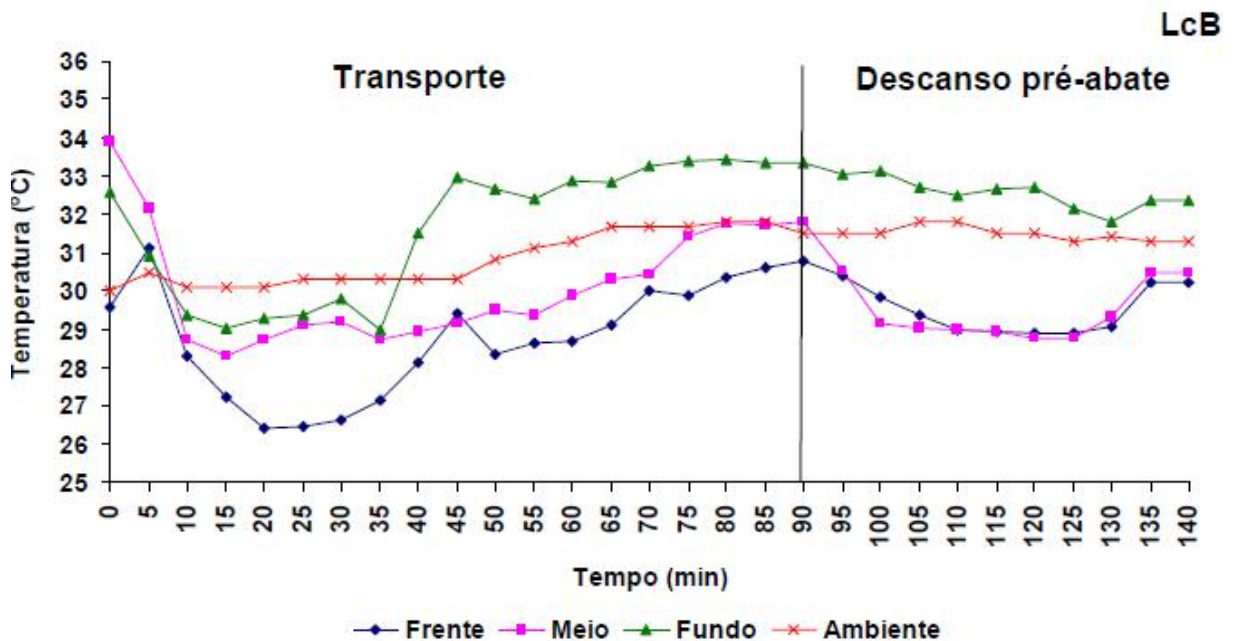
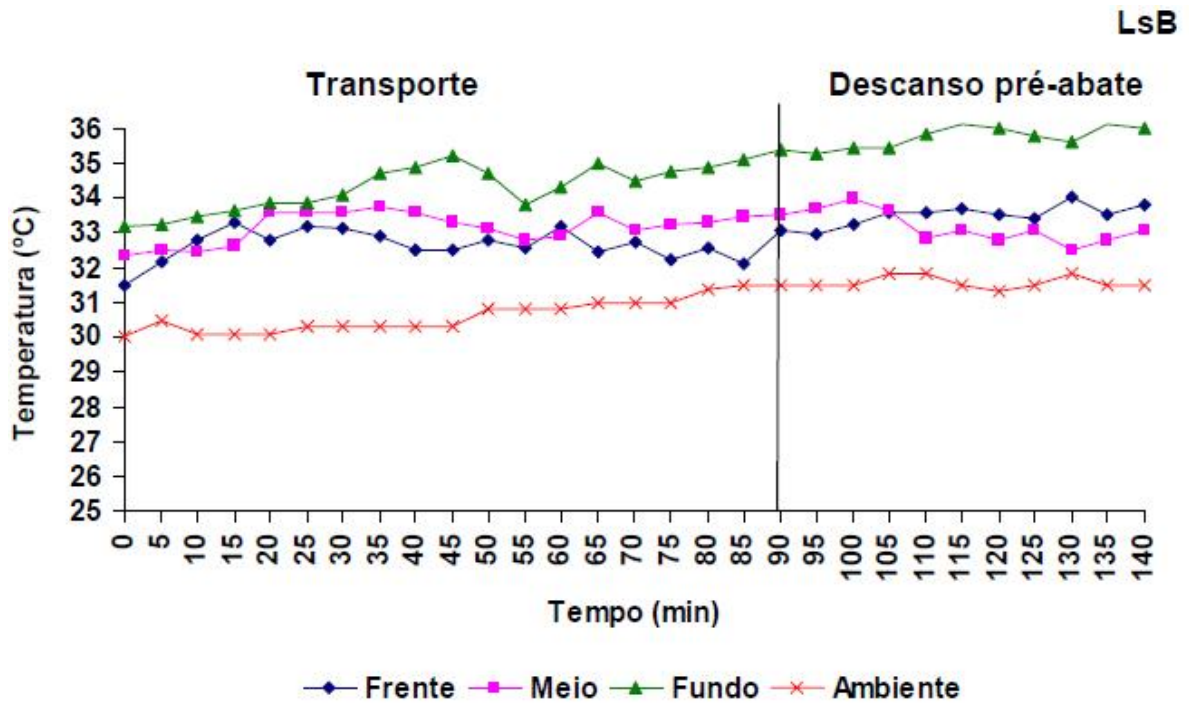
**Tabela 16** – Temperaturas do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para o transporte de frangos no verão na distância de 55 km

Ambiente e Microambiente	Temperatura (°C)	
	LsB	LcB
<b>Ambiente</b>	31,0 <sup>d</sup> (± 0,60)	31,0 <sup>b</sup> (± 0,66)
<b>Frente</b>	32,8 <sup>c</sup> (± 0,49)	28,0 <sup>d</sup> (± 1,54)
<b>Meio</b>	33,2 <sup>b</sup> (± 0,45)	29,9 <sup>c</sup> (± 1,37)
<b>Fundo</b>	34,6 <sup>a</sup> (± 0,82)	32,0 <sup>a</sup> (± 1,52)

<sup>a,b,c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

A elevada temperatura na região do fundo do caminhão do LsB e do LcB (Tabela 16) ocasionou o acúmulo de calor nesta região. Possivelmente isto ocorreu devido a menor ventilação nesta região do caminhão e pela dissipação do calor das regiões da frente e meio para o fundo, visto que na frente e no meio do caminhão a velocidade do vento durante o transporte foi maior.

Pelos valores de desvio padrão da temperatura na distância de 55km (Tabela 16) e figura 17 observou-se que houve pouca variação de temperatura no microambiente do caminhão (frente, meio e fundo) do LcB. Porém, no LsB observou-se maior variação de temperatura na região do fundo quando comparado com as regiões da frente e do meio.



**Figura 17** – Registros de temperatura no verão do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 90 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) transportados por 55 km.

### 5.3.3 Efeito da Umidade Relativa no Microambiente do Caminhão para Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate

A temperatura e umidade relativa influenciam a perda de calor sensível e latente do corpo do animal, sendo que a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem em remover o calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória (BELAY TEETER, 1993; OLIVEIRA *et al.* 2006). Portanto, a temperatura e umidade relativa devem ser controladas no caminhão para transporte de frangos para não ocasionar o estresse calórico com conseqüente mortalidade e alterações na qualidade da carne.

A tabela 17 apresenta a umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para o transporte de frangos dos lotes LsB e LcB na distância de 15 km da granja ao abatedouro. A umidade relativa do ambiente durante a execução dos experimentos na distância de transporte de 15 km no verão foi de 56%. A umidade relativa (Tabela 17) das regiões da frente e meio do LsB não diferiram entre si e entre o ambiente ( $p>0,05$ ). Na região do fundo, a umidade relativa foi maior do que o ambiente e a frente ( $p<0,05$ ), porém não diferiu do meio ( $p>0,05$ ).

No LcB, a umidade relativa (Tabela 17) do microambiente do caminhão foi maior do que o ambiente ( $p<0,05$ ) devido a aplicação do banho de água sobre os frangos após o carregamento. A região do fundo do caminhão apresentou maior umidade relativa do que as regiões da frente e do meio ( $p<0,05$ ) que não se diferiram ( $p>0,05$ ).

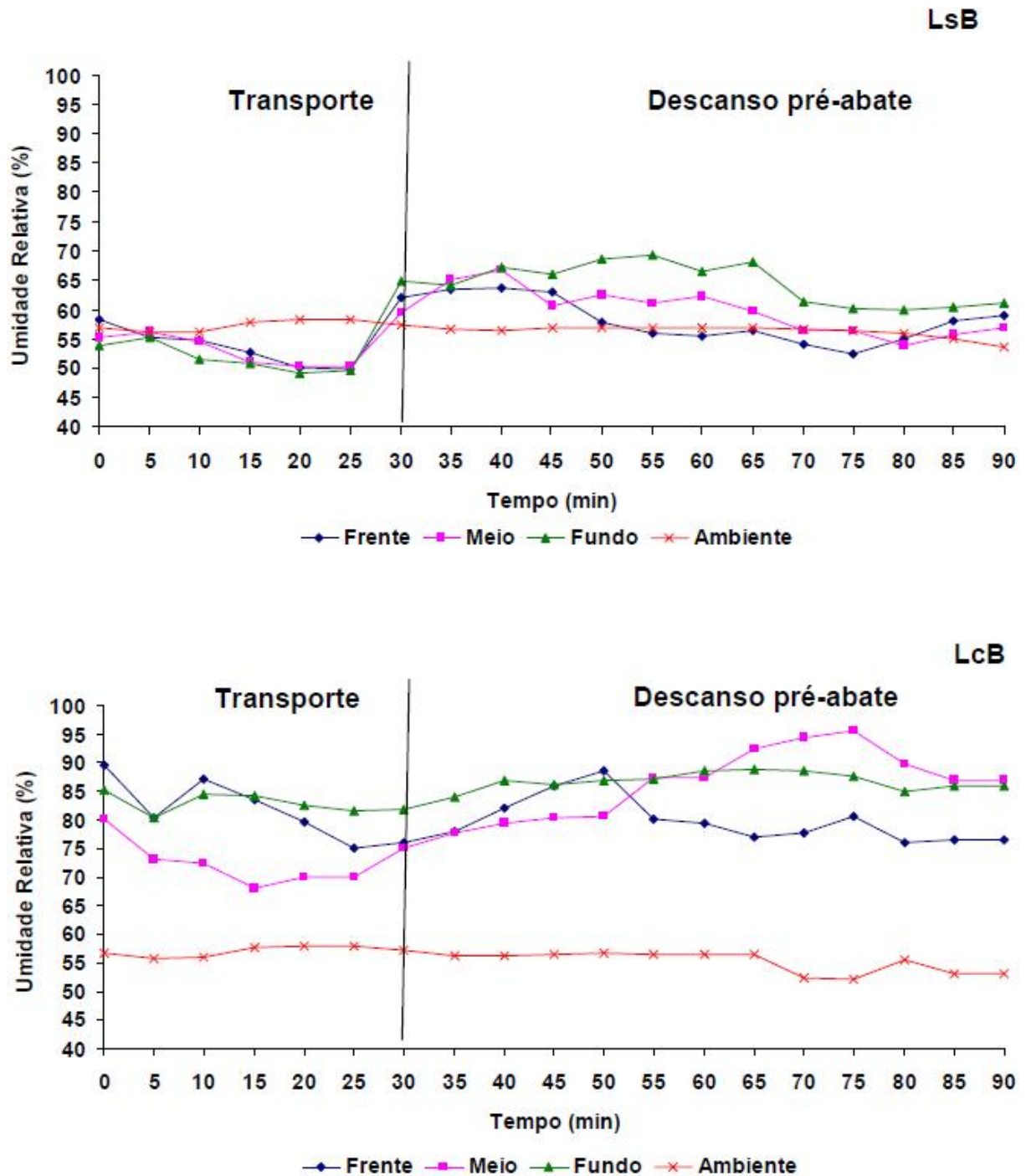
**Tabela 17** – Umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para o transporte de frangos no verão na distância de 15 km

Ambiente e Microambiente	Umidade Relativa (%)	
	LsB	LcB
<b>Ambiente</b>	56,0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 1,51)	56,0 <sup>c</sup> ( $\pm$ 1,72)
<b>Frente</b>	56,6 <sup>b</sup> ( $\pm$ 8,18)	80,7 <sup>b</sup> ( $\pm$ 4,65)
<b>Meio</b>	57,6 <sup>ab</sup> ( $\pm$ 5,22)	81,0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 10,56)
<b>Fundo</b>	60,4 <sup>a</sup> ( $\pm$ 6,28)	85,4 <sup>a</sup> ( $\pm$ 2,55)

<sup>a,b,c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Os valores de umidade relativa (Tabela 17) no LcB na distância de 15 km foram elevados em comparação com o LsB. É importante destacar que segundo Mitchell e Kettewell (1998), as elevadas condições térmicas associadas à alta umidade relativa dificultam a dissipação de calor pelas aves com elevação da temperatura corporal e conseqüente alcalose respiratória.

Pelos valores de desvio padrão da umidade relativa no microambiente (Tabela 17) e figura 18, observa-se que durante o transporte e descanso pré-abate dos frangos do LsB, as três regiões (frente, meio e fundo) apresentaram perfis similares com pouca variação de umidade. Enquanto que no LcB a região do meio do caminhão apresentou maior variação nos valores de umidade relativa no transporte e no descanso pré-abate.



**Figura 18** – Registros no verão de umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 30 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) transportados por 15 km

A tabela 18 apresenta a umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para o transporte de frangos dos lotes LsB e LcB na distância de 35 km da granja ao abatedouro. A umidade relativa do ambiente no verão durante a execução dos experimentos na distância de 35 km

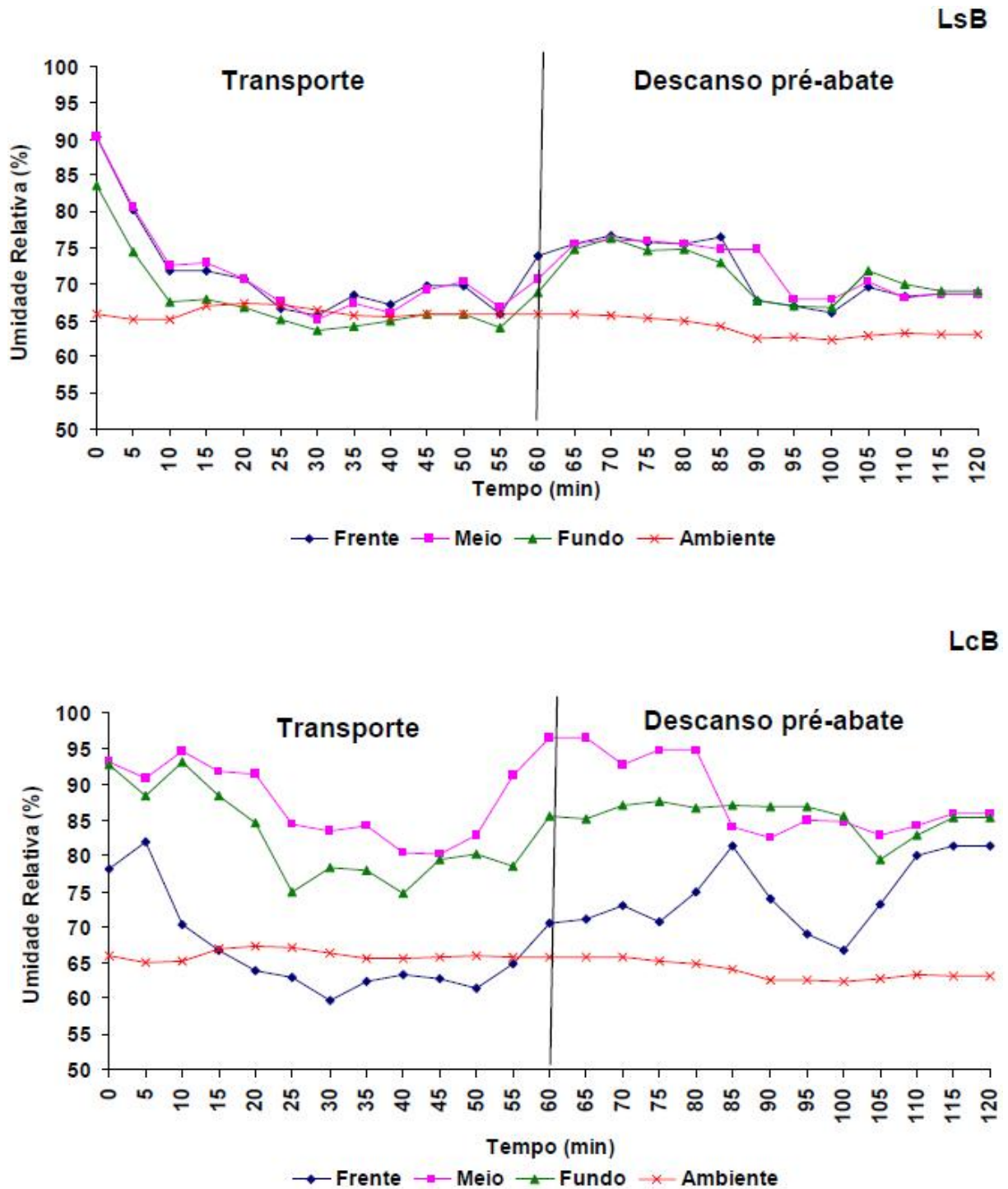
foi de 65%. A umidade relativa do microambiente do caminhão dos lotes LsB e LcB foi maior do que o ambiente ( $p < 0,05$ ). No LsB a umidade relativa do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão não diferiu entre as regiões ( $p > 0,05$ ), enquanto que no LcB a umidade relativa do microambiente (frente, meio e fundo) diferiu entre as regiões ( $p < 0,05$ ), sendo que a região do meio apresentou a maior umidade relativa e a região da frente a menor umidade relativa.

**Tabela 18** – Umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para o transporte de frangos no verão na distância de 35 km

Ambiente e Microambiente	Umidade Relativa (%)	
	LsB	LcB
<b>Ambiente</b>	65,0 <sup>b</sup> ( $\pm 1,51$ )	65,0 <sup>d</sup> ( $\pm 1,51$ )
<b>Frente</b>	71,6 <sup>a</sup> ( $\pm 5,72$ )	70,2 <sup>c</sup> ( $\pm 6,91$ )
<b>Meio</b>	71,4 <sup>a</sup> ( $\pm 5,56$ )	88,1 <sup>a</sup> ( $\pm 5,44$ )
<b>Fundo</b>	69,5 <sup>a</sup> ( $\pm 4,94$ )	84,1 <sup>b</sup> ( $\pm 5,08$ )

<sup>a,b,c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Pelos valores de desvio padrão (Tabela 18) e figura 19, observa-se que no LsB e no LcB as umidades relativas no microambiente do caminhão (frente, meio e fundo) apresentaram poucas variações durante o transporte e descanso pré-abate de frangos. No LsB verifica-se aumento nos valores de umidade relativa no microambiente do caminhão durante o descanso pré-abate no galpão de espera devido à aspersão de água sobre os frangos.



**Figura 19** – Registros no verão de umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 55 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) transportados por 35 km no verão.

A tabela 19 apresenta a umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para o transporte de frangos dos lotes LsB e LcB na distância de 55 km da granja ao abatedouro. A umidade relativa

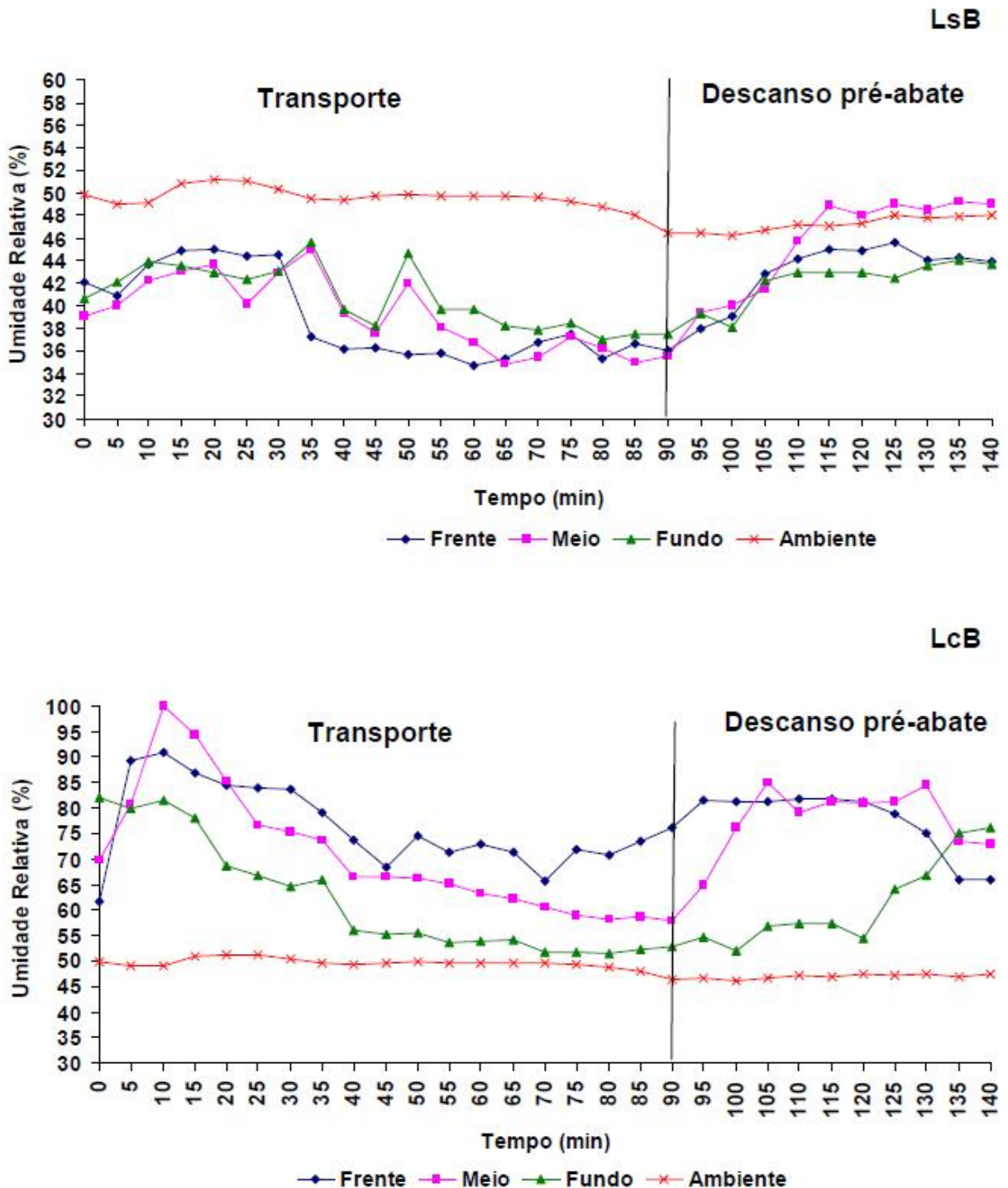
do ambiente no verão durante a execução dos experimentos na distância de transporte de 55 km foi de 49%. As umidades relativas do microambiente do caminhão (frente, meio e fundo) do LsB foram menores ( $p < 0,05$ ) que a do ambiente e não houve diferença entre as regiões da frente, meio e fundo ( $p > 0,05$ ). Enquanto que no LcB as umidades relativas do microambiente do caminhão (frente, meio e fundo) foram maiores do que a do ambiente ( $p < 0,05$ ). A região do fundo do LcB apresentou a menor umidade relativa e foi diferente da frente e do meio ( $p < 0,05$ ), sendo que estas não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 19** – Umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para o transporte de frangos no verão na distância de 55 km

Ambiente e Microambiente	Umidade Relativa (%)	
	LsB	LcB
Ambiente	49,0 <sup>a</sup> ( $\pm 1,51$ )	49,0 <sup>c</sup> ( $\pm 1,56$ )
Frente	39,7 <sup>b</sup> ( $\pm 4,16$ )	77,0 <sup>a</sup> ( $\pm 7,34$ )
Meio	40,2 <sup>b</sup> ( $\pm 4,23$ )	75,5 <sup>a</sup> ( $\pm 11,12$ )
Fundo	40,7 <sup>b</sup> ( $\pm 2,60$ )	62,8 <sup>b</sup> ( $\pm 13,67$ )

<sup>a,b,c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Pelos valores de desvio padrão da umidade relativa no microambiente do caminhão do LsB e LcB (Tabela 19) e figura 20, observa-se que os desvios padrão foram menores no LsB do que no LcB, sendo que no LcB a região do meio e fundo do caminhão apresentaram maior variação nos valores de umidade relativa durante o transporte de descanso pré-abate.



**Figura 20** – Registros no verão de umidade relativa do ambiente e do microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 90 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) transportados por 55 km no verão.

Na execução dos experimentos no verão nas distâncias de transporte de 15, 35 e 55km foi constatado que alguns avicultores não possuíam uma estrutura adequada para aplicação do banho de água sobre os frangos após o

carregamento, utilizando apenas uma mangueira com água sob pressão ao invés de um portal de água na saída do aviário para molhar uniformemente os frangos, como apresentado na figura 21. Portanto, pode-se considerar que o banho não atingiu uniformemente toda a carga de frangos, o que causou a diferença nos valores de umidade relativa nas três regiões (frente, meio e fundo) do caminhão nos LcB das três distâncias estudadas.

Considerando a temperatura e umidade relativa do microambiente do caminhão para transporte de frangos e descanso pré-abate, observou-se que no LsB as regiões da frente e do meio do caminhão apresentaram temperaturas elevadas e umidade relativa baixa. Entretanto, no LcB estas regiões apresentaram temperaturas menores e umidade relativa maior, indicando assim que o banho de água sobre os frangos após o carregamento foi fundamental para redução da carga térmica.

#### 5.3.4 Efeito da Velocidade do Ar no Microambiente do Caminhão para Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate

Durante o transporte, os frangos estão sujeitos aos mais variados tipos de estresse, sendo que o estresse térmico pode ser minimizado por uma adequada distribuição do ar entre as caixas de frangos no caminhão, tanto em movimento, quanto em repouso. Assim, a ventilação natural é importante para evitar o estresse por calor que prejudica o bem estar das aves e compromete a qualidade final da carne. Entretanto, a ventilação natural pode apresentar variações nas diferentes épocas do ano e não atingir uniformemente os frangos transportados no caminhão (WEBSTER *et al.*, 1993; FURLAN *et al.*, 2005).



**Figura 21** – Portal de água na saída da granja para aplicação do banho sobre os frangos no caminhão após o carregamento na granja.

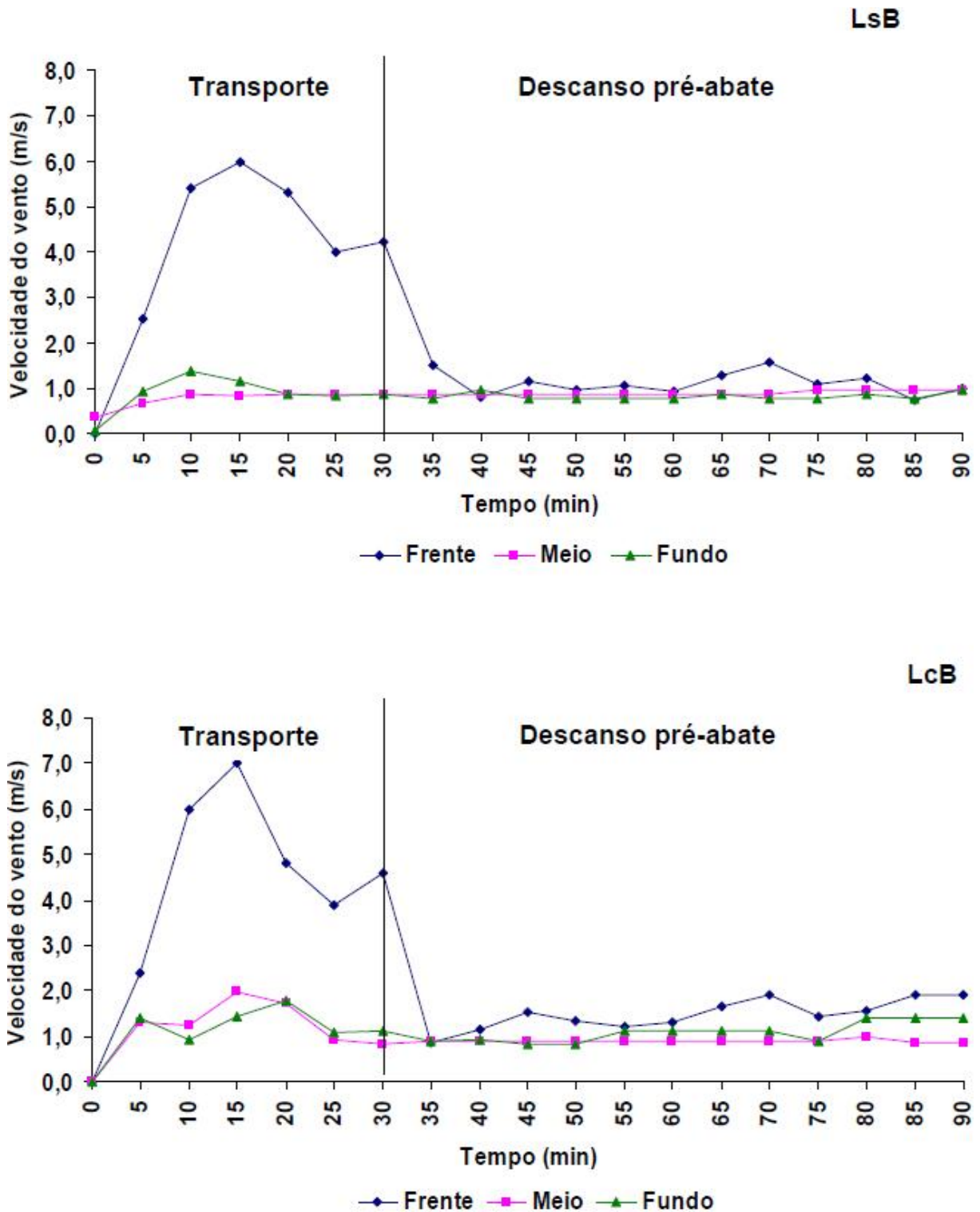
A tabela 20 apresenta a velocidade do ar no microambiente do caminhão (frente, meio e fundo) para transporte de frangos no verão dos lotes LsB e LcB na distância de 15 km. Na distância de 15 km no verão, a velocidade do vento no microambiente foi maior ( $p < 0,05$ ) na região da frente dos caminhões do LsB e do LcB.

**Tabela 20** – Velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 15 km

Microambiente	Velocidade do ar (m/s)	
	LsB	LcB
Frente	2,17 <sup>a</sup> ( $\pm 2,23$ )	2,59 <sup>a</sup> ( $\pm 2,43$ )
Meio	0,84 <sup>b</sup> ( $\pm 0,14$ )	1,02 <sup>b</sup> ( $\pm 0,35$ )
Fundo	0,83 <sup>b</sup> ( $\pm 0,26$ )	1,09 <sup>b</sup> ( $\pm 0,31$ )

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Pelos valores de desvio padrão da velocidade do vento nos lotes LsB e LcB transportados por 15 km (Tabela 20) e figura 22, observa-se que houve pouca variação de velocidade do vento nas regiões do meio e fundo. Porém, a região da frente apresentou maior variação na velocidade do vento atingindo maiores valores durante o transporte. A média de velocidade do vento na região da frente durante os 30 min de transporte nos lotes LsB e LcB foi de 4,6 e 4,8 m/s respectivamente e no descanso pré-abate foi de 1,1 e 1,5 m/s respectivamente. Isto indica que o modelo do caminhão proporcionou uma melhor ventilação nas caixas transportadas na região da frente do caminhão. Após o término do transporte, durante o descanso no galpão de espera todas as regiões apresentaram velocidade do ar ao redor de 0,9 m/s.



**Figura 22** – Registros no verão de velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 30 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) na distância de 15 km

A tabela 21 apresenta a velocidade do ar no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos dos lotes LsB e LcB da

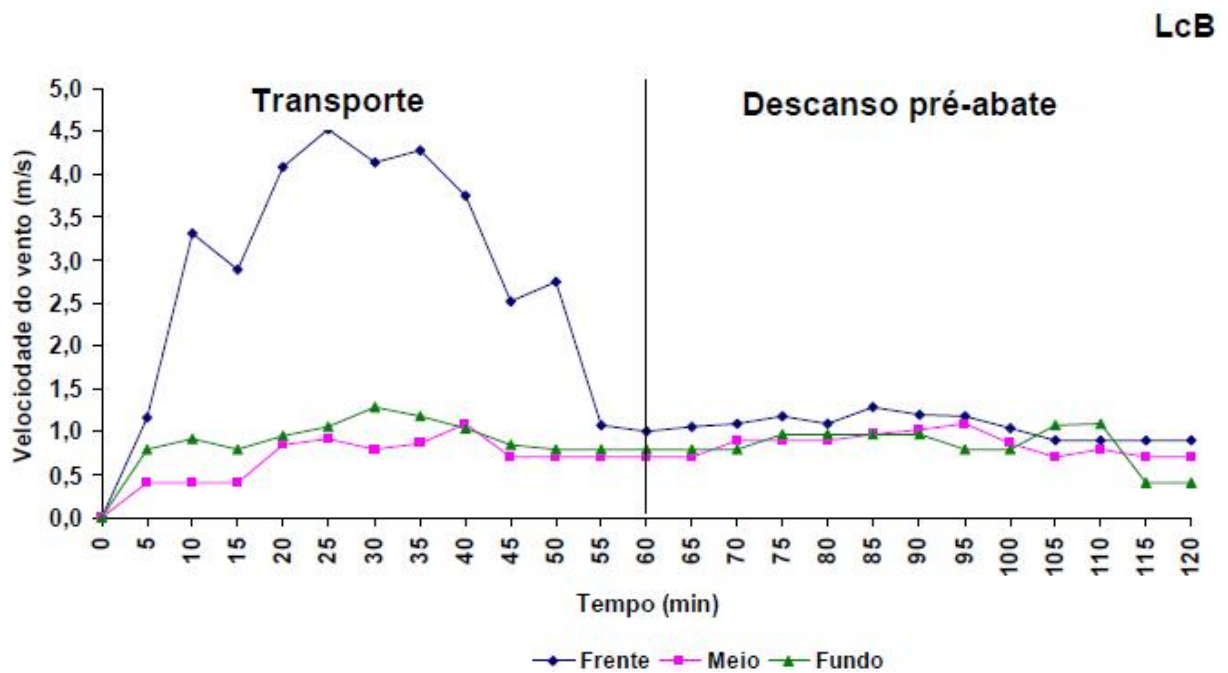
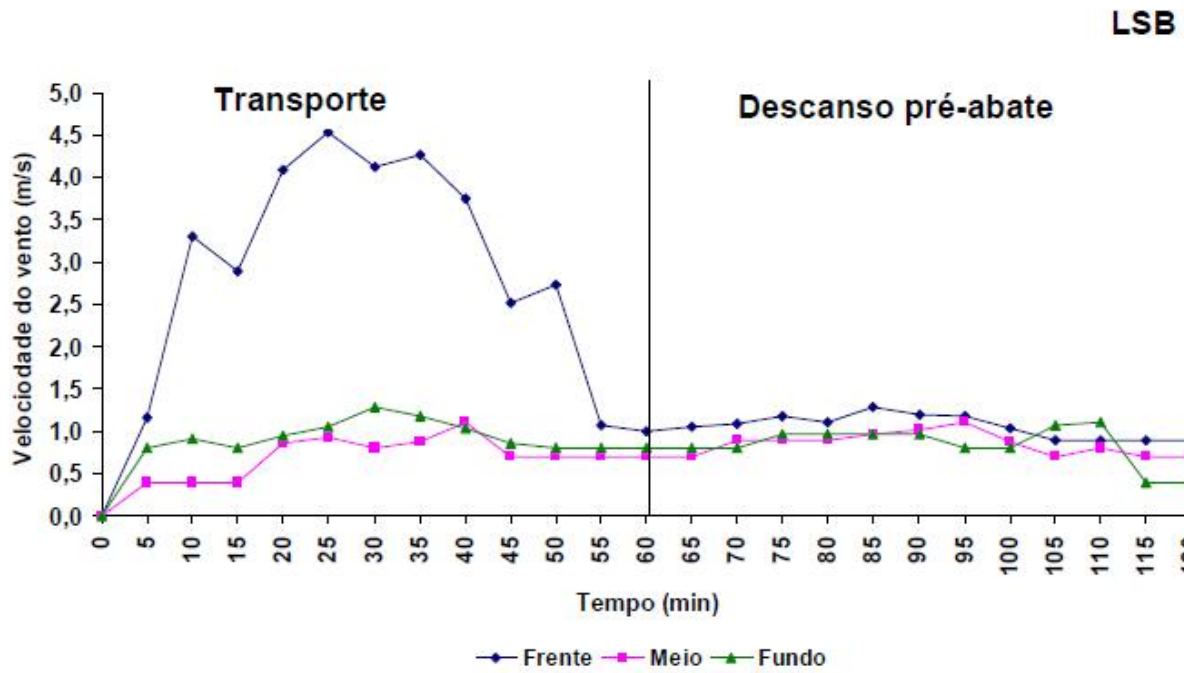
distância de 35 km. No transporte de frangos dos lotes LsB e LcB na distância de 35 km, a velocidade do vento foi maior na região da frente do caminhão do que nas regiões do meio e fundo ( $p < 0,05$ ), as quais não se diferiram ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 21** – Velocidade do ar no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 35 km

Microambiente	Velocidade do ar (m/s)	
	LsB	LcB
Frente	1,55 <sup>a</sup> ( $\pm 0,10$ )	1,97 <sup>a</sup> ( $\pm 1,37$ )
Meio	0,94 <sup>b</sup> ( $\pm 0,33$ )	0,75 <sup>b</sup> ( $\pm 0,25$ )
Fundo	0,87 <sup>b</sup> ( $\pm 0,26$ )	0,87 <sup>b</sup> ( $\pm 0,26$ )

<sup>a, c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Pelos valores de desvio padrão da velocidade do vento (Tabela 21) no microambiente do caminhão dos lotes LsB e LcB da distância de 35 km e figura 23, observa-se que houve pouca variação de velocidade do vento durante o transporte e descanso pré-abate. Porém, assim como verificado nos lotes da distância de 15 km, a região da frente apresentou velocidade do vento maior durante o transporte e atingiu equilíbrio com as regiões do meio e fundo no descanso pré-abate. A média de velocidade do vento na região da frente durante os 60 min de transporte nos lotes LsB e LcB foi de 2,3 e 3,0 m/s respectivamente, e no descanso pré-abate foi de 0,9 e 1,1 m/s respectivamente.



**Figura 23** – Registros no verão de velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 55 min e no descanso pré-abate de 60min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) transportados por 35km.

A tabela 22 apresenta a velocidade do ar no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão dos lotes LsB e LcB da distância de 55 km. Assim como observado nas distâncias de transporte de 15 e

35 km, o microambiente do caminhão dos lotes LsB e LcB da distância de 55 km apresentou diferença na velocidade do ar. A velocidade do ar na região da frente do caminhão foi maior ( $p < 0,05$ ) do que nas demais regiões. A região do fundo do caminhão apresentou velocidade do ar menor ( $p > 0,05$ ) do que o meio e a frente.

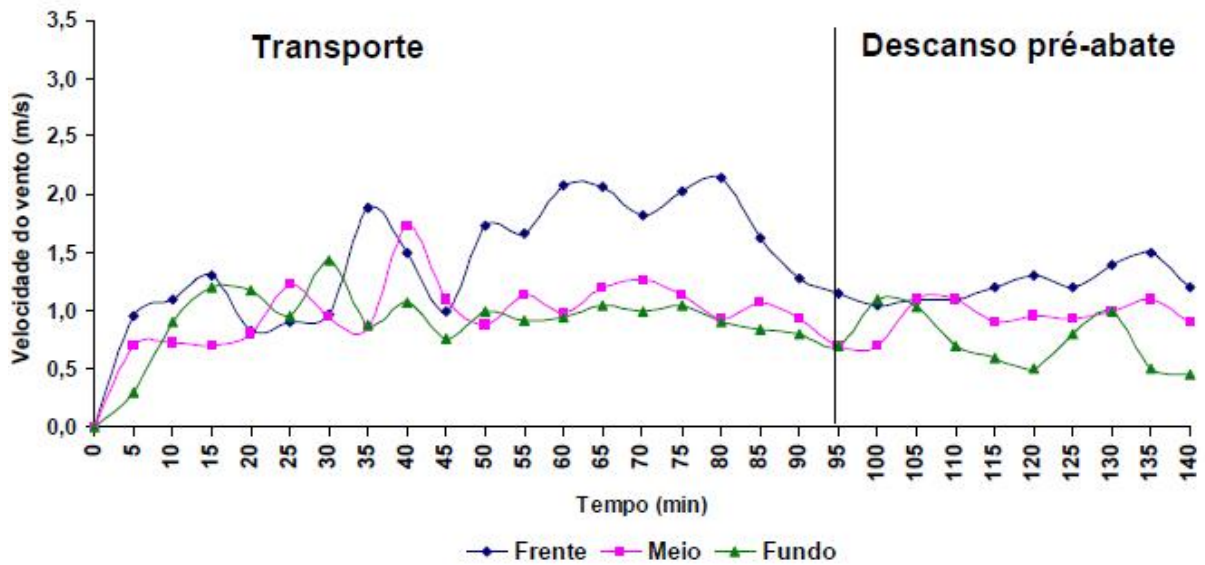
**Tabela 22** – Velocidade do ar no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 55 km

Microambiente	Velocidade do ar (m/s)	
	LsB	LcB
Frente	1,55 <sup>a</sup> ( $\pm 0,73$ )	1,35 <sup>a</sup> ( $\pm 0,52$ )
Meio	1,07 <sup>b</sup> ( $\pm 0,25$ )	1,05 <sup>b</sup> ( $\pm 0,31$ )
Fundo	0,89 <sup>c</sup> ( $\pm 0,26$ )	0,85 <sup>c</sup> ( $\pm 0,33$ )

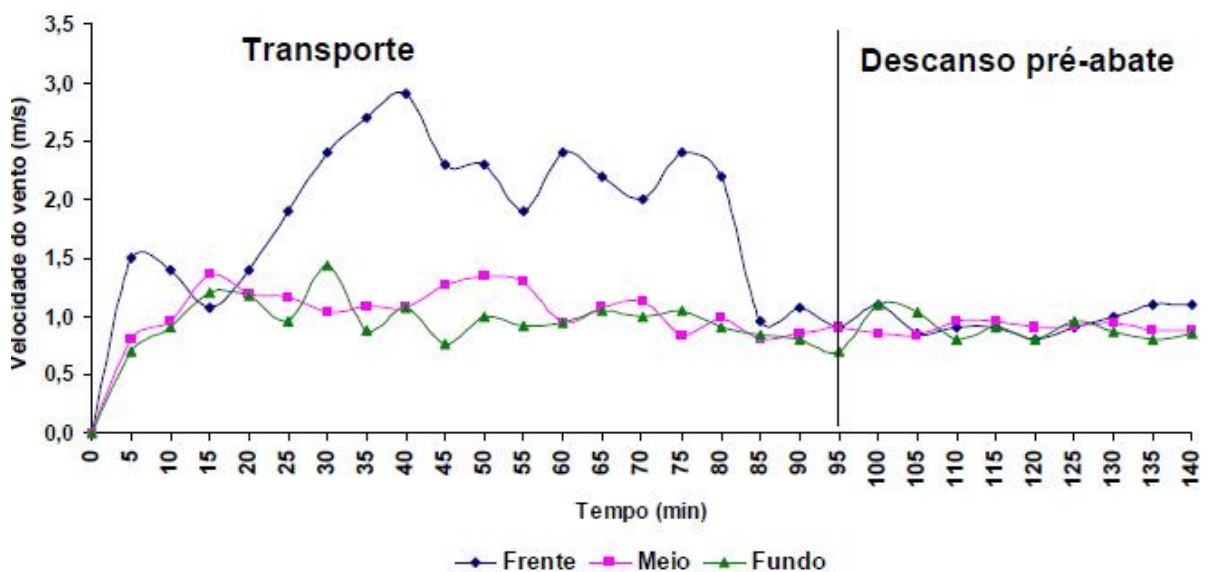
Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB= Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Pelos valores de desvio padrão da velocidade do ar (Tabela 22) no microambiente do caminhão dos lotes LsB e LcB da distância de 55 km e figura 24, observa-se que houve pouca variação de velocidade do ar no transporte e descanso pré-abate nas regiões do meio e fundo do caminhão. O tempo de 90 min de transporte dos frangos proporcionou melhor ventilação entre as caixas localizadas na região da frente e meio do caminhão.

LsB



LcB



**Figura 24** – Registros no verão, de velocidade do vento no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão no transporte de 90 min e no descanso pré-abate de 60 min dos lotes de frangos LsB (sem banho) e LcB (com banho) transportados por 55km

No verão, nas distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km da granja ao abatedouro foi verificado que a velocidade do vento não atingiu uniformemente todas as regiões do caminhão de transporte. Weeks *et al.* (1997) em estudos sobre o

transporte de frangos na estação de verão na Inglaterra, encontraram resultados similares e descreveram que em um caminhão de transporte de frangos existiu grande variação na velocidade do vento ao redor das aves e que em certas posições, o movimento do ar não foi suficiente para dissipar o calor produzido pelas aves e pelo microambiente. Ainda, a velocidade do vento segundo Yahav *et al* (2004) é um dos fatores ambientais mais importantes para manter a termoregulação das aves, principalmente em ambientes de altas temperaturas. Sendo que frangos em ambientes com temperaturas de 35°C apresentaram menores valores de temperatura corporal quando submetidos a uma ventilação de 1,5 a 2,0 m/s.

O modelo dos caminhões utilizados para o transporte de frangos nas distâncias de 15, 35 e 55 km da granja ao abatedouro dos lotes LsB e LcB permitiu maior velocidade do vento entre as caixas de frangos transportadas na região da frente, com velocidades do vento de 1,35 m/s a 2,59 m/s. Esta melhor ventilação proporcionou um microambiente com temperatura menor nesta região em todas as distâncias de transporte. Portanto, a ventilação foi importante para a redução da carga térmica no microambiente do caminhão.

#### 5.3.5 Avaliação do Conforto Térmico do Microambiente do Caminhão para Transporte de Frangos no Verão da Granja ao Abatedouro e Descanso Pré-Abate

O índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) no transporte de frangos dos lotes LsB e LcB da distância de 15 km está apresentado na tabela 23. A região do fundo do caminhão do LsB da distância de 15 km apresentou maior valor de entalpia e diferente das regiões da frente e meio ( $p < 0,05$ ). No LcB as regiões do meio e fundo do caminhão apresentaram entalpia maior e diferente da frente ( $p < 0,05$ ). A entalpia maior foi verificada nas regiões do fundo do LsB e do meio e fundo do LcB devido as elevadas temperaturas nestas regiões.

**Tabela 23** – Índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 15 km

Microambiente	Índice de entalpia (kJ/kg ar seco)	
	LsB	LcB
Frente	76,1 <sup>c</sup> (+1,73)	75,6 <sup>b</sup> (+ 2,27)
Meio	80,6 <sup>b</sup> (+2,04)	78,5 <sup>a</sup> (+ 3,99)
Fundo	81,7 <sup>a</sup> (+1,02)	79,7 <sup>a</sup> (+ 3,19)

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB= Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

O conforto térmico medido por meio do índice de entalpia foi proposto como confiável por Moura *et al.* (1997) e Barbosa Filho (2008). O índice de entalpia depende diretamente da temperatura e da umidade relativa do ar e expressa a quantidade de energia presente no ambiente. Assim, quanto maior o índice de entalpia maior a quantidade de energia (calor) presente no ambiente.

O índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 35 km está apresentado na tabela 24. Os valores de entalpia no microambiente do caminhão LsB da distância de 35 km foram similares nas três regiões do caminhão. Não houve diferença significativa entre as regiões do meio e fundo ( $p > 0,05$ ), assim como entre as regiões da frente e fundo ( $p > 0,05$ ). Enquanto que no LcB, a região do meio do caminhão apresentou entalpia maior que a frente e fundo ( $p < 0,05$ ) e a região da frente, menor entalpia do que as demais regiões ( $p < 0,05$ ). A região do meio do caminhão do LcB foi a que apresentou a maior temperatura e a maior umidade relativa.

**Tabela 24** – Índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 35 km

Microambiente	Índice de Entalpia (kJ/kg ar seco)	
	LSB	LCB
Frente	77,0 <sup>b</sup> (+ 4,18)	72,5 <sup>c</sup> (+ 4,13)
Meio	79,5 <sup>a</sup> (+ 3,29)	78,8 <sup>a</sup> (+ 2,09)
Fundo	78,0 <sup>ab</sup> (+ 2,86)	76,8 <sup>b</sup> (+ 2,53)

<sup>a,b,c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

O Índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 55 km está apresentado na tabela 25. No LsB da distância de 55 km, a região do fundo do caminhão apresentou entalpia maior e diferente ( $p < 0,05$ ) das regiões do meio e fundo, as quais não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). No LcB a região do fundo apresentou entalpia maior, porém não diferiu do meio ( $p > 0,05$ ) e este não diferiu da frente do caminhão ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 25** – Índice de entalpia no microambiente (frente, meio e fundo) do caminhão para transporte de frangos no verão na distância de 55 km

Microambiente	Índice de entalpia (kJ/kg ar seco)	
	LsB	LcB
Frente	75,4 <sup>b</sup> ( $\pm 2,13$ )	78,5 <sup>b</sup> ( $\pm 2,87$ )
Meio	76,1 <sup>b</sup> ( $\pm 1,61$ )	79,4 <sup>ab</sup> ( $\pm 2,92$ )
Fundo	79,1 <sup>a</sup> ( $\pm 1,98$ )	80,4 <sup>a</sup> ( $\pm 2,83$ )

<sup>a, c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Como verificado nos lotes das distâncias de transporte de frangos de 15 e 35 km, as regiões do caminhão com entalpia maior foram as que apresentaram temperatura maior no microambiente do caminhão tanto do LsB quanto do LcB.

Analisando os índices de entalpia do microambiente do caminhão dos lotes LsB e LcB das distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km no verão (Tabelas 23, 24 e 25), pode-se observar que as condições climáticas no microambiente do caminhão para transporte de frangos da granja ao abatedouro e descanso pré-abate, estavam fora da faixa de conforto térmico. De acordo com a Tabela Prática para Avaliação do Ambiente para Frangos de Corte (Anexo B), os índices de entalpia no microambiente dos lotes LsB e LcB das distâncias de 15, 35 e 55 km encontram-se na faixa considerada "Letal" para frangos de corte na sexta semana de vida. Apenas as regiões da frente do caminhão do LcB da distância de 15 km e 35 km, assim como a região da frente do LsB da distância de 55 km encontram-se na faixa "Crítica".

Assim como no inverno, destaca-se a importância do controle da temperatura e umidade relativa no microambiente do caminhão para transporte de frangos e descanso pré-abate no verão para garantir o conforto térmico. Portanto, tanto no inverno quanto no verão, para que o transporte seja realizado em condições de conforto há necessidade de adequar principalmente a temperatura do microambiente, de tal forma que o índice de entalpia esteja adequado e dentro da faixa de conforto térmico.

### 5.3.6 Efeitos do Transporte na Ocorrência de PSE em Filés de Peito de Frango (*Pectoralis Major*) no Verão

As tabelas 26 e 27 apresentam os valores de pH e medidas de cor dos filés de frango dos lotes LsB e LcB respectivamente, das distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km da granja ao abatedouro na estação de verão.

**Tabela 26** – Valores de pH, L\*, a\* e b\* 24h post mortem para os filés de peito de frango no verão do lote LsB das distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km

Distância de transporte (km)	pH	L*	a*	b*
15	5,79 <sup>a</sup> (± 0,10)	55,05 <sup>b</sup> (± 2,75)	2,00 <sup>a</sup> (± 1,14)	10,64 <sup>a</sup> (± 1,64)
35	5,81 <sup>a</sup> (± 0,14)	55,45 <sup>b</sup> (± 3,19)	1,98 <sup>a</sup> (± 0,76)	10,45 <sup>a</sup> (± 1,48)
55	5,77 <sup>a</sup> (± 0,17)	56,52 <sup>a</sup> (± 3,02)	2,00 <sup>a</sup> (± 1,71)	11,00 <sup>b</sup> (± 1,71)

<sup>a b, c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

**Tabela 27** – Valores de pH, L\*, a\* e b\* 24h post mortem para os filés de peito de frango no verão do lote LcB das distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km

Distância de transporte (km)	pH	L*	a*	b*
15	5,83 <sup>a</sup> (± 0,11)	56,03 <sup>a</sup> (± 2,79)	1,89 <sup>a</sup> (± 1,26)	10,61 <sup>b</sup> (± 1,97)
35	5,81 <sup>a</sup> (± 0,13)	56,35 <sup>a</sup> (± 2,71)	1,87 <sup>a</sup> (± 0,83)	10,85 <sup>b</sup> (± 1,54)
55	5,75 <sup>b</sup> (± 0,16)	56,21 <sup>a</sup> (± 3,00)	1,97 <sup>a</sup> (± 1,01)	10,78 <sup>b</sup> (± 2,43)

<sup>a b, c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Os valores de pH dos filés de peito de frango do LsB não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) entre as distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km. Com relação a medida de luminosidade ( $L^*$ ) observa-se que nas distâncias de 15 e 35 km, o valor de  $L^*$  não diferiu ( $p > 0,05$ ) e foi menor do que o valor de  $L^*$  dos filés na distância de transporte de 55 km. Em relação ao valor de  $a^*$  (componente vermelho) não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os filés nas três distâncias estudadas. O valor de  $b^*$  (componente amarelo) foi maior nos filés na distância de 55 km ( $p \leq 0,05$ ) e nas distâncias de 35 e 55 km não diferiram entre si ( $p \geq 0,05$ ).

Assim, os frangos transportados nas distâncias mais longas apresentaram filés de peito mais pálidos e amarelados.

Quanto aos filés dos lotes LcB na distância de transporte de 55 km, o valor de pH foi menor do que nas distâncias de 15 e 35 km ( $p \leq 0,05$ ). Os valores de luminosidade ( $L^*$ ),  $a^*$  (componente vermelho) e  $b^*$  (componente amarelo) dos filés de peito de frango não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre as três distâncias de transporte. Estes resultados indicam que na estação de verão, a aplicação do banho de água sobre os frangos após o carregamento foi benéfico para a manutenção da cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) dos filés de frangos transportados nas distâncias de 15, 35 e 55 km da granja ao abatedouro.

Com base nos valores de  $L^*$  para classificação dos filés de peito de frango em PSE, a-DFD e Normal (SOARES *et al*, 2002) foi investigado a ocorrência destes filés nos lotes LsB e LcB nas distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km da granja ao abatedouro e nas três regiões do caminhão (frente, meio e fundo) onde o microambiente foi caracterizado durante o transporte e descanso pré-abate dos frangos. A tabela 28 apresenta a ocorrência no verão de filés de peito PSE, a-DFD e Normal nas regiões do caminhão (frente, meio e fundo) dos lotes LsB e LcB transportados por 15 km.

A maior ocorrência de PSE em filés de peito de frango foi observado quando os frangos foram transportados na região do fundo do caminhão do LsB da distância de 15 km com 62,7% ( $n = 60$ ). Com relação ao LcB, a maior ocorrência de PSE foi verificada nos frangos transportados nas regiões do meio e fundo do caminhão com 43,3 ( $n = 60$ ) e 40% ( $n = 60$ ), respectivamente.

**Tabela 28** – Ocorrência no verão de filés de peito PSE, a-DFD e Normal nas regiões do caminhão (frente, meio e fundo) dos lotes LsB e LcB na distância de 15 km

Região do Caminhão	LsB			LcB		
	PSE	a-DFD %	Normal	PSE	a-DFD %	Normal
<b>Frente</b> (n=60)	35	0	65	32,2	0	67,8
<b>Meio</b> (n=60)	50,9	0	49,2	43,3	0	56,7
<b>Fundo</b> (n=60)	62,7	0	37,3	40	0	60

LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Relacionando as condições climáticas do microambiente do caminhão no transporte de 15 km com a ocorrência de PSE, observou-se que a região do fundo do caminhão do LsB apresentou temperatura maior (33,3°C) umidade relativa elevada (60,4%) com velocidade do vento reduzida (0,83 m/s). No LcB, as regiões do meio e fundo do caminhão apresentaram temperatura de 28,4 e 28,5°C, respectivamente e umidade relativa elevada (81 e 85,4% respectivamente) e velocidade do vento reduzida (1,02 e 1,09m/s respectivamente) quando comparado com a região da frente. Assim, observou-se que a ocorrência de PSE em filés de peito de frango foi influenciada pela temperatura, umidade relativa e ventilação no microambiente do caminhão.

A tabela 29 apresenta a ocorrência no verão de filés de peito PSE, a-DFD e Normal nas regiões do caminhão (frente, meio e fundo) dos lotes LsB e LcB transportados por 35 km. A maior ocorrência de PSE em filés de peito de frango foi observado quando os frangos foram transportados na região do meio do caminhão dos lotes LsB e LcB da distância de 15 km com 51,7% (n= 60) de PSE no LsB e 60,0% (n= 60) no LcB.

**Tabela 29** – Ocorrência no verão de filés de peito PSE, a-DFD e Normal nas regiões do caminhão (frente, meio e fundo) dos lotes LsB e LcB na distância de 35km

Região do Caminhão	LsB			LcB		
	PSE	a-DFD %	Normal	PSE	a-DFD %	Normal
<b>Frente</b> (n=60)	35,0	0	65	36,7	0	63,3
<b>Meio</b> (n=60)	51,7	0	48,3	60,0	0	40,0
<b>Fundo</b> (n=60)	46,7	0	53,3	41,7	0	58,3

LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Relacionando as condições climáticas do microambiente com a ocorrência de PSE, observou-se que nos lotes LsB e LcB, a região do meio apresentou temperatura elevada (30,0 e 27,8°C respectivamente), umidade relativa alta (71,4 e 88,1% respectivamente) e reduzida ventilação (0,94 e 0,75m/s respectivamente).

A tabela 30 apresenta a ocorrência no verão de filés de peito PSE, a-DFD e Normal nas regiões do caminhão (frente, meio e fundo) dos lotes LsB e LcB na distância de 55km. A maior ocorrência de PSE em filés de peito foi verificada na região do fundo dos lotes LsB e LcB transportados por 55 km com 75,0 e 61,7% respectivamente.

**Tabela 30** – Ocorrência no verão de filés de peito PSE, a-DFD e Normal nas regiões do caminhão (frente, meio e fundo) dos lotes LsB e LcB na distância de 55km

Região do Caminhão	LsB			LcB		
	PSE	a-DFD %	Normal	PSE	a-DFD %	Normal
<b>Frente</b> (n=60)	53,3	0	46,7	51,7	0	48,3
<b>Meio</b> (n=60)	60,0	0	40,0	45,0	0	55,0
<b>Fundo</b> (n=60)	75,0	0	25,0	61,7	0	38,3

LsB = Lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB = Lote que recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Associando a ocorrência de PSE nos filés de peito com as condições climáticas, a região do fundo do caminhão dos lotes LsB e LcB apresentou temperatura elevada (34,6 e 32,0°C respectivamente) e reduzida velocidade do vento (0,85 e 0,89 m/s respectivamente). Portanto, observa-se o efeito da alta temperatura e da reduzida velocidade do vento na ocorrência de PSE em filés de peito de frangos.

No verão, a região da frente do caminhão dos lotes LsB e LcB transportados por 15, 35 e 55 km apresentou menor ocorrência de PSE em filés de peito (Tabelas 28, 29 e 30). Verifica-se que nesta região a temperatura durante o transporte foi menor e a velocidade do vento entre as caixas foi maior. Assim, destaca-se que para reduzir a ocorrência de PSE em filés de peito de frangos é importante manter uma adequada taxa de ventilação para redução da carga térmica entre os frangos.

A análise de regressão logística foi aplicada para verificar a ocorrência de PSE em filés de peito com relação a distância de transporte, a aplicação do banho de água sobre os frangos após o carregamento e a região de distribuição das caixas de frangos no caminhão. A tabela 31 apresenta a análise de regressão logística e a estimativa de risco para a ocorrência de PSE em filés de peito de frango.

**Tabela 31** – Análise de regressão logística e estimativa de risco para a ocorrência de PSE em filés de peito de frangos no verão nas distâncias de transporte de 15, 35 e 55 km

Fatores de estudo	PSE (%)	Valor de p	Estimativa de Risco	Intervalo de Confiança (95%)	
<b>Distância de transporte (km)</b>					
15 (n= 360)	44,0	Referência	1,000	Referência	
35 (n= 360)	45,3	0,7257	1,055	0,783	1,420
55 (n= 360)	57,8	0,0002	1,762	1,307	2,375
<b>Região do caminhão</b>					
Frente (n= 360)	40,7	Referência	1,000	Referência	
Meio (n= 360)	51,8	0,0025	1,584	1,176	2,135
Fundo (n= 360)	54,6	0,0002	1,776	1,317	2,395
<b>Aplicação de banho de água</b>					
LcB (n= 540)	45,8	Referência	1,000	Referência	
LsB (n= 540)	52,2	0,0324	1,304	1,023	1,663

Modelo da análise de regressão logística segundo teste de Hosmer-Lemeshow:  $\chi^2 = 6,0407$  com valor de  $p=0,5350$ ; LsB= lote que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos; LcB= que não recebeu o banho de água após o carregamento dos frangos

Pela análise de regressão logística (Tabela 31) a distância de transporte de frangos no verão de 55 km apresentou efeito significativo ( $p=0,0002$ ) sobre a ocorrência de PSE em filés de peito, com 57,8% (n= 360) de PSE e estimativa de risco igual a 1,762 [I.C.95%: 1,307 - 2,375], ou seja, os frangos transportados por 55 km apresentaram 76,2% mais chances de desenvolverem carnes PSE quando comparado com a distância de 15 km. No trabalho desenvolvido por Langer *et al.* (2008) no verão, foi observada uma maior ocorrência de PSE em filés de peito de frangos transportados por 62 km, com 32% (n= 300) do que em frangos transportados por 4 km, com 22% (n= 300). Assim, esses trabalhos indicam que distâncias de transporte mais longas provocam maior ocorrência de PSE em filés de peito.

As regiões do meio e fundo do caminhão de transporte de frangos (Tabela 31) apresentaram efeito ( $p < 0,05$ ) na ocorrência de PSE em filés de peito, com 51,8% ( $n = 360$ ) e 54,6% ( $n = 360$ ) de PSE, respectivamente. As regiões do meio e fundo apresentaram uma estimativa de risco igual a 1,584 [I.C.: 1,176 - 2,135] e 1,776 [I.C.: 1,317 - 2,395], respectivamente, ou seja, no verão os frangos transportados no meio e fundo do caminhão apresentam 58,4% e 77,6% de chances de desenvolverem PSE em filés de peito do que os frangos transportados na região da frente.

Quanto ao efeito do banho de água sobre os frangos após o carregamento no caminhão (Tabela 31), observa-se um efeito ( $p < 0,05$ ) para a ocorrência de PSE nos lotes que não receberam o banho de água, com 52,2% ( $n=540$ ) de PSE e estimativa de risco igual a 1,304 [I.C.: 1,023 - 1,663], ou seja, os frangos que não receberam o banho de água apresentaram 30,4% mais chances de desenvolverem PSE em filés de peito do que os frangos que receberam o banho de água após o carregamento no caminhão.

### 5.3.7 Mortalidade dos Frangos no Transporte na Estação de Verão

No verão, o percentual de mortalidade dos frangos dos lotes LsB e LcB transportados por 15, 35 e 55 km está apresentado na tabela 32. O percentual de mortalidade dos frangos dos lotes LsB e LcB transportados no verão nas distâncias médias de 15, 35 e 55 km variou de 0,13% a 0,26%. Olivo e Shimokimaki (2001) recomendam 0,20% como um valor aceitável de mortalidade para as condições brasileiras. Portanto, considerando o recomendado por estes pesquisadores, somente o lote LsB da distância de 55 km, apresentou taxa de mortalidade acima dos limites aceitáveis.

As menores taxas de mortalidade foram observada nos lotes LcB nas três distâncias médias de transporte. Portanto, no verão, a aplicação do banho de água sobre os frangos após o carregamento reduziu a taxa de mortalidade (Tabela 32) dos frangos transportados por 15, 35 e 55 km.

**Tabela 32** – Mortalidade de frangos no verão nos lotes LsB e LcB transportados por 15, 35 e 55 km

<b>Distâncias de transporte (km)</b>	<b>Lote</b>	<b>Total de aves</b>	<b>Mortalidade (n)</b>	<b>Mortalidade (%)</b>
15	LsB	7616	12	0,16
15	LcB	7570	09	0,12
35	LsB	7632	15	0,20
35	LcB	7673	13	0,17
55	LsB	7376	20	0,27
55	LcB	7760	12	0,15

n= número de aves mortas; LsB= lote sem o banho de água sobre os frangos; LcB= lote com banho de água sobre os frangos.

Neste trabalho, o menor percentual de mortalidade de frangos na estação de verão foi de 0,12% e o maior foi de 0,27%. Assim, considerando o abate diário de 300.000 aves no estabelecimento onde a pesquisa foi realizada, estes índices de mortalidade representam uma perda mínima de 360 frangos e máxima de 810 frangos o que em termos econômicos reflete um prejuízo de no mínimo R\$ 650,00/dia e máximo de R\$ 1.450,00/dia ao abatedouro. Portanto, os abatedouros devem constantemente investir em melhorias no manejo pré-abate de frangos para reduzir a taxa de mortalidade e os prejuízos decorrentes desta.

## 6 CONCLUSÕES

A ocorrência de PSE em filés de peito de frango em um abatedouro comercial no verão (n= 540) foi de 55,5% e no inverno (n= 650) foi de 27,2% e de a-DFD foi de 0,9% somente no inverno.

Pela análise de regressão logística conclui-se que:

- no inverno, a distância de transporte de frangos de 15 e 57 km não apresentou efeito na ocorrência de PSE, sendo observado uma ocorrência de 27,8% (n= 270) e 26,7% (n= 270), respectivamente;

- no inverno, a região do fundo do caminhão apresentou maior ocorrência de PSE, com 32,8% (n=180) devido as elevadas temperaturas observadas no microambiente nesta região do caminhão.

- no verão, a distância de transporte de frangos de 55 km apresentou efeito na ocorrência de PSE, sendo observado uma ocorrência de 57,8% (n= 360) nesta distância de transporte;

- no verão, as regiões do meio e fundo do caminhão apresentaram maior ocorrência de PSE, com 51,8% (n= 360) e 54,6% (n= 360), respectivamente devido a temperatura elevada e ventilação reduzida no microambiente nestas regiões do caminhão.

- no verão, o banho de água sobre os frangos após o carregamento no caminhão de transporte foi benéfico e reduziu cerca de 7% a ocorrência de PSE em filés de peito devido a redução de temperatura no microambiente do caminhão.

## REFERÊNCIAS

ABEF - Associação Brasileira de Exportadores de Frango. Disponível em: <[www.abef.com.br](http://www.abef.com.br)>. Acesso em 15/08/2007.

ALLEN, C. D.; FLETCHER, J. K.; NORTHCUTT, J. K.; RUSSEL, S. M. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf life. **Poultry Science**, v.77, p.361-366, 1998.

ANADÓN, H. L. S. Biological, nutritional, and processing factors affecting breast meat quality of broilers. 171p. 2002. **Tese** (University of Virginia - Polytechnic Institute and State University), 2002.

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

BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; GARCIA, D.B.; SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O. Mudanças e uso de Tabelas de Entalpia. Piracicaba, 2007. Disponível em: <[www.nupea.esalq.usp.br](http://www.nupea.esalq.usp.br)>. Acesso em: 08 de Agosto de 2008.

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. Occurrence of pale, soft, exudative meat in mature turkey hens. **Br. Poultry Science**, Edinburgh, v.38, n. 1, p.74-77, 1997a.

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

BARBUT, S. Estimates of the magnitude of the PSE problem in poultry - A review. **Journal Muscle Food**, v.9, n.1, p.35-49, 1998.

BARBUT, S.; SOSNICKI, A.A.; LONERGAN, S.M.; KNAPP, T.; CIOBANU, D.C. GATCLIFFE, L.J.; HUFF-LONERGAN, E.; WILSON, E.W. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, Accepted date: 27/07/2007.

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.

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.

BERRI, C.; WACRENIER, N.; MILLET, N.; BIHAN-DUVLA, E. LE. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broiler from experimental and commercial lines. **Poultry Science**, Champaign, v.80, n.7, p.833-838, 2001.

BIHAN-DUVAL, E. LE; BERRI, C.; BAEZA, E.; MILLET, N.; BEAUMONT, C. Estimation of the genetic parameters of meat characteristics and of their genetic correlations with growth and body composition in a experimental broiler line. **Poultry Science**, Champaign, v.80, n.7, p.839-843, 2001.

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

BRANCO, J. A. D. Manejo pré-abate e perdas decorrentes do processamento de frango de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. Santos. **Anais**. Campinas: FACTA, v.2, p.129-142, 2004.

BRESSAN, M. C. Efeitos dos fatores pré-abate sobre a qualidade do peito de frango. 1998. 179p. **Tese** (Universidade Estadual de Campinas), 1998.

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

BRESSAN, M. C. *et al.* 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.

BREWER, M. S.; McKEITH, F. K. Consumer-rated quality characteristics as related to purchase intent of fresh pork. **Journal of Food Science**, Chicago, v.64, n.1, p.171-174, 1999.

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**, Amesterdam, v.638, p.40-49, 1981.

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

CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. Proteínas Alimentarias: Bioquímica - Propriedades funcionales - valor nutritivo - modificações químicas. Zaragoza: Acribia, 1989. 346p.

CHEN, M. T.; LIN, S. S.; LIN, L. C. Effect of stresses before slaughter on changes to the physiological, biochemical and physical characteristics of duck muscle. Br. **Poultry Science**, v.32, p.997-1004, 1991.

DE SOUZA, H. B. A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. 2005. Acesso em: 30 de Julho de 2007. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_v0b5311x.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_v0b5311x.pdf)>.

DEBUT, M., BERRI, C., BAEZA, E., SELIER, N., ARNOULD, C., GUEMENE, D, JEHL, N., BOUTTEN, B., JEGO, Y., BEAUMONT, C., BIHAN-DUVAL, E.L. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. **Poultry Science**, v.82, p.1829-1838, 2003.

ELROM, K. Review: Handling and transportation of broilers welfare, stress, fear and meat quality, Part VI: Handling of broilers. **Israel Veterinary Medical Association**, v.56, n.2, 2001.

EUROPEAN COMMISSION - Health & Consumer Protection Directorate-General. **Standards for the microclimate inside animal transport road vehicles** - Report of the scientific committee on animal health and animal welfare, 1999.

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

FLETCHER, D.L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. **Poultry Science**, Champaign, v.78, n.9, p.1323-1327, 1999.

FLETCHER, D.L.; QIAO, M.; SMITH, D.P. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.5, p.784-788, 2000.

FREEMAN, B.M.; KETTLEWELL, P.J.; MANNING, A.C.C.; BERRY, P.S. Stress of transportation for broilers. **Veterinary Record**. London, v.144, p.286-287, 1984.

FRONING, G. W.; BABJI, A. S.; MATHER, F. B. The effect of preslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. **Poultry Science**, Champaign, v.57, n.3, p.630-633, 1978.

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.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; MORAES, V. M. B.; MALHEIROS, R. D.; MALHEIROS, E. B.; SECATO, E. R. Alterações hematológicas e gasométricas em diferentes linhagens de frangos de corte submetidos aos estresse calórico agudo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.1, n1, p.77-84, 1999.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; COSTA, M. J. R. P. Bem-estar das aves e suas implicações sobre o desenvolvimento e produção. In: FORUM INTERNACIONAL DE AVICULCBURA, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Animal World, p.60-68, 2005.

GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; OLIVER, M. A.; GUARDIÀ, M. D.; COLL, C.; SIGGENS, K.; HARVEY, K.; DIESTRE, A. A survey of pre-slaughter conditions, halotane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, Barking, v.55, n.1, p.97-106, 2000.

GUARNIERI, P. D.; OLIVO, R.; SOARES, A.; IDA, E. I.; LARA, J. A. F.; SHIMOKOMAKI, M. Bem estar animal e qualidade da carne das aves: uma exigência dos consumidores. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.301, p.36-44, 2002.

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.

HOSMER, D.W.; LEMERHOW, S. **Applied logistic regression**. New York: John Wiley & Sons, 1989.

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.

KRIESE, P. R. Influência da maturação na maciez de peito de frango realizada em condições de processamento industrial. 58p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, 2005.

LANGER, R. O. S. Práticas de manejo pré-abate: Efeito do transporte na incidência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e análogo ao DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de frango. **Dissertação** (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, 2007.

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.

LENGERKEN, G. V.; MAAK, S.; WICKE, M. Muscle metabolism and quality of pigs and pouLcBry. **Veterinarija ir Zootechnika**. v.20, n.42, p.82-86, 2002.

LIN, H.; JIAO, H.C.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. **World's Poultry Science Journal**, London, v.62, p.71-85, 2006.

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.

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

MALLIA, J. G.; BARBUT, S.; VAILLANCOURT, J-P.; MARTIN, S. W.; McEWEN, S. A. A dark, firm dry-like condition in turkeys condemned for cyanosis. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.2, p.281-285, 2000.

McCURDY, R. D.; BARBUT, S.; QUINTON, M. Seasonal effects on pale soft exsudative (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. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. **Poultry Science**, v.76, p.1616-1620, 1997.

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

MENDES, A. A. Jejum pré-abate em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.3, p.199-209, 2001.

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. Road transportation of broiler chickens: induction of physiological stress. **World's Poultry Science Journal**, v.50, p.57-59, 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.

MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL, P. J. Sistemas de transporte e bem estar de frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. Campinas. **Anais**. Campinas: FACTA, p.199-215, 2003.

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.

MOURA, J.D.; NÃÃS, I. A.; SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B.; CORRIA, M.E. The use of enthalpy as a thermal confort index. INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 1997. Proceedings, v.1, p.242-248, 1997.

NAAS, I. A.; SILVA, I. J. O.; GOUVEIA, R. P. Avaliaçãõ de sistemas de resfriamento no ambiente de espera em caixas transportadoras de frango de corte utilizando a ventilaçãõ e nebulizaçãõ. **Revista Brasileira de Engenharia Rural**, v.9, n.1, p.50-55, 1998.

NICOL, C. J.; SCOTT, G. B. Pre-slaughter handling and transport of broiler-chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 28, n.1-2, p.57-73, 1990.

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

NORTHCUTT, J. K.; FOEGEDING, E. A.; EDENS, F. W. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, Ithaca, v.73, p.308-316, 1994.

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.

ODA, S. H. I., SCHNEIDER, J., SOARES, A. L., BARBOSA, D. M. L., IDA, E. I.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Detecçãõ de cor em filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.28, n.321, p.30-34, 2003.

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. Carne PSE em frangos. 97p. Tese de doutorado (Universidade Estadual de São Paulo), 1999.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Carnes: no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: IMPRINT, 155p. 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 R. **O mundo das carnes: Ciência, Tecnologia & Mercado**. 3ªed. Criciúma: Ed. do autor, 2006.

OWENS, C. M.; SAMS, A. R. The influence of transportation on turkey meat quality. **Poultry Science**, v.79, p.1204-1207, 2000.

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.

PRICE, J. F. SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la Carne y de los Productos Carnicos**. Editora Acribia, S.A. 2ª edição, Zaragoza/ España, 581p., 1994.

QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P.; NORTHCUTT, J. K. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 676-680, 2001.

QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; NORTHCUTT, J. K.; SMITH, D. P. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. **Poultry Science**, Champaign, v.8, n.3, p.422-427, 2002.

SAMS, A. R.; MILLS, K. A. The effect of feed withdrawal duration on the responsiveness of broiler pectoralis to rigor mortis acceleration. **Poultry Science**, Ithaca, v.72, n.9, p. 1789-1796, 1993.

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

SANDERCOCK, D. A.; HUNTER, R. R.; NUTE, G. R.; MITCHEL, M. A.; HOCKING, P. M. Cute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. **Poultry Science**, Ithaca, v.80, p.418-425, 2001.

SANTOS, H. C.; BRANDELLI, A.; AYUB, M. A. Z. Influence of post-mortem aging in tenderness of chicken breast fillets. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.905-910. 2004.

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.

SCHNEIDER, J. P. Carne DFD em frangos. 2004. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP), São Paulo, 61p.

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

SIEGEL, H. S. Stress, strains and resistance. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.36, p.312-329, 1995.

SOARES, A. L.; LARA, J. A. F.; IDA, E. I.; GUARNIERI, P. D.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Variation in the colour 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.; 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.

TERZI, R.G.G.; GUELLI, E.; ABREU, H.J.; BAIA, L.L. Índices de Prognósticos em Medicina Intensiva II. Métodos. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.9 n.1, p.40-49, 1997.

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.

WARRISS, P. D.; KESTIN, S. C.; BROWN, S. N.; BEVIS, E. A. Depletion of glycogen reserves in fasting broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.29, p.149-154, 1988.

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.

WARRISS, P. D.; KESTIN, S. C.; BROWN, S. N. The Depletion of glycogen stores and levels of dehydration in transported broilers. **British Veterinary Journal**, London, v.149, n.4, p.391-398, 1993.

WARRISS, P. D.; WILKINS, L. J.; KNOWLES, T. G. The influence of ante mortem handling on poultry meat quality. In: RICHARDSON, R. I.; MEAD, G. C. (Ed.). **Poultry meat science**, Wallingford: CABI Publ. p.217-230, 1999.

WARRIS, P.D.; PAGAZAURTUNDA, A.; BRWON, S.N. Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. **British Poultry Science**, London, v.46, p.647-651, 2005.

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

WILKINS, L.J.; BROWN, S.N.; PHILLIPS, A.J.; WARRIS, P.D. Variation in the colour of broiler fillets in the U.K. *British Poultry Science*, Edinburgh, v.41, n.3, p.308-312, 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.

WISMER-PERDENSEN, J. Chemistry of animal tissues: Water. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT. *The science of meat and meat products*. Food & Nutrition Press, Inc. Westport, CN. 1986.

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.

WOOD, D. F.; RICHARDS, J. F. Effect of some antemortem stressors on postmortem aspects of chicken broiler Pectoralis muscle. **Poultry Science**, Champaign, v.54, n.2, p.528-231, 1975.

**ANEXOS**

## ANEXO A – Registro de Acompanhamento dos Lotes de Frangos

DADOS DO LOTE	
DATA DA APANHA	
PROPRIETÁRIO	
IDENTIFICAÇÃO DO LOTE	
LINHAGEM	
SEXO	
IDADE	
NÚMERO DE AVES DO LOTE	
NÚMERO DE AVES / CAMINHÃO	
NÚMERO DE AVES /CAIXA	
HORÁRIO DA RETIRADA DA RAÇÃO	
TEMPO DE JEJUM	
HORÁRIO DA APANHA	Início: Final:
TEMPO DA APANHA	
DISTÂNCIA PERCORRIDA	
HORÁRIO DO TRANSPORTE	Início: Final:
TEMPO DE TRANSPORTE	
TEMPERATURA DO DIA	
VELOCIDADE DO CAMINHÃO	
UMIDADE RELATIVA DO DIA	
DESCANSO COM ASPERSÃO DE ÁGUA E VENTILAÇÃO	Início: Final:
TEMPO DE DESCANSO	
HORÁRIO DE INICIO DO ABATE	
HORÁRIO DE INÍCIO DAS ANÁLISES	
BANHO DE ÁGUA NO CAMINHÃO	
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES	

## ANEXO B – Tabela Prática de Entalpia para frangos de corte na sexta semana de vida.

NUPEA - ESALQ - USP														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (6ª semana) - H variando de 54,7 a 62,9 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
40	54,7	56,1	57,6	59,1	60,6	62,1	63,6	65,2	66,8	68,4	70,1	71,8	73,5	75,3
41	54,9	56,3	57,8	59,3	60,8	62,3	63,8	65,4	67,1	68,7	70,4	72,1	73,8	75,6
42	55,0	56,5	58,0	59,4	61,0	62,5	64,1	65,7	67,3	69,0	70,7	72,4	74,2	76,0
43	55,2	56,7	58,1	59,6	61,2	62,7	64,3	65,9	67,6	69,2	71,0	72,7	74,5	76,3
44	55,4	56,8	58,3	59,8	61,4	62,9	64,5	66,2	67,8	69,5	71,3	73,0	74,8	76,7
45	55,5	57,0	58,5	60,0	61,6	63,2	64,8	66,4	68,1	69,8	71,5	73,3	75,2	77,0
46	55,7	57,2	58,7	60,2	61,8	63,4	65,0	66,7	68,3	70,1	71,8	73,6	75,5	77,4
47	55,8	57,3	58,9	60,4	62,0	63,6	65,2	66,9	68,6	70,3	72,1	73,9	75,8	77,7
48	56,0	57,5	59,0	60,6	62,2	63,8	65,5	67,1	68,9	70,6	72,4	74,3	76,1	78,0
49	56,2	57,7	59,2	60,8	62,4	64,0	65,7	67,4	69,1	70,9	72,7	74,6	76,5	78,4
50	56,3	57,8	59,4	61,0	62,6	64,2	65,9	67,6	69,4	71,2	73,0	74,9	76,8	78,7
51	56,5	58,0	59,6	61,2	62,8	64,5	66,1	67,9	69,6	71,4	73,3	75,2	77,1	79,1
52	56,6	58,2	59,8	61,4	63,0	64,7	66,4	68,1	69,9	71,7	73,6	75,5	77,4	79,4
53	56,8	58,4	59,9	61,6	63,2	64,9	66,6	68,4	70,2	72,0	73,9	75,8	77,8	79,8
54	57,0	58,5	60,1	61,7	63,4	65,1	66,8	68,6	70,4	72,3	74,2	76,1	78,1	80,1
55	57,1	58,7	60,3	61,9	63,6	65,3	67,1	68,8	70,7	72,5	74,4	76,4	78,4	80,5
56	57,3	58,9	60,5	62,1	63,8	65,5	67,3	69,1	70,9	72,8	74,7	76,7	78,7	80,8
57	57,4	59,0	60,7	62,3	64,0	65,8	67,5	69,3	71,2	73,1	75,0	77,0	79,1	81,1
58	57,6	59,2	60,8	62,5	64,2	66,0	67,8	69,6	71,4	73,4	75,3	77,3	79,4	81,5
59	57,8	59,4	61,0	62,7	64,4	66,2	68,0	69,8	71,7	73,6	75,6	77,6	79,7	81,8
60	57,9	59,5	61,2	62,9	64,6	66,4	68,2	70,1	72,0	73,9	75,9	77,9	80,0	82,2
61	58,1	59,7	61,4	63,1	64,8	66,6	68,4	70,3	72,2	74,2	76,2	78,2	80,4	82,5
62	58,2	59,9	61,6	63,3	65,0	66,8	68,7	70,6	72,5	74,5	76,5	78,6	80,7	82,9
63	58,4	60,1	61,8	63,5	65,2	67,1	68,9	70,8	72,7	74,7	76,8	78,9	81,0	83,2
64	58,6	60,2	61,9	63,7	65,5	67,3	69,1	71,0	73,0	75,0	77,1	79,2	81,3	83,6
65	58,7	60,4	62,1	63,9	65,7	67,5	69,4	71,3	73,3	75,3	77,4	79,5	81,7	83,9
66	58,9	60,6	62,3	64,1	65,9	67,7	69,6	71,5	73,5	75,6	77,6	79,8	82,0	84,2
67	59,0	60,7	62,5	64,2	66,1	67,9	69,8	71,8	73,8	75,8	77,9	80,1	82,3	84,6
68	59,2	60,9	62,7	64,4	66,3	68,1	70,1	72,0	74,0	76,1	78,2	80,4	82,6	84,9
69	59,4	61,1	62,8	64,6	66,5	68,4	70,3	72,3	74,3	76,4	78,5	80,7	83,0	85,3
70	59,5	61,2	63,0	64,8	66,7	68,6	70,5	72,5	74,6	76,7	78,8	81,0	83,3	85,6
71	59,7	61,4	63,2	65,0	66,9	68,8	70,7	72,8	74,8	76,9	79,1	81,3	83,6	86,0
72	59,8	61,6	63,4	65,2	67,1	69,0	71,0	73,0	75,1	77,2	79,4	81,6	83,9	86,3
73	60,0	61,8	63,6	65,4	67,3	69,2	71,2	73,2	75,3	77,5	79,7	81,9	84,3	86,7
74	60,2	61,9	63,7	65,6	67,5	69,4	71,4	73,5	75,6	77,7	80,0	82,2	84,6	87,0
75	60,3	62,1	63,9	65,8	67,7	69,7	71,7	73,7	75,8	78,0	80,3	82,6	84,9	87,3
76	60,5	62,3	64,1	66,0	67,9	69,9	71,9	74,0	76,1	78,3	80,5	82,9	85,2	87,7
77	60,6	62,4	64,3	66,2	68,1	70,1	72,1	74,2	76,4	78,6	80,8	83,2	85,6	88,0
78	60,8	62,6	64,5	66,4	68,3	70,3	72,4	74,5	76,6	78,8	81,1	83,5	85,9	88,4
79	61,0	62,8	64,6	66,6	68,5	70,5	72,6	74,7	76,9	79,1	81,4	83,8	86,2	88,7
80	61,1	63,0	64,8	66,7	68,7	70,7	72,8	74,9	77,1	79,4	81,7	84,1	86,5	89,1
81	61,3	63,1	65,0	66,9	68,9	71,0	73,0	75,2	77,4	79,7	82,0	84,4	86,9	89,4
82	61,4	63,3	65,2	67,1	69,1	71,2	73,3	75,4	77,7	79,9	82,3	84,7	87,2	89,8
83	61,6	63,5	65,4	67,3	69,3	71,4	73,5	75,7	77,9	80,2	82,6	85,0	87,5	90,1
84	61,8	63,6	65,6	67,5	69,5	71,6	73,7	75,9	78,2	80,5	82,9	85,3	87,8	90,4
85	61,9	63,8	65,7	67,7	69,7	71,8	74,0	76,2	78,4	80,8	83,2	85,6	88,2	90,8

Classificação:

Faixa Verde: Conforto; Faixa Amarela: Perigo; Faixa Laranja: Crítica; Faixa Vermelha: Letal.