

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**CARACTERIZAÇÃO E OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA  
EM FRANGOS DE CORTE E SEU EFEITO NA  
ELABORAÇÃO DE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS**

**CLAUDIA MARIE KOMIYAMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

**Botucatu-SP  
Fevereiro de 2006**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**CARACTERIZAÇÃO E OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA  
EM FRANGOS DE CORTE E SEU EFEITO NA  
ELABORAÇÃO DE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS**

**CLAUDIA MARIE KOMIYAMA**

Médica Veterinária

Orientador: Prof. Dr. Ariel Antonio Mendes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

**Botucatu-SP  
Fevereiro de 2006**

*...Sou Feliz...  
e agradeço por tudo que Deus me deu...*

*Zeca Pagodinho, Deixa a Vida me Levar.*

## *À Deus*

*Por sempre me guiar mesmo nos momentos de dificuldades, me ajudando a vencer os maiores obstáculos de minha vida,*

*Ofereço*

## *Aos meus pais Mario e Helena*

*Pelo amor incondicional e dedicação integral em todas as etapas de minha vida.*

*Sempre me incentivando a lutar pelos meus ideais.*

*Pelo esforço sem limites em me fornecer a melhor herança...o Estudo.*

*Por estarem sempre presentes em minha, mesmo com a distância física.*

*Dedico*

## *Aos meus irmãos Akira e Yukio*

*com amor e gratidão,*

*Agradeço*

## *HOMENAGEM ESPECIAL*

*Ao Prof. Dr. Ariel Antonio Mendes, pela orientação e ensinamentos em toda esta etapa de minha vida, a minha sincera gratidão.*

*À minha amiga e fiel companheira de trabalho, Sabrina Endo Takahashi, pelo seu apoio e dedicação, minha eterna gratidão.*

*A equipe e também amigos o qual sem eles não seria possível a realização deste trabalho. À vocês, minha gratidão...*

*Rodrigo Garófallo Garcia*

*Joerley Moreira*

*Ibiara Correia de Lima Almeida Paz*

*Renata Rangel Quinteiro Arbex*

*Augusto Balog Neto*

*Charli Ludtke*

*Carla de Andrade*

## AGRADECIMENTOS

*À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da Bolsa de Mestrado e Auxílio a Pesquisa.*

*À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade da realização deste trabalho.*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade, colaboração e apoio.*

*Ao Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça, pela colaboração e amizade.*

*À Profa. Dra. Hirasilva Borba Alves de Souza, pela amizade e participação.*

*Ao Prof. Dr. Edivaldo Antonio Garcia, pela colaboração e pelo convívio.*

*Ao Prof. Dr. Alcides de Amorim Ramos e Heraldo César Gonçalves e o pós-graduando Igo Gomes Guimarães pela colaboração nas análises estatísticas.*

*Ao Centro de Tecnologia de Carne (CTC) e as pesquisadoras Luciana Miyagusku e Márcia Mayumi Harada pela colaboração, apoio e amizade.*

*Ao Abatedouro de Aves Ideal Ltda, ao Sr. José Orlando de Jesus Campos e ao Médico Veterinário Julio César Lopes da Silva pela colaboração e doação de amostras de filés de peito de frango utilizados nos experimentos.*

*Ao Abatedouro, Avícola Santa Fé, e ao gerente de produção Renzo Sacaro Barbosa, pelo apoio e doação de amostras de filés de peito de frango utilizados nos experimentos.*

*Ao Abatedouro Frango Sertanejo e ao Sr. Takashi Mario Okada pela colaboração e doação de amostras de filés de peito de frango utilizados nos experimentos.*

*Ao Grupo Zanchetta Alimentos, Carlos Augusto dos Santos Zancheta e Manoel Francisco e Moraes pelo apoio e doação de amostras de filés de peito de frango utilizados nos experimentos.*

*Aos funcionários do Departamento de Produção e Exploração Animal, Solonge Aparecida Ferreira de Souza e José Luiz Barbosa de Souza, pela colaboração, convívio e amizade.*

*Às secretárias da Pós-Graduação em Zootecnia, Carmem Silva de Oliveira Pólo e Seila Cristina Cassinelli Vieira, pelo convívio e apoio.*

*Aos técnicos do laboratório de bromatologia, Renato Monteiro da Silva e Maria Conceição Tenori do Carmo, pela colaboração e amizade.*

*Aos funcionários das Fazendas de Ensino, Produção e Pesquisa da FMVZ, Renato Agostinho Arruda, Paulo Sérgio dos Santos, Irene Francisca de Arruda, Paulo Sergio Luiz, Marcos Rogério Martinioni, Ariovaldo Inácio Primo Junior, José Carlos dos Santos pelo auxílio, convívio e amizade.*

*Aos funcionários da Supervisão das Fazendas de Ensino, Produção e Pesquisa da FMVZ, Celso Paulo Martin, Paulo Inácio Primo, Rodrigo Martin, Nanci Vieira Lapostte, Pedro Cordeiro, Claudia Gouveia, pela colaboração e amizade.*

*Aos amigos da Pós-Graduação, Luciana, Gil Ignácio, Igo, Marleide, Kleber, Cleuza pelo convívio e apoio.*

*À todos os colegas de graduação e pós-graduação, pela amizade, colaboração e convívio.*

*Aos meus avós, Shigueto e Cecília Miyazaki, pela compreensão de minha ausência, amor e carinho.*

*Ao Marcelo Costa Rodrigues, pelo incentivo ao conhecimento, compreensão e carinho.*

*Aos amigos de toda vida, Trícia M. F. de Souza Oliveira, Joseth F. de Jesus Souza, Regina Yokoi, Silke V. Schwarzbach, Daniela O. Carneiro, Jamile P. dos Santos, Maria Cecília N. Domingues, Andréia H. Arakaki, Fernando C. Pereira, João Paulo F. Nunes, João Paulo da E. Pascon, Fabiano C. Rodrigues, Delton José Pereira Júnior, Murilo A. Fernandes, pelo amor, carinho e principalmente amizade.*

*À todos os Professores da Graduação e Pós-Graduação, pela amizade e pelo conhecimento por mim adquirido.*

*Às famílias Komiyama e Miyazaki, pela participação em mais uma etapa de minha vida.*

*Ao Lucinei Fernando Ramazotti pelo companheirismo e carinho.*

*À todos que de alguma forma colaboraram com a realização deste trabalho.*

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

*Claudia Marie Komiyama é filha de Mario Tadatero Komiyama e Helena Emico Miyazaki Komiyama, e possui dois irmãos, Wellington Akira Komiyama e Edson Yukio Komiyama. Nasceu aos 13 de março de 1978 na cidade de Presidente Epitácio-SP.*

*Em fevereiro de 1998, ingressou no curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, onde recebeu o título de Médica Veterinária em vinte de dezembro de 2002.*

*Em março de 2004 ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu. Obteve título de mestre em zootecnia, área de concentração de Produção Animal em vinte e quatro de fevereiro de 2006.*

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1.....</b>	<b>1</b>
<b>Considerações iniciais</b>	
<i>Introdução.....</i>	2
<i>Revisão de Literatura.....</i>	3
<i>Referências Bibliográficas.....</i>	14
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>20</b>
<b>Características de qualidade da carne pálida em peitos de frangos de corte</b>	
<i>Resumo .....</i>	22
<i>Abstract.....</i>	23
<i>Introdução .....</i>	24
<i>Material e Métodos .....</i>	26
<i>Resultados e Discussão .....</i>	29
<i>Conclusão .....</i>	35
<i>Referências Bibliográficas .....</i>	35
<b>Capítulo 3.....</b>	<b>39</b>
<b>Avaliação da ocorrência de carne pálida em peitos de frangos de corte</b>	
<i>Resumo .....</i>	41
<i>Abstract.....</i>	42
<i>Introdução .....</i>	43
<i>Material e Métodos .....</i>	44
<i>Resultados e Discussão .....</i>	46
<i>Conclusão .....</i>	53
<i>Referências Bibliográficas .....</i>	54
<b>Capítulo 4.....</b>	<b>56</b>
<b>Avaliação do processo de marinação sobre as características da carne pálida</b>	
<i>Resumo .....</i>	58
<i>Abstract.....</i>	59
<i>Introdução .....</i>	60
<i>Material e Métodos .....</i>	62
<i>Resultados e Discussão .....</i>	63
<i>Conclusão .....</i>	68
<i>Referências Bibliográficas .....</i>	68

<b>Capítulo 5 .....</b>	<b>70</b>
<b>Avaliação do processamento sobre as características qualitativas de produtos elaborados com da carne pálida</b>	
<i>Resumo</i> .....	72
<i>Abstract</i> .....	73
<i>Introdução</i> .....	74
<i>Material e Métodos</i> .....	75
<i>Resultados e Discussão</i> .....	77
<i>Conclusão</i> .....	85
<i>Referências Bibliográficas</i> .....	86
<b>Capítulo 6 .....</b>	<b>88</b>
<b>Implicações</b>	

## SUMÁRIO DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1.</b> Características de qualidade da carne de filés de peito de coloração pálida e normal.....	30
<b>Tabela 2.</b> Análise sensorial dos filés de frangos de corte com características pálida e normais, sendo CV =coeficiente de variação e DP = desvio padrão.....	34

## SUMÁRIO DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO 2

<b>Gráfico 1.</b> Curvas de pH de filés de frango pálida e normal no intervalo de tempo de 1,3 a 24 horas <i>post-mortem</i> .....	31
--	----

## SUMÁRIO DE TABELAS

### CAPÍTULO 3

<b>Tabela 1 .</b> Frequência de leitura para os valores de L* realizados em filés de peito de frangos de corte na época do inverno na região de Itapuí/SP.....	47
<b>Tabela 2.</b> Frequência de leitura para os valores de L* realizados em filés de peito de frangos de corte na época do inverno na região de Pereiras/SP.....	48
<b>Tabela 3 .</b> Frequência de leitura para os valores de L* realizados em filés de peito de frangos de corte na época do verão na região de Itapuí.....	49
<b>Tabela 4.</b> Frequência de leitura para os valores de L* realizados em filés de peito de frangos de corte na época do verão na região de Pereiras/SP.....	50
<b>Tabela 5.</b> Valores de luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e amarelo (b*) de filés de frango de corte analisados em duas estações do ano (inverno e verão) e em dois abatedouros (Itapuí e Pereiras) do Estado de São Paulo.....	51
<b>Tabela 6.</b> Desdobramento da interação entre época do ano e abatedouro para o parâmetro luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) dos filés de peito de frangos de corte.....	52

## SUMÁRIO DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO 3

<b>Gráfico 1.</b> Frequência dos valor de L* dos filés de peito de frangos de corte avaliados em dois abatedouros comerciais no Estado de São Paulo no período do verão.....	52
<b>Gráfico 2.</b> Frequência dos valor de L* dos filés de peito de frangos de corte avaliados em dois abatedouros comerciais no Estado de São Paulo no período do inverno.....	53
<b>Gráfico 3.</b> Ocorrência de carnes com características pálida avaliadas em duas épocas do ano, verão e inverno.....	53

## SUMÁRIO DE TABELAS

### CAPÍTULO 4

<b>Tabela 1.</b> Valores de pH, luminosidade (L*), teor de vermelho (a*), teor de amarelo (b*), capacidade de retenção de água (CRA), textura e perda de peso por cozimento (PPC) dos filés marinados e não marinados elaborados com carne de peito de frangos de corte de coloração normal e pálido.....	64
<b>Tabela 2.</b> Desdobramento da interação entre carne e processamento para o parâmetro de valor de pH para os filés de peito de frangos de corte marinados e não marinados.....	66
<b>Tabela 3.</b> Resultados da análise de perda de exsudato e absorção do marinado para os filés marinados com carne de peito de frango considerados pálida e normal.....	67

## SUMÁRIO DE TABELAS

### CAPÍTULO 5

<b>Tabela 1:</b> Faixa etária dos provadores.....	77
<b>Tabela 2.</b> Faixa etária dos provadores.....	77
<b>Tabela 3.</b> Coloração (valor de L*, a* e b*), encolhimento por fritura (EF), TBA, perda de peso por cozimento (PPC) e textura, rancidez e contagem de microorganismos psicrotróficos entre hambúrgueres elaborados com carne de peito de frango considerado pálida e normal.....	79
<b>Tabela 4.</b> Equação da análise de regressão, coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) e coeficiente de variação (CV) para o parâmetro de cor (L*, a* e b*), encolhimento por fritura (EF), perda de peso por cozimento (PPC), TBA e textura dos hambúrgueres elaborados com filés de peito de frango de corte considerados pálidos e normal.....	80
<b>Tabela 5.</b> Análise de valor TBA, rancidez e contagem de microorganismos psicrotróficos entre os filés empanados elaborados com carne de peito de frango considerados pálida e normal.....	84

## SUMÁRIO DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO 5

<b>Gráfico 1.</b> Curva de crescimento de bactérias aeróbias psicrotróficas em hambúrgueres elaborados com carne de coloração normal e pálida.....	83
<b>Gráfico 2.</b> Curva de crescimento de bactérias aeróbias psicrotróficas em filés empanados elaborados com carne de coloração normal e pálida.....	85

## ABREVIATURAS

PSE - *Pale, Soft and Exsudative* (pálida, mole e exsudativa)

DFD - *Dry, firm and dark* (escura, seca e dura)

RS - Retículo sarcoplasmático

Valor L\* - Luminosidade

Valor a\* - Teor de vermelho

Valor b\* - Teor de amarelo

CRA - Capacidade de retenção de água

CAA - Capacidade de absorção de água

FC - Força de cisalhamento

PPC - Perda de peso por cozimento

PE - Perda de exsudato

DP - Desnaturação protéica

EF - Encolhimento por fritura

TEMP. - Temperatura

FMVZ - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/ UNESP

ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos

CTC - Centro de Tecnologia de Alimentos

# **CAPÍTULO 1**

## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## INTRODUÇÃO

Os maiores atributos de qualidade da carne de aves são sua aparência, textura, suculência, sabor e funcionalidade. Destes, os mais importantes tradicionalmente tem sido a aparência e textura sendo os parâmetros que mais influenciam na satisfação do consumidor com relação aos produtos de carne de aves. Com o aumento crescente das tendências de processamento futuro, a funcionalidade da carne e todos os atributos de qualidade sensoriais passaram a ter uma maior importância relativa. Produtos complexos como salsichas, filés marinados, produtos empanados, artigos completamente cozidos, produtos congelados e refeições completas requerem uma compreensão da contribuição da carne de aves e sua influência sobre as propriedades sensoriais do alimento. Propriedades funcionais como capacidade de retenção de água são fundamentais para formulação de produtos industrializados. Um conhecimento básico sobre os fatores de produção e processamento que influenciam estes atributos de qualidade na carne de frango, especialmente cor e textura são necessários para produzir consistentemente produtos de alta qualidade. Historicamente, a maciez da carne foi primeiramente associada com os fatores de qualidade da ave viva tais como seleção, sexo e idade. No entanto, com as práticas de produção moderna, são obtidas aves jovens com alta uniformidade, sendo que os maiores problemas associados com a textura da carne são mais ligados com erros no processamento ou desossa (Fletcher, 2002).

As características de qualidade tecnológica e sensorial da carne podem ser afetadas de maneira irreversível para o processamento e consumo *in natura*. O glicogênio muscular tem um papel primário na conversão do músculo em carne, expressando diferentes níveis de qualidade da mesma. Os dois problemas mais comuns são a carne PSE (pálida, mole e exsudativa) e a carne DFD (escura, dura e seca), sendo ambas resultantes do metabolismo *post-mortem*. A condição PSE é muito mais importante economicamente por ser imprópria para o processamento de produtos industrializados.

Segundo dados da União Brasileira de avicultura (UBA, 2005), a produção de carne de frango deverá atingir 8,5 milhões de toneladas com crescimento de 8,3% acima da produção de 2003, sendo 6,1 milhões de toneladas destinadas ao mercado interno, 3% maior que o ano anterior e 2,4 milhões exportadas com o expressivo aumento de 25% sobre os números alcançados em 2003. As previsões das empresas exportadoras são de conseguir entre 8 a 10% de aumento nos embarques.

Um dos fatores que contribuíram para a melhoria dos índices mencionados acima e para que o Brasil se tornasse o maior exportador mundial em termos de receita cambial, foi o aumento da comercialização da carne de frangos em cortes e produtos processados, com

maior valor agregado. Como uma parte significativa dos frangos produzidos é desossada para exportação de filé de peito, anomalias como PSE causam prejuízos para a indústria. Além disso, como a elaboração de produtos industrializados a base de carne de frangos vem aumentando muito nos últimos anos, é fundamental para a indústria ter informações corretas sobre o problema PSE.

Diante dos fatos apresentados, este trabalho tem como objetivo principal caracterizar o que seja uma carne pálida e encontrar formas de minimizar os prejuízos causados pela ocorrência desta carne anômala. Os trabalhos descritos nos próximos capítulos foram redigidos de acordo com as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola/*Brazilian Journal of Poultry Science*.

## REVISÃO DE LITERATURA

PSE é originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale, Soft e Exudative* que, em tradução literal significam, carnes com características pálida ou amarelada, flácida ou mole e exsudativa ou molhada, respectivamente. Na prática, é o resultado das condições de manejo *ante-mortem* mal conduzidos e estressantes a que são submetidos os animais, provocando um *rigor-mortis* acelerado. Explica-se o fenômeno pela combinação de baixo pH, em geral menor do que 5,8 com elevada temperatura muscular, acima de 35°C, resultando na desnaturação das proteínas provocando, em consequência, o surgimento da carne amaciada, sem aderência e descolorida, com propriedades funcionais comprometidas. Isto ocorre em função de uma rápida transformação metabólica do glicogênio em ácido láctico alcançando pH final antes do resfriamento da carcaça, o que faz com que a carne se torne pálida.

A ocorrência da carne PSE (pálida, mole e exsudativa) é internacionalmente reconhecida como um sério problema para indústria de carnes e, devido a sua considerável importância econômica, este fenômeno tem sido estudado há vários anos em suínos. Contudo, a sua ocorrência em aves, particularmente em perus, ganhou relevância somente nos últimos anos e em frangos, somente mais recentemente com o aumento da comercialização na forma de produtos industrializados. É reconhecido que 41% da carne de perus e 37% da carne de frango pode apresentar características PSE (Woelfel et al., 1998). Carnes com estas características têm baixa aceitabilidade tanto pelos consumidores quanto pelos processadores. Estimativas demonstram que 60% dos consumidores de carne, no momento da aquisição, se baseiam sobre a aparência do produto (Lee & Choi, 1999). Para os processadores, a carne PSE é inadequada não somente por causa da cor pálida, mas também devido a redução do

rendimento devido ao excesso de gotejamento, aumento das perdas por cozimento, reduzida suculência e comprometimento das habilidades de ligações.

A incidência de carne PSE tem sido estudada há mais de 40 anos em suínos. Neste tempo, foi verificado que algumas raças de suínos apresentam maior sensibilidade ao estresse do que outras, indicando predisposição hereditária. De fato, pelo teste do anestésico halotano (hal), alguns animais mostraram maior sensibilidade, como as linhagens Pietrain e Landrace Belga (Felício, 1986). Estando as possíveis origens do desenvolvimento de PSE em suínos relacionadas com o gene halotano, foi descoberto que estes animais possuem genes recessivos (nn) (Fujii et al., 1991; Monin et al., 1999), e que a atividade da enzima fosforilase A<sub>2</sub> é considerada como indutora dos processos bioquímicos que conduzem as características do PSE (Cheah et al., 1986). No entanto, em aves estas origens ainda não estão bem esclarecidas.

Casses (2000), em uma revisão acerca de carne PSE na indústria dos Estados Unidos, observou que cerca de 16% das carnes suínas produzidas naquele país em 1992 foram PSE, aproximando-se de taxas observadas durante a década de 60, como por exemplo, 18% em 1963.

No final da década de setenta, algumas pesquisas foram realizadas com perus (Froning et al. 1978) e com frangos (Kijowki & Niewiarowicz, 1978), mas somente na atual década, com o crescimento da produção de industrializados de aves e com a observação de alguns problemas relacionados com as propriedades funcionais das suas carnes, a questão do PSE ganhou importância. Atualmente o PSE é o assunto de principal interesse no campo da qualidade da carne de aves (Anthony, 1998). O PSE verificado em aves, tem resultado em carnes com alta perda de exsudato e pobres características de processamento, resultando em prejuízos para o setor. Estes prejuízos se tornam mais relevantes a medida que aumenta a comercialização de produtos industrializados pois, a ocorrência de carne PSE em aves compromete justamente as características utilizadas para agregar valor nos produtos industrializados.

A condição PSE em aves também é caracterizada pelo processo de *rigor-mortis* acelerado, com pH baixo (menor que 5,80) e uma temperatura muscular elevada (acima de 35°C), levando à desnaturação das proteínas miofibrilares (Sosnicki et al., 1998). Olivo et al. (2001) constataram que em frangos pode-se obter valores de pH abaixo de 5,8 em até 15 minutos *post-mortem*, indicando que o *rigor-mortis* é mais acelerado que em suínos, cujo pH final é atingido após 45 minutos.

Barbut (1997) verificou que a ocorrência de PSE na carne de frangos de corte varia de 0 a 28% em diferentes plantas de abate. Barbut (1998) e Vimini (1996), encontraram

incidência de PSE em filés de peito de frango variando de 2 a 20% dependendo das condições ambientais.

Woelfel et al. (1998) avaliaram a incidência de PSE na carne de frangos em uma planta comercial e verificaram que aproximadamente 37% de 1.751 filés de peito de frangos examinados poderiam ser classificados como sendo pálidos ou por exibirem pobre capacidade de retenção de água. Em pesquisas recentes, Woelfel et al. (2002) encontraram 47% de filés pálidos com potencial de ser PSE, de um total de 3.554 filés em planta comercial, observando que possuíam baixa capacidade de retenção de água.

Lara (2003) avaliou a incidência de carne PSE em 1497 frangos desenvolvidos pela Embrapa Suínos e Aves, mensurando o pH e a cor (valor L\*) com 24 horas *post-mortem*. Foi considerado carne PSE aquela que apresentou pH inferior a 5,8 e valor L\* superior a 52,0, conforme preconiza Barbut (1998). As aves foram separadas em dois tratamentos, controle e estressado, sendo o último mantido a temperatura de 40°C por 60 minutos no pré-abate. A incidência de PSE foi de 262 ocorrências em 742 amostras para o grupo controle (35,30%), e 270 ocorrências em 755 para o grupo estressado (37,08%). Da mesma forma, Olivo (1999), em experimento de estresse induzido, realizado nas condições nacionais e também mantendo os frangos por uma hora a 40°C, encontrou uma incidência de 20%.

As condições de manejo pré-abate a que são submetidas as aves, como transporte, temperatura, umidade relativa do ambiente, são fatores que conduzem ao estresse, influenciando a qualidade da carne e aumentando a incidência de carnes PSE (Sams, 1999). Segundo McCurdy et al. (1996a) e Barbut (1998), a incidência de PSE em perus é maior nos meses de verão, quando a temperatura ambiente é elevada, sugerindo a susceptibilidade das aves ao estresse térmico. Da mesma forma McKee e Sams (1997) sugeriram que o estresse térmico sazonal acelera o metabolismo *post-mortem* e mudanças bioquímicas no músculo, produzindo assim carnes de perus com características PSE. Olivo et al. (2001) demonstraram que frangos foram susceptíveis ao estresse térmico com desenvolvimento de carnes PSE, com propriedades funcionais comprometidas e que a suplementação com vitamina E na dieta foi capaz de inibir o desenvolvimento da carne PSE.

A literatura disponível mostra que existem muitas similaridades entre PSE em aves e suínos (Solomon et al., 1998; Sosnicki et al., 1998). Wang (1996) sustenta a hipótese de que o PSE em perus também tem base genética e que a ocorrência deste fenômeno se deve a um defeito genético nos canais protéicos liberadores de  $Ca^{+2}$  do retículo sarcoplasmático (RS), como acontece em suínos. Por outro lado, observações histopatológicas realizadas por Ferket et al. (1995), sugerem que o PSE em peitos de perus parece estar relacionado com a baixa integridade da membrana ou do tecido conjuntivo. A intensa atividade na seleção das

linhagens, pela necessidade econômica de abater aves em menor tempo de vida, com rápido ganho de peso, pode ter resultado em comportamentos fisiológicos anormais, com danos ao tecido muscular (Swatland, 1995; Solomon et al., 1998).

Sante et al. (1991) observaram que a taxa de declínio de pH *post-mortem* foi muito maior em linhagens de perus de rápido crescimento do que naqueles de crescimento mais lento. Além da relação com a capacidade de crescimento, a existência deste problema também está relacionada com o estresse pré-abate (Ferket & Foegeding, 1994).

### **Caracterização da carne PSE**

A garantia de manutenção do mercado de carne de frango consiste no fornecimento de produtos com padrões de qualidade estáveis, visando à satisfação e segurança do consumidor. Considerando-se os padrões de qualidade, no que dizem respeito à satisfação das exigências sensoriais, os músculos peitorais frequentemente apresentam variações indesejáveis nos parâmetros de cor e de maciez. A importância dessas características é observada em momentos distintos. Enquanto a coloração do peito do frango está associada à aceitabilidade no momento da aquisição, a maciez, que constitui um dos principais atributos sensoriais, determina a aceitabilidade global (Bressan & Beraquet, 2002).

Como relatado anteriormente, a cor é provavelmente o principal atributo de qualidade que leva o consumidor a decidir pela aquisição de determinado produto (Monahan et al., 1994; Liu et al., 1995; Sanders et al., 1997). É uma importante propriedade funcional e está intimamente relacionada a outras propriedades, tais como pH, capacidade de retenção de água, capacidade emulsificante e a textura. Na maioria dos casos, a cor pode ser considerada indicadora das condições destas propriedades. O conjunto destas propriedades funcionais irá afetar o comportamento e determinarão as características de manuseio, maciez, suculência, sabor, aspecto, rendimento e custos dos produtos cárneos. Por esta razão e por ser um método rápido e não destrutivo, as indústrias processadoras de carnes de ave tendem a usar o parâmetro cor como indicativo da qualidade de sua matéria prima.

Uma ampla variedade de coloração de filés de peito de frango, dos extremos de muito pálido a muito escuro, tem sido encontrada nas indústrias de carne em vários países (Barbut, 1997; Fletcher, 1999a,b; Fletcher et al., 2000; Wilkins et al., 2000; Qiao et al., 2001). A falta de uniformidade na cor da carne de frango tem sido considerada como um aspecto negativo da sua qualidade. Fletcher (1999b) analisou a variação de cor de 997 bandejas de frango, contendo 4 filés, de 6 marcas em 16 locais de vendas, e observou a presença de pelo menos um filé com coloração significativamente diferente dos demais na mesma embalagem. Assim a incidência de embalagens que apresentam filés com variação de cor pálida ou escura foi de

7,1% e variou de 0,9 a 16,9% dependendo da marca, porém não foi determinada a causa desta variação de cor.

Mugler & Cunningham (1972) revisaram muitos dos fatores que afetam a cor da carne de aves, tais como sexo, idade, linhagem, procedimentos de processamento, exposições químicas, temperatura de cozimento, irradiação e condições de congelamento. Todos estes fatores foram associados como causadores de alterações na cor da carne de aves.

Em alimentos, a análise da cor é determinada por escalas de cores (HunterLab, CIELAB entre outras). Este sistema compõe-se de três variáveis:  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (teor de vermelho),  $b^*$  (teor de amarelo). O valor  $L^*$  é o principal parâmetro determinante da análise da cor em filés de aves. Qiao et al. (2001) observaram em seus estudos que a seleção de filés baseada no valor de  $L^*$  resultou em diferenciação clara e consistente de filés pálidos, normais e escuros com zero e 24 horas *post-mortem*. O parâmetro de cor  $L^*$  têm sido usado para classificar as carnes de frango em pálidas ( $L^* > 50,0$ ) e escuras ( $L^* < 45,0$ ) (Allen et al., 1998) ou em pálida ( $L^* > 53$ ), escura ( $L^* < 46$ ) e normal ( $46 < L^* < 53$ ) (Qiao et al., 2001).

Fletcher (1999a) inspecionou cinco plantas de processamento de carne de aves e encontrou uma ampla variação no valor da cor dos peitos de frangos que demonstraram ter uma forte correlação negativa com o valor de pH destes músculos. Esses resultados indicam que variações significativas na cor de peito de frango existem e estão presentes. Em estudos recentes, Fletcher et. al. (2000) mostrou que variações na cor do peito de frango cru são suficientes para causar variação na aparência dos produtos cozidos.

O fenômeno PSE é prognosticado pela combinação das análises de pH e de cor, nos músculos do peito (Swatland, 1995), sendo que a cor das carnes é inversamente proporcional ao pH (Bendall & Swatland, 1988; Swatland, 1993a e b, 1995). Conforme discutido por Jones (1992), o total de pigmentos é significativamente reduzido em carnes de aves estressadas pelo calor, sendo que as razões para a ocorrência deste fenômeno não estão esclarecidas.

Em suas pesquisas com carne de peru, Barbut (1993) encontrou correlação entre a medida da cor, pH, capacidade de retenção de água e textura, sugerindo a análise da cor pelo Sistema Hunter  $L^*a^*b^*$ , como uma forma rápida e não destrutiva de distinguir a carne PSE. Em continuidade, McCurdy et al. (1996b) e Sosnicki et al. (1998), também encontraram a existência de uma relação entre o valor  $L^*$  e a capacidade de retenção de água. Desta forma, quanto maior for o valor de  $L^*$ , menor será a capacidade de retenção de água e o peito exibirá uma textura mais macia. Amostras do músculo do peito com um valor de  $L^* \geq 49$ , apresentam pobre capacidade de retenção de água, o que pode servir para classificar a ocorrência de carne PSE (Barbut, 1997). Com esta análise, os processadores podem, com a sua matéria prima

disponível, determinar qual a melhor aplicação da mesma, a fim de se obter distintos produtos, dentro de seus requerimentos de qualidade (Barbut, 1998).

Os frangos de corte são susceptíveis ao estresse e podem fornecer carne de peito com características PSE (Olivo, 1999; Olivo et al. 2001). Assim, boa parte da diferenciação de cor em filés de frango observadas em linha de produção pode ser devida ao estresse sofrido pela ave durante as fases de apanha, transporte e abate. Qiao et al. (2001) investigaram o efeito da cor da carne do peito sobre o pH, conteúdo de umidade, capacidade de retenção de água e capacidade de emulsificação e consideraram filés pálidos com  $L^* > 53$ , filés normais com  $48 < L^* < 53$  e filés escuros com  $L^* < 46$ , avaliados entre 0 e 24 horas *post mortem*, em três diferentes plantas de abate. Verificaram diferenças significantes nos três grupos para  $L^*$ ,  $a^*$ , pH, capacidade de retenção de água e capacidade emulsificante. O valor  $L^*$  teve correlação negativa com capacidade emulsificante (-0,9237), pH (-0,9610) e  $a^*$  (-0,6540). A capacidade emulsificante foi positivamente correlacionada com pH (0,9572) e capacidade de retenção de água (0,7080). A capacidade de retenção de água foi correlacionada significativamente com umidade (-0,7647) e pH (0,7963). Os resultados indicaram que existem grandes diferenças na cor da carne do peito e que estas diferenças podem ser usadas para os processadores indicarem filés com propriedades funcionais alteradas.

Wilkins et al. (2000) avaliaram a variação da cor de 7.538 filés de peito em uma planta comercial e encontraram valor  $L^*$  variando de 45,0 a 67,3, com valor médio de 55,2. Relataram também que houve uma alta correlação negativa (-0,802) entre valor  $L^*$  e pH, assim como uma similar correlação entre pH e valor  $b^*$  (-0,647). Os autores ainda relataram que não houve diferença nos valores de  $L^*$  durante os diferentes períodos do ano estudados, ao contrário dos achados de outros autores (McCurdy et al., 1996a, citado por Barbut, 1998) que encontraram menor valor  $L^*$  no inverno e maior no verão.

Em seus estudos, Soares (2003) relatou que a média dos valores de  $L^*$  foram significativamente maiores no tempo de 24 horas do que no tempo de 1,6 horas *post-mortem* em ambas as estações do ano, verão e inverno, com valores de 49,3 e 50,9, respectivamente. McCurdy et al. (1996a) também observaram que os valores de  $L^*$  de carnes de perus após 24 horas *post-mortem* foram maiores do que os valores de  $L^*$  após 3 horas. Soares (2003) observou também a presença de amostras nos dois extremos de luminosidade, escuro e pálido, sugerindo o aparecimento de filés com características de análogo ao DFD e PSE, respectivamente. Em seu experimento de verão, o valor de  $L^*$  dos filés variou de 38,57 (escuro) a 58,50 (pálido) enquanto que no inverno a variação foi de 42,9 (escuro) a 58,7 (pálido), utilizando-se como parâmetro para classificação dos filés os valores de  $L^* > 53,0$  para

os considerados como PSE, filés com valores entre  $44,0 < L^* > 53,0$  como normal e  $L^* < 44,0$  como análogo ao DFD.

Desta forma, é comum observar peças de filé de peito de frangos que apresentam cores e pH distintos, numa faixa de valores variáveis, com extremos que podem chegar a 5,45 e 6,64. Estes filés de frango apresentam uma relação direta entre a cor e o pH, ou seja, pH alto confere cor escura ( $L^* < 50$ ) e pH baixo ( $L^* > 50$ ), confere cor clara. O fato é explicado por uma maior produção de ácido láctico muscular, devido a situações de estresse sofridas pelas aves. Carne de peito PSE em frangos de corte apresenta um potencial comprometimento das suas propriedades funcionais podendo resultar em produtos industrializados de baixa qualidade. Esses defeitos ocorrem principalmente em produtos injetados com salmouras e cozidos, devido a possível liberação de exsudato e quebra durante o fatiamento (Olivo et al. 2001).

O pH do músculo tem sido associado com numerosos outros atributos de qualidade da carne incluindo maciez, capacidade de retenção de água, perdas por cozimento, suculência e estabilidade microbiana. Allen et al. (1997 e 1998) mostraram que variações na cor da carne do peito, presumivelmente é devido primeiramente aos efeitos do pH, o que posteriormente afeta a vida de prateleira da carne do peito, desenvolvimento do odor, umidade durante a marinação, perdas de exsudato, capacidade de retenção de água e perdas por cozimento. Em complementação, Wynveen et al. (1999) observaram em seus estudos que carcaças com baixo pH ( $< 5,70$ ) tiveram maiores perdas por gotejamento que carcaças com pH mediano a alto.

Van Laack et al. (2000), com o objetivo de caracterizar a carne PSE em peitos de frangos de corte, selecionaram peitos pálidos e normais em uma planta de abate comercial, e verificaram que a carne pálida teve um pH menor do que a normal (5,7 versus 5,9), maior valor  $L^*$  (60,0 verso 55,1), maior perda por gotejamento (1,34 versus 0,87%), menor absorção de marinado (31,2 versus 44,3%) e menores rendimentos por cozimento (95,2 versus 105,8%). A solubilidade das proteínas nas amostras pálidas foi ligeiramente menor do que nas amostras normais, sugerindo um aumento da desnaturação protéica nos peitos pálidos. Observaram ainda correlações entre pH e valor  $L^*$  (- 0,76), pH e absorção de marinado (0,64), solubilidade de proteína sarcoplasmática e valor  $L^*$  (- 0,71), absorção de umidade (0,66) e rendimento por cozimento (0,66). Concluíram que o menor pH final dos peitos pálidos parece o maior determinante da sua baixa capacidade de retenção de água e que este menor pH não foi relacionado com maior concentração de lactato ou potencial glicolítico na carne pálida, e ainda sugeriram que pesquisas futuras são necessárias para determinar as causas do baixo valor do pH e possíveis medidas para aumentar o pH neste tipo de carne.

Polidori et al. (2000) também observaram uma correlação significativa entre o valor do pH, capacidade de retenção de água e luminosidade e sugeriram que estes parâmetros podem

ser considerados como bons indicadores para avaliar a ocorrência do problema de PSE na carne de frango.

Porém, Molette et al. (2002) avaliando características de qualidade da carne pálida e normal de peito de perus machos e fêmeas, verificaram diferenças para o valor  $L^*$  (54.0, 48.5, 53.3 e 48.3 para fêmeas e machos). O pH final não foi diferente entre os dois grupos e houve uma mudança normal (5,6). Não houve diferenças para perdas por gotejamento, perda por cozimento e perdas por descongelamento. A capacidade de retenção de água também foi semelhante entre os grupos. Não houve diferenças nos valores de textura. Apesar de haver diferenças no valor de  $L^*$ , as outras propriedades da carne não foram afetadas. Portanto, os resultados indicam que a classificação de carne de peru baseada na cor às 24 *post-mortem* não é suficiente para detectar carne PSE.

Músculos que exibem características PSE possuem uma rápida taxa de declínio de pH que é aproximadamente duas vezes mais rápida que no músculo normal, sendo que o declínio do pH *post-mortem* de músculos PSE é de 1,04 unidades/hora enquanto que músculos normais apresentam declínio do pH de 0,65 unidades/hora (Bendall & Wismer-Pedersen, 1962; Offer, 1991).

É geralmente assumido que o pH final da carne é dependente da concentração de glicogênio no momento do abate. O potencial glicolítico é a soma dos carboidratos que podem ser convertidos em lactato, mais o próprio lactato. Numa situação anaeróbica (como no músculo *post mortem*), o potencial glicolítico será constante, porém, variações nesta característica pode explicar diferenças que ocorrem no pH final das carnes. O baixo pH nas carnes pálidas pode ser explicado por uma maior concentração de lactato ou maior potencial glicolítico (Van Laack et al., 2000). Porém, dados sobre frangos são escassos na literatura.

Soares (2003) avaliou as medidas de pH e cor nos tempos de 1,6 horas e 24 horas *post-mortem* em duas épocas do ano, verão e inverno. No verão, uma correlação positiva significativa foi observada entre os valores de  $pH_{1,6h}$  e  $b^*_{1,6h}$  e correlações negativas significativas foram observadas entre  $pH_{1,6h}$  e  $L^*_{1,6h}$ ,  $pH_{24h}$  e  $L^*_{24h}$ . No inverno, as correlações negativas ocorreram entre os valores de  $pH_{1,6h}$  e  $L^*_{1,6h}$ ,  $pH_{1,6h}$  e  $L^*_{24h}$ ,  $pH_{24h}$  e  $L^*_{1,6h}$ ,  $pH_{24h}$  e  $L^*_{24h}$ . Os maiores coeficientes de correlação foram observados entre os valores de  $pH_{24h}$  e  $L^*_{24h}$  tanto para o experimento de verão (-0,618) quanto para o inverno (-0,507). Ainda segundo este autor, os valores de medidas de cor realizadas 24 horas *post-mortem* foram utilizados para discussão da variação de cor no frigorífico, e concluiu-se que no tempo de 1,6 horas *post-mortem* as amostras ainda não haviam completado o *rigor-mortis*. Além disso, segundo Bendall & Swatland (1988) em suínos, os valores de  $L^*$  24 horas foram mais adequados para estimar a incidência de carnes PSE.

Qiao et al. (2002) citado por Fletcher (2002) relataram que a carne de peito de frango com variação na cor, entre pálido a escuro, tem diferenças significantes em sua composição química. Esses autores concluíram que embora um estresse de curta duração possa contribuir para a maioria das variações de cor, a diferença na composição indica que um estresse de longa duração ou fatores genéticos pode predispor a carcaça a se tornarem pálidas ou escuras. Na tentativa de determinar se as aves podem ser testadas para a predisposição para a variação de cor, o teste do halotano tem sido usado para detectar a propensão de perus para desenvolver carne PSE. Esses resultados indicaram que o teste do gás halotano é limitado a detectar PSE em carne de perus (Wheeler et al., 1999; Owens et al. 2000a, Owens et al., 2000b).

A capacidade de retenção de água é um importante atributo de qualidade da carne e é um dos fatores usados para avaliar a carne PSE. Um dos métodos usados para sua determinação é a perda de exsudato que aumenta conforme se eleva o valor de  $L^*$ . Um outro método de determinação é a perda por gotejamento que em geral, se eleva com o aumento do valor de  $L^*$ , e é pouco influenciado pelo pH. O terceiro método de avaliação da capacidade de retenção de água é a perda de peso por cozimento em que seu valor é aumentado a medida que aumenta o valor de  $L^*$ . Com baixos valores de  $L^*$ , a perda por cozimento mostrou ser mais dependente do pH do que com altos valores de  $L^*$  (Woelfel et al., 2002).

Owens et al. (2000a) avaliaram a capacidade de retenção de água pela perda de exsudato e perda por gotejamento e relataram que a perda de exsudato aumentou com o aumento do valor de  $L^*$ , assim como ocorreu com a perda por gotejamento, mas esse não foi afetado pelo pH como o primeiro.

A perda de exsudato, que é a consequência do encolhimento *post-mortem* das miofibrilas, devido a diminuição do pH, é um dos principais fatores na diminuição da qualidade dos produtos cárneos nas indústrias (Jensen et al., 1998). Após o corte das carcaças, o exsudato torna-se o principal contribuinte para a perda global de água da carne e, somando ao manejo durante os cortes musculares, esta perda é influenciada pelo método de pendura, tamanho das peças de carne, tempo após o abate e pH final da carne. A determinação do teor de exsudato e da perda de peso por cozimento são mais sensíveis do que a capacidade de retenção de água para avaliações da qualidade de carnes frescas (Northcutt et al., 1994).

Nos trabalhos do grupo de Cheah et al. (1993, 1995), a perda de exsudato é considerada como indicador direto da capacidade de retenção de água. Da mesma forma, Mckee et al., (1998a,b) também consideraram a perda de exsudato e a perda por cozimento, como sendo parâmetros indicadores para capacidade de retenção de água.

A capacidade de retenção de água da carne é afetada pelo declínio do pH *post-mortem* (Hedrick et al., 1989). Santos et al. (1994), explicou que o rápido declínio do pH combinado com altas temperaturas da carcaça resultou em desnaturação das proteínas, o qual ocasionou carne com perda por gotejamento e perda por cozimento aumentados. Offer (1991) sugeriu que o encurtamento da cabeça da miosina de 19 para 17nm durante o baixo pH e alta temperatura da carcaça resulta em maior fluido sendo expelido do espaço extracelular, este pode ser então eliminado como perda por gotejamento e por cozimento. Por causa da miosina estar em grande quantidade e representar maioria das proteínas funcionais do músculo, alterações na sua solubilidade pode afetar a textura e a capacidade de retenção de água (Sams & Alvarado, 2004). Bendall & Wismer-Pedersen (1962) relataram que as proteínas sarcoplasmáticas precipitadas nas miofibrilas, principalmente na miosina, resultam na diminuição da solubilidade protéica.

Van Laack et al. (2000) relataram que as diferenças na solubilidade de proteínas, mensuradas pela desnaturação protéica de peitos de frangos normais e pálidos são pequenos, mas significantes, sendo a solubilidade protéica das amostras pálidas baixa, indicando maior desnaturação protéica que a amostra normal. A falta de correlação significativa entre a solubilidade protéica total e a capacidade de retenção de água sugere que a desnaturação não contribui para a baixa capacidade de retenção de água dos peitos pálidos. Segundo Offer & Knight (1988), o principal determinante da capacidade de retenção de água são as proteínas miofibrilares ao invés das proteínas sarcoplasmáticas.

### **Efeito da marinação sobre a carne PSE**

Uma forma de recuperar a capacidade de retenção de água em carnes PSE é a adoção do processo de marinação. A marinação é um processo que visa agregar valor a carne de aves. A imersão da carne em salmouras com outros ingredientes simples, visa melhorar o sabor da carne além de poder mascarar alguns odores indesejáveis. Atualmente, nos Estados Unidos, cerca de 85% dos frangos abatidos são desossados para comercialização de filés e industrialização, destes, grande parte é submetida a marinação. Este processo disseminou-se amplamente em carne de aves por que a técnica permite aumentar a satisfação do consumidor e os lucros da indústria de processados. Os frigoríficos também se beneficiam com o processo, uma vez que este permite o aumento da capacidade de retenção de água da carne, propriedade esta que tem sido considerada a responsável pelo aumento da suculência da carne. O sal e o fosfato presentes na salmoura para marinação atuam na fibra muscular, de modo a permitir maior ligação de água pelo músculo (Lemos, 2001).

Segundo Woelfel & Sams (2001), a perda de água e os danos protéicos da condição PSE causam impacto sobre a habilidade do músculo em reter solução marinada. Estes autores conduziram um estudo para determinar se uma marinação com sal e fosfato alcalino poderia recuperar as perdas de funcionalidade protéicas devido a condição PSE e determinaram também se o pH de marinados afetariam os filés pálidos e normais da mesma maneira. Verificaram que os filés pálidos apresentaram maior valor  $L^*$  e menor valor de pH do que os filés normais. Estes resultados indicaram que a variação do pH associado com os extremos de variação de cor na carne do peito podem afetar o processo de marinação da carne do peito de frangos e a qualidade da carne cozida.

### **Elaboração de industrializados**

A avicultura de corte vem sofrendo constantes modificações ao longo dos últimos anos. A comercialização de partes é cada vez maior em contraste com a comercialização da carcaça inteira. Outra forma de comercialização que cresce intensamente é a venda de produtos industrializados como hambúrgueres, empanados e diversos pratos já preparados e semi-prontos para o consumo. Tanto para venda de partes como produtos industrializados a sua qualidade está diretamente relacionada com a qualidade da carne utilizada no preparo. O estágio atual da tecnologia de processamento de carnes permite que muitos alimentos, que antes necessitavam de preparo doméstico, cheguem à casa do consumidor já prontos, por vezes, totalmente cozidos (Leonhardt et al., 2004).

Segundo Mandigo (2001) os processadores de carne esforçam-se constantemente na busca de novas tecnologias, tais como ingredientes, equipamentos e conceitos, que aumentem a oferta de produtos para os consumidores, agregando valor à matéria prima, melhorando a eficiência e finalmente a rentabilidade. Produtos de marca, com o logomarca da empresa fabricante ou rede de varejo carregando sua reputação impressos na embalagem, deverão ser a regra para a comercialização de genéricos ou produtos elaborados considerados como *commodities*.

A cor e a estabilidade lipídica em retalhos de carnes são de muita importância nas características de qualidade que influenciam na aceitabilidade do consumidor. Pedacos de carne sofrem mudanças oxidativas e desenvolvem rancidez mais rapidamente do que o músculo intacto, pois possuem maior superfície em contato com o ar e contaminação bacteriana (Mitsumoto et al., 2005). Alguns trabalhos tem sido realizados para reduzir a oxidação lipídica em carnes utilizando-se tratamentos endógenos e exógenos com antioxidantes, em particular as vitaminas C e E.

A alteração dos produtos cárneos é freqüentemente causada pelas reações de oxidação e subsequente decomposição dos produtos da oxidação destes, durante a estocagem. Alguns dos efeitos indesejáveis causados por essas reações são o desenvolvimento de odor, sabor, descoloração e perdas no valor nutricional (Johnston et al., 2005). O cozimento e reaquecimento liberam ferro do pigmento heme da mioglobina acelerando a oxidação lipídica, que por sua vez aumentará a quantidade de hidroperóxido lipídico diminuindo a vida de prateleira destes produtos (Kerler & Grosh, 1996).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN CD, FLETCHER DL, NORTHCUTT JK, RUSSEL SM. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. **Poultry Science**, 1998; 77:361-366.
- ALLEN CD, RUSSEL SM, FLETCHER DL. The relationship of broiler breast color and pH to shelf-life and odor development, **Poultry Science**, 1997; 76:1042-1046.
- ANTHONY NB. A review of genetic practices in poultry: efforts to improve meat quality. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, 1998; 9:25-33.
- BARBUT S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research International**, Essex, 1993; 26:39-42.
- BARBUT S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, 1997; 38:355-358.
- BARBUT S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, 1998; 9:35-49.
- BENDALL JR, SWATLAND HJ. A review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality. **Meat Science**, Barking, 1988; 24:85-126.
- BENDALL JR, WISMER-PEDERSEN J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. **Journal Food Science**, 1962; 27:144-157.
- BRESSAN MC, BERAQUET NJ. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras. 2002; 26(5):1049-1059.
- CASSES, R.G. Historical perspectives and current aspects of pork meat quality in the USA. **Food Chemistry**, Washington, 2000. 69(2):357-363.
- CHEAH KS, CHEAH AM, KRAUSGRILL DI. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat pig meat quality. **Meat Science**. 1995. 39(2):255-264.
- CHEAH KS, CHEAH AM, LAHUCHY R, MOJTO J, KOVAC L. Prediction of meat quality in live pigs using stress-susceptible and stress-resistant animals. **Meat Science**, Barking, 1993. 34:179-189.

- CHEAH KS, CHEAH AM, WARING, J.C., Phospholipase A<sub>2</sub> activity, calmodulin, Ca<sup>+2</sup> and meat quality in young and adult halothane-sensitive and halothane-insensitive british Lamdrace pigs. **Meat Science**, Barking, 1986. 17:37-53.
- FELICIO PE. O ABC do PSE/DFD. **Alimentary Tecnology**, São Paulo, Brasil 1986; v.2, n.10, p.54-57.
- FERKET PR, FOEGEDING EA. How Nutrition and Management influence PSE in poultry meat. In: **Proceedings from BASF Technical Symposium**, Multi-State. In: Poultry feeding and nutrition conference. Indianapolis, 1994; p. 64-78.
- FERKET PR, QURESHI MA, GARLICH JD, RIVES DV, KIDD MT. Vitamin E affects performance, immunity, and meat quality. **World Poultry**, Surrey, 1995; 11(2):10-15.
- FLETCHER D.L. Broiler breast meat color variation, pH, texture. **Poultry Science**. 1999a. 78:1323-1327.
- FLETCHER DL, QIAO M., SMITH DP. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. **Poultry Science**. 2000. v.79, p.784-788.
- FLETCHER DL. Color variation in commercially packaged broiler breast fillets. **Journal of Applied Poultry Research**. 1999b. v.8, p.67-69.
- FLETCHER DL. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, 2002. 58:131-145.
- FRONING GW, BABJI AS, MATHER FB. The effect of preslaughter temperature, stress, stuggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. **Poultry Science**, Champaing, 1978. 57:630-633.
- FUJII J, OTSU K, ZORZATO F, LEON S, KHANNA VK. Identification of mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. **Poultry Science**, 1991. 253:448-451.
- JENSEN C, LAURIDSEN C, BERTELSEN G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, 1998. 9:62-72.
- JOHNSTON JE, SEPE, HÁ, MIANO, CL, BRANNAN RG, ALDERTON AL. Honey inhibits lipid oxidation in ready-to-eat ground beef patties. **Meat Science**. 2005.V.70, n.4 p. 627-631.
- JONES JM. Factors influencing poultry meat quality. In: JOHNSTON DE, KNIGHT MK, LEDWARD DA. Eds. The chemistry of muscle-based foods. Cambridge: **Royal Society of Chemistry**, 1992. p.27-39.
- KELER J, GROSCH W. Odorants contributing to warmed-over-flavor (WOF) of refrigerated cooked beef. **Jounal of Food Science**. 1996.v.61, p. 1271-1274 1284.

- KIJOWSKI J, NIEWIAROWICZ A. Emulsifying properties of proteins and meat from broiler breast muscles as affected by their initial pH values. **Journal Food Technology**, Dorking, 1978. 13(5):451-459.
- LARA JAF. Carne PSE (Pale, Soft, Exsudative) em frangos. Ocorrência de mutações no gene receptor da rianodina. **Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)** - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2003. 101p.
- LEE YB, CHOI YI. PSE (Pale, Soft, Exudative) pork: The causes and solutions - Review. **Asian Australian Journal Animal Science**, 1999. 12:244-252.
- LEMOS ALSC. Marinação: Satisfazendo o consumidor e agregando valor à carne de aves. **Boletim de Conexão Industrial do centro de Tecnologia de Carnes do ITAL**, 2001. v.XI, n.2, p.1-4.
- LEONHARDT C, SANTOS HCP, MARCZAK, LDF, ZAPATA-NORENA, CP. Otimização do cozimento de filé de frango empanado em forno de injeção direta de vapor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 2004.24(1) p. 43-46
- LIU Q, LANARI MC, SHAEFER DM. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal Animal Science**, Champaign, 1995. 73:3131-3140.
- MANDIGO RW. Novas tecnologias para o processamento de produtos cárneos: Processamento de carnes nos próximos dez anos. **Anais do I Congresso Brasileiro de Ciências e tecnologia das carnes**. 2001.p. 212-217.
- MCCURDY RD, BARBUT S, QUINTON M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. **Food Research Institute**, Champaign, 1996a. 77:169-174.
- MCCURDY RD, BARBUT S, QUINTON M. Seasonal effects on pale, soft, exsudative (PSE) occurrence in young turkey breast muscle. **Food Research International**, Essex, 1996b. 29(3/4):363-366.
- MCKEE SR, HARGIS BM, SAMS AR. Pale, soft and exudative meat in turkey treated with succinylcholine. **Poultry Science**, Champaign, 1998a. 77:356-360.
- MCKEE SR, HARGIS BM, SAMS AR. Pale, soft, and exsudative meat in turkeys treated with succinylcholine. **Poultry Science**. 1998b. 77(2):356-360.
- MCKEE SR, SAMS AR. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. **Poultry Science**, 1997. 76 (11) 1616-1620.
- MITSUMOTO M, GRADY MN, KERRY JP, BUCKLEY D J. Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, color and lipid stability during chiller storage in cooked or raw beef and chicken patties. **Meat Science**. 2005. v.69, n.4, p. 773-779,

- MOLLETTE C, RÉMIGNON H, BABILÉ R. 2002. Differences in color are not sufficient to detect PSE turkey meat. In: **11<sup>th</sup> European Poultry Conference**. Archive fur Geflugelkimde, 66, Sonderheft II, ISSN 1619 - 2354, Stuttgart, 2002, p. 165.
- MONAHAN FJ, ASGHAR A, GRAY JI, BUCKLEY DJ, MORRISSEY PA. Effect of oxidized dietary lipid and vitamin E on the colour stability of pork chops. **Meat Science**, barking, 1994. 37:205-215.
- MONIN G, LARZUL C, ROY PL, CULIOLI J. Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. **Journal of Animal Science**, Champaign, 1999. 77(2):p.408-415.
- MUGLER DJ, CUNNINGHAM FE. Factors affecting poultry meat color – A review. **World's Poultry Science Journal**. 1972. 28(4):400-406.
- NORTHCUTT JK, FOEGEDING EA, EDENS FW. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, Champaign, 1994. 73:308-316.
- OFFER G, KNIGHT P. The structural basis of water-holding in meat. In: DEVELOPMENT IN MEAT SCIENCE. Lawrie RA, ed. **Elsevier Applied Science**, London, UK1988.. p. 173-243
- OFFER G. Modeling of the formation of pale, soft and exudative meat: effects on chilling regime and rate and extent of glycolysis. **Meat Science**, Barking, 1991. 30:157-184.
- OLIVO R, SOARES AL, IDA EI, SHIMOKOMAKI M. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**. 2001. 25(4)271-283.
- OLIVO R. Carne PSE em frangos. **Faculdade de Ciências Farmacêuticas** (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. 97p.
- OWENS C M, MCKEE SR, MATHTHEWS NS, SAMS AR. The development of pale, exudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening. **Poultry Science**, 2000a. 79: 430-435.
- OWENS CM, MATHTHEWS NS, SAMS AR. The use of halothane gas to identify turkeys prone to developing pale, exudative meat when transported before slaughter. **Poultry Science**, 2000b. 79: 553-558.
- POLIDORI P, MARINUCCI MT, FANTUZ F, RENIERI C, POLIDORI F. Pale, soft and exudative (PSE) meat in broiler chickens: characteristics and assessment methods. **Industria Alimentari**, 2000. 39: (390) 326.

- QIAO M, FLETCHER DL, NORTHCUTT JK., SMITH DP. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. **Poultry Science**, Champaign, 2002. 81(3):422-427.
- QIAO M, FLETCHER DL, SMITH DP, NORTHCUTT JK. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, 2001. 80(5) 676-680.
- SAMS AR. Meat quality during processing. **Poultry Science**. 1999. 78(4):798-803.
- SAMS AR, ALVARADO CZ. Turkey carcass chilling and protein denaturation in the development of pale, soft and exsudative meat. **Poultry Science**, 2004 83:1039-1046.
- SANDERS SK, MORGAN JB, WULF DM, TATUM JD, WILLIAMS SM, SMITH GC. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for the japanese market. **Journal Animal Science**. 1997. 75:2634-2640.
- SANTE V, BIELICKI G, RENERRE M, LANCOUN A. Post Mortem evaluation in the *Pectoralis Superficiales* muscle from 2 turkeys breeds: a relation between pH and color. **37<sup>th</sup> Internationnal Congress of meat science and Technology**, Kulmbach. Germany, 1991. pp.465.
- SANTOS C, ROSERIO LC, GONÇALVES H, MELO RS. Incidence of different pork quality categories in portuguese slaughterhouse: A Survey. **Meat Science**. 1994. 38:279-287.
- SOARES AL. PSE (*Pale, Soft, Exsudative*) em frangos: implementação de parâmetros de cor e avaliação bioquímica e estrutural do filé (*Pectoralis major*). Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2003. 103p.
- SOLOMON MB, VAN LAACK RLJM, EASTRIDGE JS. Biophysical basis of pale, soft, exudative (PSE) pork and poultry muscle: a review. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, 1998. 9:1-11.
- SOSNICKI AA, GREASER ML, PIETRZAK M, POSPIECH E, SANTE V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, 1998. 9:13-23.
- SWATLAND HJ. Explaining the P in PSE. **Meat Focus International**, Wallingford, 1993a. 2(8):362-367.
- SWATLAND HJ. Paleness, softness, and exudation in pork-Review. Pork quality: Genetic and metabolic factors. E. Poulanne and D. I. Demeyer, eds. Wallingfor, UK: CAB International. 1993b. p.273-286.
- SWATLAND HJ. On line evaluation of meat. **Lancaster: technomic**, 1995. 343p.
- UBA - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Boletim Anual** 2005.

- VAN LAACK RLJM, LIU CH, SMITH MO, LOVEDAY HD. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, 2000. 79:(7) 1057-1061.
- VIMINI, R. J. Overview of typical poultry meat in relation to PSE pork from a global level. In: **IFT ANNUAL METING, NEW ORLEANS, LA**. Abstract 2-1. IFT, Chicago, IL. 1996.
- WANG LJ. Ca +2 channel protein function and regulation; possible altered Ca +2 channel protein function in formation of PSE turkey. East Lansing, (Thesis - Michigan state university). 1996. p. 158.
- WHEELER BR, MCKEE SR, MATHEWS NS, MILLER RK, SAMS AR. A halothane test to detect turkeys prone to developing pale, soft and exsudative meat. **Poultry Science**, 1999. 78:1634-1638.
- WILKINS LJ, BROWN SN, PHILLIPS AJ, WARRIS PD. Variation in colour of broiler breast fillets in UK. **British Poultry Science**. 2000. 41(3):308-312.
- WOELFEL R L, OWENS CM, HIRSCHLER EM., MARTINEZ-DAWSON R, SAMS AR. The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in a commercial processing plant. **Poultry Science**, 2002. 81: 579-584.
- WOELFEL RL, OWENS CM, HIRSCHLER EM, SAMS AR. The incidence and characterization of pale, soft and exudative chicken meat in a commercial plant. **Poultry Science**, 1998. 77(suppl. 1):62.
- WOELFEL RL, SAMS AR. Marination performance of pale broiler breast meat. **Poultry Science**, 2001. 80:(10) 1519-1522.
- WYNVEEN, E. J., BOWBER, B. C., GRANT, A. L., DEMOS, B. P., GERRARD, D. E. Effects of muscle pH and chilling on development of PSE-like turkey breast meat. **British Poultry Science**, 1999. 40:253-256.

# **CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE PÁLIDA EM PEITOS DE FRANGOS DE CORTE**

## **QUALITY CHARACTERISTICS OF BROILER PALE BREAST MEAT**

### **Autores:**

<sup>1</sup>Claudia Marie Komiyama

<sup>2</sup>Ariel Antonio Mendes

<sup>2</sup>Roberto de Oliveira Roça

<sup>3</sup>Hirasilva Souza Borba

<sup>4</sup>Joerley Moreira

<sup>5</sup>Rodrigo Garófallo Garcia

<sup>1</sup>Sabrina Endo Takahashi

<sup>1</sup>Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

<sup>1</sup>Renata Rangel Quinteiro

<sup>6</sup>Augusto Balog Neto

\* Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>1</sup> Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>2</sup> Docente da Faculdade de medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>3</sup> Docente da Faculdade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

<sup>4</sup> Docente da Universidade Federal de Diamantina – MG.

<sup>5</sup> Docente da UCDB, Campo Grande - MS.

<sup>6</sup> Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

**Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.**

**Processo 03/11905-2**

## CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE PÁLIDA EM PEITOS DE FRANGOS DE CORTE

**Resumo** – Foram realizados dois ensaios, sendo que o Ensaio 1 teve por objetivo avaliar as características de qualidade da carne de frangos de corte de coloração pálida e comparar com a de coloração normal e, o Ensaio 2, avaliar as diferenças sensoriais destes tipos de carnes. Para o Ensaio 1, foram coletados 52 filés pálidos e normais selecionados na linha de abate baseado pela sua coloração. Foi realizada a mensuração do pH, temperatura, cor e valor R nos tempos de zero, 4 e 24 horas *post-mortem*. As amostras foram encaminhadas ao laboratório da FMVZ/UNESP, campus de Botucatu e após 24 horas *post-mortem* procedeu-se as demais análises de qualidade de carne em que foram avaliadas as características de perda por exsudação, capacidade de retenção (CRA) e absorção de água, perdas de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento. Para o Ensaio 2, foram coletados 40 filés pálidos e normais de abatedouro comercial, e após 24 horas *post-mortem* procedeu-se a avaliação das características sensoriais. Para os filés de peitos de frangos de coloração pálida, a glicólise teve início com o valor de pH 6,86 e atingiu pH final 5,73 às 24 horas *post-mortem* enquanto que os filés de peitos de coloração normal apresentaram pH inicial de 6,80 e pH 24 horas *post-mortem* de 5,85. Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os filés pálidos e normal para os parâmetros de pH, valor L\*, teor de vermelho, CRA, PPC e desnaturação protéica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Peito de frango, coloração, pH, capacidade de retenção de água.

## QUALITY CHARACTERISTICS OF BROILER PALE BREAST MEAT

**ABSTRACT** - It was undertaken two assays aiming to evaluate quality characteristics of broiler pale-colour meat and compare to normal-colour meat (assay 1), and evaluate sensorial differences between these meat types (assay 2). For assay 1, it was collected 52 pale and normal fillets from a slaughtering line, based on fillet colouration. It was measured pH, temperature, colour and R value on different times post mortem (0, four, 24 hours). Samples were send to the laboratory of FMVZ/UNESP, Botucatu campus, and after 24 hours post mortem it was evaluated the remaining meat quality parameters (drip loss, retention and absorption water capacity, denaturation protein, cocking loss and texture. For assay 2, it was collected 40 each pale and normal fillets from a commercial slaughtering and after 24 hours post mortem it was realized the evaluation of sensorial characteristics. For breast fillets of broilers with pale colouration, glycolysis had started with 6,86 pH value and reached to final pH of 5,73 at 24 hours post mortem while normal colouration ones presented initial pH of 6,80 and final pH, after 24 hours post mortem of 5,85. It was observed difference ( $p \leq 0,05$ ) between pale and normal fillets for pH, L \* value, redness, CRA, PPC and protein denaturation.

**KEY WORDS:** Breast of broiler chicken, colouration, pH, water retention Capacity.

## INTRODUÇÃO

A garantia de manutenção do mercado de carne de frango consiste no fornecimento de produtos com padrões de qualidade estáveis, visando à satisfação e segurança do consumidor. Considerando-se os padrões de qualidade em relação à satisfação das exigências sensoriais, os músculos peitorais frequentemente apresentam variações indesejáveis nos parâmetros de cor e de maciez. A importância dessas características é observada em momentos distintos. Enquanto a coloração do peito do frango está associada à aceitabilidade no momento da aquisição, a maciez, que constitui um dos principais atributos sensoriais, determina a aceitabilidade global (Bressan & Beraquet, 2002).

Como relatado anteriormente, a cor é provavelmente o principal atributo de qualidade que leva o consumidor a decidir pela aquisição de determinado produto (Monahan et al., 1994; Liu et al., 1995; Sanders et al., 1997). É uma importante propriedade funcional e está intimamente relacionada a outras propriedades, tais como pH, capacidade de retenção de água, capacidade emulsificante e a textura. Na maioria dos casos, a cor pode ser considerada indicadora das condições destas propriedades. O conjunto destas propriedades funcionais afetará o comportamento e determinarão as características de manuseio, maciez, suculência, sabor, aspecto, rendimento e custos dos produtos cárneos. Por esta razão e por ser um método rápido e não destrutivo, as indústrias processadoras de carnes de ave tendem a usar o parâmetro cor como indicativo da qualidade de sua matéria prima.

Uma ampla variedade de coloração de filés de peito de frango, dos extremos de muito pálido a muito escuro, tem sido encontrada nas indústrias de carne de frango em vários países (Barbut, 1997; Fletcher, 1999a,b; Fletcher et al., 2000; Wilkins et al., 2000; Qiao et al., 2001). A falta de uniformidade na cor da carne de frango tem sido considerada como um aspecto negativo da sua qualidade. Fletcher (1999b) analisou a variação de cor de 997 bandejas de frango, contendo 4 filés, de 6 marcas em 16 locais de vendas, e observou a presença de pelo menos um filé com coloração significativamente diferente dos demais na mesma embalagem. Assim a incidência de embalagens que apresentam filés com variação de coloração pálida ou escura foi de 7,1% e variou de 0,9 a 16,9% dependendo da marca, porém, não foi determinada a causa desta variação de cor.

Em alimentos, a análise da cor é determinada por escalas de cores (HunterLab, CIELAB entre outras). Este sistema é composto por três variáveis: L\* (luminosidade), a\* (teor de vermelho), b\* (teor de amarelo). O valor L\* é o principal parâmetro determinante da análise da cor em filés de aves. Qiao et al. (2001) observaram em seus estudos que a seleção

de filés baseada no valor de  $L^*$  resultou em diferenciação clara e consistente de filés pálidos, normais e escuros com zero e 24 horas *post-mortem*.

Neste sentido, uma anomalia que afeta profundamente a coloração da carne de peito é o PSE, originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale, Soft e Exudative* que, em tradução literal significam, carnes com características pálida ou amarelada, flácida ou mole e exsudativa ou molhada, respectivamente. Na prática, é o resultado das condições de manejo *ante-mortem* mal conduzidos e estressantes a que são submetidos os animais, provocando um *rigor-mortis* acelerado. Explica-se o fenômeno pela combinação de baixo pH, em geral menor do que 5,8 com elevada temperatura muscular, acima de 35°C, resultando na desnaturação das proteínas e provocando, em consequência, o surgimento da carne amaciada, sem aderência e descolorida, com propriedades funcionais comprometidas. Isto ocorre em função de uma rápida transformação metabólica do glicogênio em ácido láctico alcançando pH final antes do resfriamento da carcaça, o que faz com que a carne se torne pálida.

Em suas pesquisas com carne de peru, Barbut (1993) encontrou correlação entre a medida da cor, pH, capacidade de retenção de água e textura, sugerindo a análise da cor pelo Sistema Hunter  $L^*a^*b^*$ , como uma forma rápida e não destrutiva de distinguir a carne PSE. Em continuidade, McCurdy et al. (1996) e Sosnicki et al. (1998), também encontraram a existência de uma relação entre o valor  $L^*$  e a capacidade de retenção de água. Desta forma, quanto maior for o valor de  $L^*$ , menor será a capacidade de retenção de água e o peito exibirá uma textura mais macia. Amostras do músculo do peito com valor de  $L^* \geq 49$ , apresentam pobre capacidade de retenção de água, o que pode servir para classificar a ocorrência de carne PSE (Barbut, 1997). Com esta análise, os processadores podem, com a sua matéria prima disponível, determinar qual a melhor aplicação da mesma, a fim de se obter distintos produtos, dentro de seus requerimentos de qualidade (Barbut, 1998).

O pH do músculo tem sido associado com numerosos outros atributos de qualidade da carne incluindo maciez, capacidade de retenção de água, perdas por cozimento, suculência e estabilidade microbiana. Allen et al., (1997 e 1998) mostraram que variações na cor da carne do peito, podem ser devido, primeiramente aos efeitos do pH, o que posteriormente afeta a vida de prateleira da carne do peito, desenvolvimento do odor, umidade durante a marinação, perdas de exsudato, capacidade de retenção de água e perdas por cozimento.

A capacidade de retenção de água é um importante atributo de qualidade da carne e é um dos fatores usados para avaliar a carne PSE. Um dos métodos usados para sua determinação é a perda de exsudato que aumenta conforme se eleva o valor de  $L^*$ . Um outro método de determinação é a perda por gotejamento que em geral, eleva-se com o aumento do valor de  $L^*$ , e é pouco influenciado pelo pH. O terceiro método de avaliação da capacidade

de retenção de água é a perda de peso por cozimento em que seu valor é aumentado à medida que aumenta o valor de  $L^*$ . Com baixos valores de  $L^*$ , a perda por cozimento mostrou ser mais dependente do pH do que com altos valores de  $L^*$  (Woelfel et al., 2002).

Owens et al. (2000) avaliaram a capacidade de retenção de água pela perda de exsudato e perda por gotejamento e relataram que a perda de exsudato aumentou com o aumento do valor de  $L^*$ , assim como ocorreu com a perda por gotejamento, mas esse não foi afetado pelo pH como o primeiro.

A perda de exsudato, que é a consequência do encolhimento *post-mortem* das miofibrilas, devido a diminuição do pH, é um dos principais fatores na diminuição da qualidade dos produtos cárneos nas indústrias (Jensen et al., 1998). Após o corte das carcaças, o exsudato torna-se o principal contribuinte para a perda global de água da carne e, somando ao manejo durante os cortes musculares, esta perda é influenciada pelo método de pendura, tamanho das peças de carne, tempo após o abate e pH final da carne. A determinação do teor de exsudato e da perda de peso por cozimento são mais sensíveis que a capacidade de retenção de água para avaliações da qualidade de carnes frescas (Northcutt et al., 1994).

Van Laack et al. (2000) relataram que as diferenças na solubilidade de proteínas, mensuradas pela desnaturação protéica de peitos de frangos normais e pálidos são pequenos, mas significantes, sendo a solubilidade protéica das amostras pálidas baixa, indicando maior desnaturação protéica que a amostra normal. A falta de correlação significativa entre a solubilidade protéica total e a capacidade de retenção de água sugere que a desnaturação não contribui para a baixa capacidade de retenção de água dos peitos pálidos. Segundo Offer & Knight (1988), o principal determinante da capacidade de retenção de água são as proteínas miofibrilares ao invés das proteínas sarcoplasmáticas.

O objetivo do presente estudo foi avaliar as características de qualidade da carne de peito pálida e comparar com as de coloração normal para se verificar se esta pode ser caracterizada como carne PSE em frangos de corte. Assim como, avaliar possível diferença nas características sensoriais entre estes tipos de carnes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Obtenção das amostras de filés de peito pálido e normal**

No Ensaio 1, as amostras de filés de peitos de frangos (*Pectoralis major*) foram coletadas em abatedouro comercial localizado na cidade de Guapiaçu-SP. Para a seleção dos

filés pálidos e normais foi utilizado colorímetro Minolta, modelo CR-300 portátil baseados na luminosidade (valor de  $L^*$ ) das amostras, realizadas em triplicata, sendo que foram considerados peitos de frango pálidos as amostras que apresentaram valor de  $L^*$  igual ou superior a 49 e filés de peito normais, valores inferiores a 49 (entre 43 a 48). A leitura da cor foi realizada na superfície ventral dos filés de peito de frangos na tentativa de eliminar possíveis interferências do processo de escalda. O valor de  $L^* \geq 49$  é característico da condição PSE (carne pálida, mole e exsudativa) em perus e frangos (Barbut, 1997 e 1998; Sosnicki et al., 1998 citados por Olivo, 1999). Portanto, no presente estudo, filés de peito que apresentaram valores de  $L^* \geq 49$  foram considerados pálidos.

As aves pertenciam à linhagem comercial Cobb criadas em lote misto, com densidade de 14 aves/m<sup>2</sup>, peso médio de 2.680kg e idade de abate médio de 45 dias. Estas aves foram submetidas a jejum alimentar de 8 horas nas granjas. O tempo de espera no abatedouro foi de aproximadamente 2 a 3 horas e estas aves receberam banho de aspersão de água a temperatura ambiente na plataforma de espera. A voltagem do atordoador foi de 65 voltz, com amperagem de 2,80 ampères e frequência de 1,0 Mhertz. O tempo de sangria foi de aproximadamente 3 minutos.

Foram coletados 52 filés pálidos e normais e realizadas as mensurações de pH, temperatura e cor e também a coleta de amostras para a análise de valor R nos tempos de zero e 4 horas *post-mortem*. As amostras foram encaminhadas ao laboratório da FMVZ e após 24 horas *post-mortem* procederam-se as análises de qualidade de carne em que foram avaliadas as características de pH, cor, perda de exsudato, capacidade de retenção e absorção de água, perdas por cozimento e avaliação da textura, além da coleta de amostras para a análise de valor R.

Os valores de pH dos filés de peito frango de coloração pálida e normal foram mensurados após cada processo utilizando-se pHmetro acoplado a um eletrodo de penetração diretamente no músculo *Pectoralis major*. A cor dos filés do peito foi determinada através de um colorímetro Minolta, no sistema CIELab, onde foram avaliados os parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (teor de vermelho) e  $b^*$  (teor de amarelo) (Van Laack et al., 2000).

Para a avaliação do valor R foi extraído nucleotídeos de amostras moída obtidas através da homogeneização com solução de ácido perclórico 1M, filtrado e centrifugado. Uma alíquota de 0.1mL do sobrenadante será diluída em 4,9mL de tampão fosfato a 0.1M em pH 7.0 e feita a leitura da absorbância a 250nm (monofosfato de inosina) e 260nm (trifosfato de adenosina) em espectrofotômetro (Honikel & Fisher, 1977).

Para a determinação da medida de capacidade de retenção a amostra de carne de peito, cubos de carne de 2g foram colocados entre dois papeis de filtro circulares e, estes

entre duas placas de vidro, no qual foi colocado peso de 10Kg/5 minutos. A amostra de carne de peito após a pressão foi pesada e, por diferença calcula-se a quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso inicial da amostra (HAMM, 1960).

A capacidade de absorção foi calculada da seguinte forma:  $\%CAA = \{[(PP - PC) - PS]/PC\} * 100$ , onde: PP = peso da pasta, PC = peso da carne na pasta, PS = peso do sobrenadante (Roça, 1986).

Para a análise de perda por exsudação, as amostras de filés foram mantidas sob simulação de venda ao varejo, em bandejas de poliestireno, cobertas com filme plástico permeável, a  $3 \pm 1^\circ\text{C}$  por 72h, sendo calculado com base no peso inicial e final dos peitos (Northcutt et al., 1994; Dirinck et al., 1996).

Para a análise de desnaturação protéica foram retiradas amostras de 5g de homogeneizadas em água destilada, centrifugado, filtrado e 1mL foi transferido para uma cubeta de quartzo, contendo previamente 5mL de solução tampão citrato fosfato pH 4.6. Em outra cubeta foi preparado um branco contendo 1mL do filtrado com 5mL de água destilada. As cubetas foram mantidas por 30 minutos em banho-maria termostaticado a  $20^\circ\text{C}$  e depois medida a transmitância a 600nm, em espectrofotômetro. O percentual de desnaturação foi proporcional ao valor da transmitância (Swatland, 1995).

Para a análise de perda de peso por cozimento, as amostras foram cozidas em chapa metálica aquecida até a temperatura interna do filé atingir  $82^\circ\text{C}$  e por diferença de peso antes e após o cozimento se obtém a perda de peso por cozimento (Honikel, 1987).

Para determinação da força de cisalhamento (textura ou maciez) foram utilizadas as amostras usadas para determinação da perda de peso por cozimento, as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Warner-Blatzler, conforme a técnica descrita por Froning et al. (1978).

O Ensaio 2 foi realizada no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Unesp, Campus Jaboticabal. Para a realização deste ensaio tomou-se como amostra 40 filés (*Pectoralis major*) pálidos e 40 filés normais de abatedouro comercial localizado na cidade de Pereiras-SP, localizado a cerca de 140Km do município de Botucatu, apresentando capacidade de abate diário de 80.000 aves. Estes filés foram selecionados na planta de abate com auxílio do Colorímetro Minolta portátil, sendo que foi considerado como amostra pálida os filés que obtiveram valor  $L^*$  (luminosidade) igual ou superior a 49.

As aves pertenciam as linhagens Cobb e Hybro e foram abatidas com 47 dias de idade. Na granja receberam tempo de jejum de aproximadamente 6 horas e no abatedouro

permaneceram na plataforma de espera por aproximadamente 4 a 5 horas e receberam banho de aspersão de água e ventilação na tentativa de diminuir o estresse calórico.

Para análise sensorial da carne pálida e normal de peito de frangos, as amostras foram assadas em forno tipo de padaria a gás, pré-aquecido a 170°C na qual permaneceram até a temperatura interna da carne ter atingido 75°C. Posteriormente, padronizou-se as amostras efetuando-se a degustação. Para avaliação sensorial foram utilizados 30 provadores, utilizando-se para os testes descritivos uma escala hedônica de 9 pontos empregada para obter os seguintes atributos: Sabor, textura, preferência e aspecto geral. Os 9 pontos da escala consistiam de: 1- desgostei muitíssimo, 2- desgostei muito, 3- desgostei regularmente, 4- desgostei ligeiramente, 5- indiferente, 6- gostei ligeiramente, 7- gostei regularmente, 8- gostei muito e 9-gostei muitíssimo.

Os dados obtidos foram avaliados, tendo-se dois tipos de carne (pálido e normal) com 26 repetições, sendo cada peito de frango uma repetição. Os resultados foram analisados pela Análise de Variância (ANAVA) pelo pacote estatístico do SAS (SAS Institute, 1998) e as médias comparadas utilizando-se o teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os resultados médios das características de qualidade avaliadas nas amostras de peitos de frangos de coloração pálida e normal. Nesta tabela são mostrados os parâmetros de pH, luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ) e amarelo ( $b^*$ ), temperatura, valor R, perda de exsudato, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, capacidade de absorção e retenção de água e desnaturação protéica ( $n = 26$ ). Com base nestes dados, foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os valores médios de pH 4 horas e 24 horas, luminosidade ( $L^*$ ) e teor de vermelho ( $a^*$ ) inicial, 4 e 24 horas, perda de exsudato, perda de peso por cozimento, capacidade de retenção de água e desnaturação protéica entre os filés de coloração normal e pálida.

A carne de coloração pálida apresentou valores de pH medidos após 4 e 24 horas *post-mortem* menores do que a carne de coloração normal. Para os filés de peitos de frangos de coloração pálida, a glicólise teve início com o valor de pH 6,86 e atingiu pH final 5,73 às 24 horas *post-mortem* enquanto que os filés de peitos de coloração normal apresentaram pH inicial de 6,80 e pH 24 horas *post-mortem* de 5,85. Olivo (1999) avaliou o perfil de glicólise em aves estressadas e calmas, e observou uma queda brusca de pH no grupo de aves estressadas (6,04 para 5,55), e para as aves calmas a queda do pH foi mais lenta e o pH final mais alto (6,25 para 5,65). Este mesmo autor relatou que a diferença no valor de pH inicial

nos dois grupos avaliados revelou que para as aves estressadas ocorreu maior formação de ácido láctico no período *ante-mortem*. Este fato encontra explicação pela menor presença de glicogênio muscular para as aves estressadas. Os resultados encontrados também estão de acordo com outras pesquisas, que relataram menor pH para a carne pálida em relação ao pH das amostras normais (Van Laack et al., 2000; Soares, 2003 e Qiao et al., 2001).

**Tabela 1.** Características de qualidade da carne de filés de peito de coloração pálida e normal.

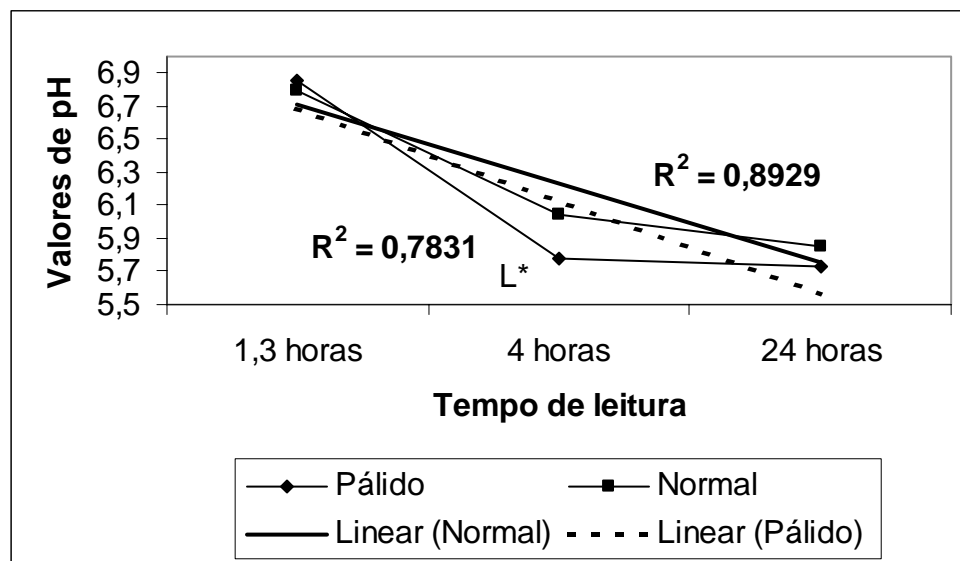
Características	Qualidade Carne		Coeficiente variação (%)	Nível de significância
	Pálida	Normal		
<b>pH i</b>	6,86	6,80	2,83	0,2565
<b>pH<sub>4hs</sub></b>	5,78 b	6,04 a	2,86	0,0001
<b>pH<sub>24hs</sub></b>	5,73 b	5,85 a	3,18	0,0190
<b>L*I</b>	49,92 a	45,37 b	1,42	0,0001
<b>L*<sub>4hs</sub></b>	51,63 a	46,42 b	4,46	0,0001
<b>L*<sub>24hs</sub></b>	52,57 a	47,25 b	4,54	0,0001
<b>a*I</b>	2,02 b	3,37 a	17,64	0,0001
<b>a*<sub>4hs</sub></b>	2,54 b	3,89 a	22,70	0,0001
<b>a*<sub>24hs</sub></b>	2,39 b	3,83 a	19,44	0,0001
<b>b*I</b>	8,41	8,74	16,35	0,4005
<b>b*<sub>4hs</sub></b>	5,08	4,91	33,46	0,7230
<b>b*<sub>24hs</sub></b>	4,89	4,38	36,90	0,5013
<b>Temp I</b>	14,00	14,50	6,48	0,0585
<b>Temp<sub>4hs</sub></b>	8,22	7,13	32,00	0,1175
<b>Temp<sub>24hs</sub></b>	15,87	16,00	20,33	0,8849
<b>PE, %</b>	2,78 a	1,89 b	35,00	0,0003
<b>PPC, %</b>	23,87 a	20,86 b	18,05	0,0096
<b>FC, kgf/cm<sup>2</sup></b>	4,68	4,09	29,87	0,1123
<b>WBC, %</b>	76,37	81,57	13,36	0,0816
<b>CRA, %</b>	36,21 a	33,39 b	9,05	0,0022
<b>DP, %</b>	28,78 a	14,50 b	62,38	0,0004
<b>Valor R i</b>	0,88	0,88	4,47	0,9161
<b>Valor R<sub>4hs</sub></b>	1,28	1,29	5,89	0,6096
<b>Valor R<sub>24hs</sub></b>	1,44	1,44	1,86	0,9182

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

Onde: pH inicial (pHi), pH 4 horas (pH<sub>4hs</sub>), pH 24 horas após abate (pH<sub>24hs</sub>), luminosidade (L\*), teor de vermelho (a\*), teor de amarelo (b\*), Temperatura (Temp) perda de exsudato (PE), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de absorção de água (WBC), capacidade de retenção de água (CRA), valor R e desnaturação protéica (DP) (n = 26).

No Gráfico 1, são apresentados os perfis das curvas do pH de filés de peito de frangos de coloração pálida e normal e suas respectivas curvas de tendência avaliados nos intervalos

de tempo de 1,3, 4 e 24 horas *post-mortem*. Estes valores expressam as modificações bioquímicas ocorridas na carne de peito de frango avaliada para a instalação do processo de *rigor-mortis*. Os valores de pH da carne normal foram superiores aos valores de das amostras de coloração pálida durante todo o período avaliado. Este resultado se deve a instalação, mais rapidamente, do *rigor-mortis* em aves estressadas que adquiriram característica pálida. Segundo Wismer-Pedersen (1959), imediatamente após o abate ocorre uma rápida glicólise gerando pH muscular ácido pelo acúmulo de ácido lático, enquanto a carcaça ainda encontra-se quente (35°C aos 45 minutos *post-mortem*) causando desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas.



**Gráfico 1.** Curvas de pH de filés de frango pálido e normal no intervalo de tempo de 1,3 a 24 horas *post-mortem*.

Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os valores de  $L^*$  iniciais dos filés considerados pálido e normal, sendo que os filés pálidos tiveram as maiores médias (49,92) quando comparados aos filés de coloração normal (45,37). Para a cor dos filés mensurados com 4 horas *post-mortem*, houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os filés pálido e normal, sendo que, a média do valor  $L^*$  para os filés pálidos (51,63) foi maior do que dos filés considerados normais (46,42). Estes resultados são compatíveis com Woelfel et al. (2002) que encontraram maiores valores de  $L^*$  (mensurados 3 horas *post-mortem*) para filés de peito pálidos (60,41) e relação aos considerados normais (51,38). Kannan et al. (1998) estudaram a influência dos altos níveis plasmáticos de corticosteróides na qualidade de carne de frangos de corte, avaliando o valor  $L^*$  com 20 minutos e 4 horas *post-mortem* para o grupo controle e grupo alimentado com corticosteróides e observaram que o valor de  $L^*$  de 4

horas *post-mortem* foi superior em ambos os grupos quando comparado ao valor mensurado no período de 20 minutos *post-mortem*.

Para a leitura de valor  $L^*$  mensurada com 24 horas *post-mortem* foi encontrada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os valores de  $L^*$  para os filés considerados pálido e normal, sendo que os filés pálido apresentaram maiores médias (52,57) quando comparados aos filés de coloração normais (47,25). Estes dados estão de acordo com McKee & Sams (1997) que estudaram valor  $L^*$  em peitos de dois grupos de perus (estressado e normal) e mensuraram o valor  $L^*$  em diferentes períodos *post-mortem* (15 minutos, 2 e 24 horas), concluindo que o grupo das aves estressadas exibiu valores mais altos de  $L^*$  do que o grupo controle.

O valor inicial de  $L^*$  (49,92) dos filés de peito de frango considerados pálido foi menor que o valor de  $L^*$  mensurado às 4 horas (51,63) e 24 horas *post-mortem* (52,57). Mollete et al. (2003), ao avaliarem o efeito da temperatura (4, 20 e 40°C) *post-mortem* em diferentes períodos, também encontraram maiores valores de  $L^*$  nas análises feitas 3 horas *post-mortem* (47,3, 48, 51,3, respectivamente) em relação às análises feitas 10 minutos *post-mortem* (45,4, 44,2 e 44,2, respectivamente). A palidez da carne está diretamente relacionada com a desnaturação protéica causada pelo baixo pH. A cor observada na superfície é decorrente da diminuição do pH onde ocorre aumento da birrefringência, com menos luz sendo transmitida através das fibras, e maior luz sendo dispersa (Swatland, 1997 citado por Lara, 2003).

Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os valores de  $a^*$  entre os filés considerados normais e pálidos nos três períodos avaliados. Os valores de teor de vermelho foram superiores nos filés de peito de coloração normal quando comparado aos filés de coloração pálidos nos três tempos de mensuração. Os resultados apresentados por Kannan et al. (1998) e Mollete et al. (2003) corroboram com os valores observados acima, uma vez que também não encontraram diferença significativa entre os valores iniciais de  $a^*$  e  $b^*$  mensurados em filés de peito de frangos.

Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para desnaturação protéica entre as amostras de filé de peito normal e pálida, sendo que as amostras pálidas obtiveram maior desnaturação protéica (28,78) do que amostras normais (14,50). Soares (2003) observou em sua pesquisa que os valores da desnaturação protéica dos filés do grupo estressado foram significativamente maiores ( $p \leq 0,01$ ) quando comparados com os filés do grupo controle. Olivo (1999) também observou maior desnaturação protéica em filés de frangos submetidos ao estresse térmico quando comparados com o controle.

Segundo McKee & Sams (1998) a intensa desnaturação protéica que provoca a perda das propriedades funcionais da carne, é considerada um fator primário para o desenvolvimento de carne de aves com características PSE. As diferenças na solubilidade de proteínas, mensuradas pela desnaturação protéica de peitos de frangos normais e pálidos são pequenas, porém significantes, sendo a solubilidade protéica das amostras pálidas baixa, indicando maior desnaturação protéica que a amostra normal (Van Laack et al., 2000).

Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os filés de peito de coloração pálida e normal para o parâmetro perda de exsudato, sendo que os filés de peito pálidos apresentaram maior perda de exsudato (2,78) em relação aos filés normais (1,89). Estes dados se assemelham com os relatados por Olivo (1999) que avaliou o efeito da suplementação de vitamina E sobre a perda de exsudato em grupos estressados e não estressado. O autor relatou que os grupos de aves não estressadas apresentaram menor teor de exsudato, sendo 1,70 e 1,85% para o controle e suplementado, respectivamente. Os dois grupos de aves estressadas, controle e suplementado, apresentaram maior teor de exsudato, sendo 3,31 e 2,57%, respectivamente. Entre as aves calmas e estressadas, esses resultados foram significativos ao nível de  $p < 0,001$ . A alta perda de exsudato resulta da diminuição da funcionalidade da proteína e é característica de PSE em peitos de peru e está associada à redução na produção, aumento de perdas no cozimento, e redução da suculência (Judge et al., 1989 citado por Wynveen et al. 1999).

Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para a capacidade de retenção de água (CRA) entre os filés normais e pálidos, sendo que as amostras de filés de peito pálido apresentaram maior CRA (36,21) em relação aos filés normais (33,39). Estes resultados discordam com os relatados por Soares (2003), que observou menor CRA em amostras do grupo estressadas em relação ao grupo controle, como consequência da maior desnaturação protéica ocorrida no grupo estressado.

Olivo (1999) não encontrou diferença significativa para CRA entre grupos estressados e calmos de frangos de corte, assim como Froning et al. (1978) e Northcutt et al. (1994), estes últimos autores sugeriram que a determinação do teor de exsudato e da perda de cozimento são mais sensíveis do que a CRA para avaliações da qualidade de carnes frescas.

Os principais fatores determinantes da CRA da carne são o baixo pH e a desnaturação protéica (Offer & Knight, 1988 citados por Van Laack et al., 2000), decorrentes da rápida glicólise. Segundo Van Laack et al. (2000), diferenças na solubilidade das proteínas e nas medidas de desnaturação protéica de carne de peitos de frangos normal e pálida, são pequenas, mas significantes, a solubilidade das proteínas das amostras pálidas é menor, indicando maior desnaturação protéica do que amostras normais. Pelo fato da miosina estar

em grande quantidade e representar a maioria das proteínas funcionais do músculo, alterações na sua solubilidade podem afetar a textura e a CRA (Sams & Alvarado, 2004)

Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para perda de peso por cozimento (PPC) entre os filés considerados normais e pálidos, sendo que os filés pálidos apresentaram maior perda de peso por cozimento (23,87) em relação aos filés normais (20,86). Porém, Olivo (1999), não encontrou diferença significativa para perda de peso por cozimento entre grupos de aves estressadas e calmas, com valores variando de 11,26 a 12,01%, sendo possivelmente devido a uma PPC relativamente baixa, considerando que a quebra de peso de um filé de frango ou de outro corte cárneo normalmente se encontra em torno de 30% durante o seu cozimento (fritura ou grelha).

Offer (1991) sugeriu que o encurtamento da cabeça da miosina de 19 para 17nm durante o baixo pH e alta temperatura da carcaça resulta em maior fluido sendo expelido do espaço extracelular, este pode ser então eliminado como perda por gotejamento e por cozimento.

A rápida glicólise provoca desnaturação das proteínas musculares (Bendal & Wismer-Pedersen, 1962; Sayre & Briskey, 1963, citados por Olivo, 1999). Quando as proteínas não são desnaturadas, elas continuam a ligar a água durante a conversão do músculo em carne e, assim, durante o seu cozimento, esta retenção irá contribuir para a suculência e palatabilidade da mesma (Hedrick et al., 1989, citado por Olivo, 1999).

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise sensorial realizada com as amostras de filés pálidos e normais. Não foi possível encontrar diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) na análise sensorial entre os filés normais e pálidos quando se avaliou as características de sabor, maciez, preferência e aparência geral.

**Tabela 2.** Análise sensorial dos filés de frangos de corte com características pálidos e normais, sendo CV =coeficiente de variação e DP = desvio padrão.

Tratamentos	Atributos Avaliados			
	Sabor	Maciez	preferência	Aparência Geral
Normal	7,06	6,13	6,76	7,00
Pálido	6,36	6,36	6,36	6,80
CV (%)	21,67	26,78	21,38	17,11
Teste F	3,47ns	0,29ns	1,22ns	0,43ns
DP	1,45	1,67	1,40	1,18

## CONCLUSÕES

As amostras de peito de frango de coloração pálida, coletadas em abatedouros comerciais, apresentaram perdas em algumas de suas propriedades de qualidade quando comparadas a amostras de coloração normal, sendo que as amostras de peito pálidas apresentaram maiores valores de luminosidade, perda de exsudato, perda de peso por cozimento e desnaturação protéica e menores valores de pH e teor de vermelho. Estas alterações na qualidade são indicativas da condição PSE (carne pálida, mole e exsudativa) descrita em aves.

A análise sensorial entre a carne de coloração pálida e normal, não revelou diferenças entre estes os dois tipos de carne, quando se avaliou as características de sabor, textura, preferência e aparência geral, sendo que a carne de coloração pálida pode ser utilizada para consumo *in natura* sem causar prejuízos em sua qualidade sensorial quando comparados aos filés de coloração normal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN CD, FLETCHER DL, NORTHCUTT JK, RUSSEL SM. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. **Poultry Science**, 1998. 77:361-366.
- ALLEN CD, RUSSEL SM, FLETCHER DL. The relationship of broiler breast color and pH to shelf-life and odor development, **Poultry Science**, 1997. 76:1042-1046.
- BARBUT S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research International**, Essex, 1993. 26:39-42.
- BARBUT S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, 1997 .38:355-358.
- BARBUT S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, 1998. 9:35-49,
- BENDALL JR, WISMER-PEDERSEN J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. **Journal Food Science**, 1962. 27:144-157.
- BRESSAN MC, BERAQUET NJ. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência. Agrotécnica**. Lavras. 2002. 26(5):1049-1059.
- DIRINCK P, DE WINNE A, CASTEELS M, FRIGG M. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, 1996. v.44, p. 65-68.

- FLETCHER D.L. Broiler breast meat color variation, pH, texture. **Poultry Science**. 1999a. 78:1323-1327.
- FLETCHER DL, QIAO M., SMITH DP. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. **Poultry Science**. 2000. v.79, p.784-788.
- FLETCHER DL. Color variation in commercially packaged broiler breast fillets. **Journal of Applied Poultry Research**. 1999b. v.8, p.67-69.
- FRONING GW, BABJI AS, MATHER FB. The effect of preslaughter temperature, stress, stuggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. **Poultry Science**, Champaing, 1978. 57:630-633.
- HAMM, R. Biocnimistry of Meat Hydratation. **Advances in Food Research**. Cleveland, 1960.v. 10, n. 2, p. 335-443.
- HEDRICK HB, ABERLE ED, FORREST JC, JUDGE MD, MERKEL RA. **Principles of Meat Science**. 3rd ed. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, IA. 1989. 354p.
- HONIKEL KO, FISHER CA. A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. **Journal of Food Science**. Chicago, 1977. v.42, n.7, p.1663-1676.
- HONIKEL KO. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: **Evaluation and control of meat quality in pigs**. Tarrant PV, Eikelenboom G, Monin G, ed. Martinius Nijhoff, Dordrecht. 1987. p. 273-283.
- JENSEN C, LAURIDSEN C, BERTELSEN G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, 1998. 9:62-72.
- JUDGE MD, ABERLE ED, FORREST JC, HEDRICK HB, MERKEL RA. **Principles of Meat Science**. 2nd edition. Iowa, USA: Kendall/Hunt Publishing Company. 1989.
- KANNAN G, HEATH JL, WABECK CJ, OWENS SL, MENCH JA. Elevated plasma corticosterone concentrations influence the onset of rigor mortis and meat color in broilers. **Poultry Science**. 1998. 77:322-328.
- LARA JAF. Carne PSE (Pale, Soft, Exsudative) em frangos. Ocorrência de mutações no gene receptor da rianodina. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - **Universidade Estadual de Londrina**, Londrina. 2003. 101p.
- LIU Q, LANARI MC, SHAEFER DM. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal Animal Science**, Champaingn, 1995. 73:3131-3140.
- MCCURDY RD, BARBUT S, QUINTON M. Seasonal effects on pale, soft, exsudative (PSE) occurrence in young turkey breast muscle. **Food Research International**, Essex, 1996. 29(3/4):363-366.

- MCKEE SR, SAMS AR. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. **Poultry Science**, 1997. 76 (11) 1616-1620.
- MCKEE SR, SAMS AR. Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale, soft, exudative turkey meat characteristics. **Poultry Science**. 1998. 77(1):169-174.
- MOLLETTE C, RÉMIGNON H, BABILÉ R. Maintaining muscles at a high post-mortem temperature induces PSE-like meat in turkey. **Meat Science**. 2003. 63:525-532.
- MONAHAN FJ, ASGHAR A, GRAY JI, BUCKLEY DJ, MORRISSEY PA. Effect of oxidized dietary lipid and vitamin E on the colour stability of pork chops. **Meat Science**, Barking, 1994. 37:205-215.
- NORTHCUTT JK, FOEGEDING EA, EDENS FW. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, Champaign, 1994. 73:308-316.
- OFFER G, KNIGHT P. The structural basis of water-holding in meat. In: DEVELOPMENT IN MEAT SCIENCE. Lawrie RA, ed. Elsevier **Applied Science**, London, UK. 1988. p. 173-243
- OFFER G. Modeling of the formation of pale, soft and exudative meat: effects on chilling regime and rate and extent of glycolysis. **Meat Science**, Barking, 1991. 30:157-184.
- OLIVO R. Carne PSE em frangos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas (Tese de Doutorado) - **Universidade de São Paulo**, São Paulo, 1999. p.97.
- OWENS C M, MCKEE SR, MATHTHEWS NS, SAMS AR. The development of pale, exudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening. **Poultry Science**, 2000. 79: 430-435.
- QIAO M, FLETCHER DL, SMITH DP, NORTHCUTT JK. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, 2001. 80(5) 676-680.
- ROÇA RO. Desenvolvimento de fiambres com carne de frango. Campinas: FEA/UNICAMP, Tese (Mestrado em engenharia de Alimentos, Área de Tecnologia de alimentos) - **Faculdade de Engenharia de Alimentos** - Universidade Estadual de Campinas. 1986.
- SAMS AR, ALVARADO CZ. Turkey carcass chilling and protein denaturation in the development of pale, soft and exudative meat. **Poultry Science**, 2004 83:1039-1046.
- SANDERS SK, MORGAN JB, WULF DM, TATUM JD, WILLIAMS SM, SMITH GC. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for the Japanese market. **Journal Animal Science**. 1997. 75:2634-2640.
- SAS Institute. 1998. SAS Use1s Guide. **SAS Institute Inc.**, Cary, Nc.

- SAYRE RN, BRISKEY EJ, HOEKSTRA WG. Comparison of muscle characteristics and post mortem glycolysis in three breeds of swine. **Journal Animal Science**, Champaign, 1963. 22:1012-1020.
- SOARES AL. PSE (*Pale, Soft, Exsudative*) em frangos: implementação de parâmetros de cor e avaliação bioquímica e estrutural do filé (*Pectoralis major*). Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – **Universidade Estadual de Londrina**, Londrina. 2003. 103p.
- SOSNICKI AA, GREASER ML, PIETRZAK M, POSPIECH E, SANTE V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, 1998. 9:13-23.
- SWATLAND HJ. On line evaluation of meat. Lancaster: **Technomic**, 1995. 343p.
- SWATLAND HJ. Post-mortem changes in pork using parallel needless for both light scattering and low-frequency electrical properties. **Food Research International**, Essex, 1997. 30(3-4):293-298.
- VAN LAACK RLJM, LIU CH, SMITH MO, LOVEDAY HD. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, 2000. 79:(7) 1057-1061.
- WILKINS LJ, BROWN SN, PHILLIPS AJ, WARRIS PD. Variation in colour of broiler breast fillets in UK. **British Poultry Science**. 2000. 41(3):308-312.
- WISMER-PEDERSEN J. Quality of pork in relation to rate of pH change post mortem. **Food Research**, Champaign, 1959. 24:711-726.
- WOELFEL R L, OWENS CM, HIRSCHLER EM., MARTINEZ-DAWSON R, SAMS AR. The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in a commercial processing plant. **Poultry Science**, 2002. 81: 579-584.
- WYNVEEN, E. J., BOWBER, B. C., GRANT, A. L., DEMOS, B. P., GERRARD, D. E. Effects of muscle pH and chilling on development of PSE-like turkey breast meat. **British Poultry Science**, 1999. 40:253-256.

# **AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA EM PEITOS DE FRANGOS DE CORTE**

## **EVALUATION OF OCURRENCE OF PALE MEAT IN BROILERS CHICKENS BREAST**

### **Autores:**

<sup>1</sup>Claudia Marie Komiyama

<sup>2</sup>Ariel Antonio Mendes

<sup>2</sup>Roberto de Oliveira Roça

<sup>3</sup>Hirasilva Souza Borba

<sup>4</sup>Joerley Moreira

<sup>1</sup>Sabrina Endo Takahashi

<sup>1</sup>Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

<sup>5</sup>Fábio Roberto Leonel

<sup>6</sup>Augusto Balog Neto

\* Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>1</sup> Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>2</sup> Docente da Faculdade de medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>3</sup> Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

<sup>4</sup> Docente da Universidade Federal de Diamantina – MG.

<sup>5</sup> Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

<sup>6</sup> Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

**Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.**

**Processo 03/11905-2**

## **AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA EM PEITOS DE FRANGOS DE CORTE**

**RESUMO** - Foram realizadas quatro visitas a dois abatedouros comerciais do Estado de São Paulo, sendo duas no inverno e duas no período de verão com a finalidade de avaliar a ocorrência de carnes de peito pálidas em frangos de corte. Foram escolhidos dois abatedouros, um localizado na cidade de Itapuí (Avícola Santa Fé) e o outro na cidade de Pereiras (Abatedouro de aves Ideal Ltda). O acompanhamento da incidência de carnes pálidas foi realizado através de leituras de valor L\* (luminosidade), a\* (vermelho) e b\* (amarelo) em plantas comerciais de abate, sendo utilizado o Colorímetro Minolta, modelo CR-300, portátil, considerando-se como carne pálida, as amostras que obtiveram valor de L\* igual ou superior a 49. Na estação do inverno, foi realizada a leitura de cor de 426 peitos de frangos, no abatedouro do município de Itapuí e 505 leituras de filés de peito no abatedouro da cidade de Pereiras. No período do verão, foi realizada a leitura de 489 filés no abatedouro da cidade de Itapuí e leitura de 649 filés no município de Pereiras. O presente trabalho revelou que a incidência de carne de peito de frango pálida se apresentou baixa nas estações do inverno e verão nos abatedouros do Estado de São Paulo, sendo a ocorrência de carnes pálida no verão foi de 1,05% e no inverno de 5,91%.

**Palavras-Chave:** coloração, carne pálida, frango de corte, abatedouro.

## **EVALUATION OF OCURRENCE OF PALE MEAT IN BROILERS CHICKENS BREAST**

**ABSTRACT** – It was undertaken four visits in each two commercial slaughter of SP state, two in winter and two in summer, aiming to evaluate the slaughter, of one pale breast meat in broilers. It was chosen two slaughter, one located Itapuú city (Avícola Santa Fé) and the other at Pereiras city (Abatedouro de aves Ideal Ltda). Incidence of pale meats was realized using L\* value (lightness), a\* (redness) and b \* (yellow) parameters in commercial plants of slaughter. The colorimeter used was Minolta CR-300, portable equipment. It was considered pale meat when samples presented L\* value equal or higher 49. At winter season it was realized colour measure of 426 broiler breast at Itapuú city slaughter and 505 measures of fillets breast in Pereiras city slaughter. In summer season was realized measurements in 489 fillets from Itapuú city slaughter and 649 fillets from Pereiras city slaughter. This research revealed relatively low occurrence of pale meat in broiler breast at winter and summer seasons in slaughter of São Paulo state with 1,05% occurrence in summer and 5,91% in winter.

**Key Words:** coloration, pale meat, broiler chicken, slaughter

## INTRODUÇÃO

PSE é originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale, Soft e Exudative* que, em tradução literal significam, carnes com características pálida ou amarelada, flácida ou mole e exsudativa ou molhada, respectivamente. Na prática, é o resultado das condições de manejo *ante-mortem* mal conduzidos e estressantes a que são submetidos os animais, provocando um *rigor-mortis* acelerado. Explica-se o fenômeno pela combinação de baixo pH, em geral menor do que 5,8 com elevada temperatura muscular, acima de 35°C, no início do *rigor-mortis*, resultando na desnaturação das proteínas provocando, em consequência, o surgimento da carne sem firmeza, sem aderência e descolorida, com propriedades funcionais comprometidas. Isto ocorre em função de uma rápida transformação metabólica do glicogênio em ácido láctico alcançando pH final antes do resfriamento da carcaça, o que faz com que a carne se torne pálida.

A ocorrência da carne PSE (pálida, mole e exsudativa) é internacionalmente reconhecida como um sério problema para indústria de carnes e, devido a sua considerável importância econômica, este fenômeno tem sido estudado há vários anos em suínos. Contudo, a sua ocorrência em aves, particularmente em perus, ganhou relevância somente nos últimos anos e em frangos, somente mais recentemente com o aumento da comercialização na forma de produtos industrializados. É reconhecido que 41% da carne de perus e 37% da carne de frango pode apresentar características PSE (Woelfel et al., 1998). Carnes com estas características têm baixa aceitabilidade tanto pelos consumidores quanto pelos processadores. Estimativas demonstram que 60% dos consumidores de carne, no momento da aquisição, se baseiam sobre a aparência do produto (Lee & Choi, 1999). Para os processadores, a carne PSE é inadequada não somente por causa da cor pálida, mas também devido a redução do rendimento devido ao excesso de gotejamento, aumento das perdas por cozimento, reduzida suculência e comprometimento das habilidades de ligações.

McCurdy et al. (1996a) e Barbut (1998) relataram que a incidência de PSE em perus é maior nos meses de verão, o que segundo os mesmos autores estaria de acordo com as observações da indústria dos Estados Unidos, de que, nos meses quentes, existe uma maior ocorrência de "carnes claras".

Somente com o rápido crescimento da produção de industrializados de carne de aves é que problemas observados na textura, coesividade e suculência da carne ficaram mais visíveis. Com isso, a questão do PSE ganhou importância, principalmente com a carne de peru (Ferket et al., 1995; Barbut, 1996; Anthony, 1998; Sosnicki et al., 1998) e, mais recentemente, com frangos (Shimokomaki et al., 1997; Barbut, 1997; Olivo et al., 1998). Owens et al.

(2000), verificaram incidência de 40% de filés pálidos de um total de 2995 filés de perus analisados pelo valor de L\*.

Barbut (1997) verificou que a ocorrência de PSE na carne de frangos de corte varia de 0 a 28% em diferentes plantas de abate. Barbut (1998) e Vimini (1996), encontraram incidência de PSE em filés de peito de frango variando de 2 a 20% dependendo das condições ambientais.

Woelfel et al. (1998) avaliaram a incidência de PSE na carne de frangos em uma planta comercial e verificaram que aproximadamente 37% de 1.751 filés de peito de frangos examinados poderiam ser classificados como sendo pálidos ou por exibirem pobre capacidade de retenção de água. Em pesquisas recentes, Woelfel et al. (2002) encontraram 47% de filés pálidos com potencial de ser PSE, de um total de 3.554 filés em planta comercial, observando que possuíam baixa capacidade de retenção de água.

Lara (2003) avaliou a incidência de carne PSE em 1497 frangos desenvolvidos pela Embrapa Suínos e Aves, mensurando o pH e a cor (valor L\*) com 24 horas *post-mortem*. Foi considerado carne PSE aquela que apresentou pH inferior a 5,8 e valor L\* superior a 52,0, conforme preconiza Barbut (1998). As aves foram separadas em dois tratamentos, controle e estressado, sendo o último mantido a temperatura de 40°C por 60 minutos no pré-abate. A incidência de PSE foi de 262 ocorrências em 742 amostras para o grupo controle (35,30%), e 270 ocorrências em 755 para o grupo estressado (37,08%). Da mesma forma, Olivo (1999), em experimento de estresse induzido, realizado nas condições nacionais e também mantendo os frangos por uma hora a 40°C, encontrou uma incidência de 20%.

Com base nestes aspectos, este trabalho teve por objetivo avaliar a ocorrência de carnes pálidas em diferentes abatedouros do Estado de São Paulo em duas épocas do ano.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizadas quatro visitas a dois abatedouros comerciais do Estado de São Paulo, sendo duas no inverno e duas no período de verão com a finalidade de avaliar a ocorrência de carnes pálidas. Foram escolhidos dois abatedouros, um localizado na cidade de Itapuí e o outro na cidade de Pereiras.

O acompanhamento da incidência de carnes pálidas em frangos de corte foi realizado através de leituras de valor L\* (luminosidade), a\* (vermelho) e b\* (amarelo) realizados nas plantas comerciais de abate, sendo utilizado o Colorímetro Minolta, modelo CR-300, portátil, considerando-se como carne pálida, as amostras que obtiveram valor de L\* igual ou superior a

49. A leitura foi realizada na superfície ventral dos filés de peito (*Pectorales major*) para que não sofresse interferência da escalda.

Na estação do inverno (dia sete de julho de 2004), foram realizadas a leitura dos valores L\*, a\* e b\* de 426 peitos de frangos, representando 3% do total de aves desossadas no abatedouro do município de Itapuí/SP. Neste abatedouro, o tempo de espera na plataforma de abate variou de 4 a 6 horas e as aves não receberam banho de aspersão de água e ventilação, pois a temperatura neste dia se manteve baixa com média, máxima e mínima de 18, 24 e 13°C, respectivamente.

Nesta mesma estação do ano (dia 19 de agosto de 2004), no abatedouro da cidade de Pereiras/SP, foram realizadas 505 leituras de filés de peito, representando 4% do total de peitos de frangos desossados. As aves pertenciam as linhagens Cobb e Hybro e foram abatidas com 47 dias de idade e provenientes de granjas da cidade de Conchas – SP localizada a aproximadamente 35km de distância do abatedouro. As aves permaneceram na espera por aproximadamente 4 a 5 horas no abatedouro. Somente receberam banho de aspersão com ventilação as aves abatidas após às 14:00 horas, pois a temperatura se elevou muito após às 12:00 horas e se manteve relativamente alta o restante do dia. O banho de aspersão de água com ventilação foi utilizado na tentativa de diminuir o estresse térmico das aves. A temperatura apresentou-se relativamente elevada com máxima foi de 29°C e a mínima de 20°C com temperatura ambiente predominante de 25°C.

No período do verão foram realizadas mais duas visitas a abatedouros comerciais na tentativa de avaliar a ocorrência de carnes pálidas. A avaliação da incidência no abatedouro da cidade de Itapuí foi realizada no dia 01 de fevereiro de 2005, do total de aves abatidas, cerca de 39% dos peitos foram desossados e destes foi realizada a leitura de aproximadamente 5% do total desossado, totalizando 489 filés. Foram abatidas cerca 25.046 aves no dia desta avaliação, pertencendo as aves a linhagens Ross com 46 dias de idade e peso médio de 2.300kg. Essas aves foram provenientes das cidades de São Manuel (SP) e Piratininga (SP), percorrendo a distância máxima da granja ao abatedouro de 100Km. Neste abatedouro, essas aves tiveram tempo de descanso variando de 4 a 8 horas. A plataforma de espera do abatedouro, onde permanecem os caminhões antes da pendura das aves, é coberta e equipada com ventiladores e aspersores de água que permanecem ligados nos dias mais quentes. Neste dia tanto os aspersores quanto os ventiladores permaneceram ligados durante todo o período de abate que foi das 6:00 às 18:00 horas, pois as temperaturas permaneceram elevadas durante todo o dia. A temperatura máxima e mínima registrada no dia da visita foi de 27°C e 17°C , respectivamente com temperatura ambiente predominante de 25°C.

A avaliação da incidência de carne pálida no abatedouro da cidade de Pereiras, na estação do verão ocorreu no dia 10 de dezembro de 2004, em que foram desossados cerca de 19% de peitos de frangos, perfazendo 13.769 filés. Foi realizada a leitura de 649 filés totalizando aproximadamente 4,7% dos filés de frangos desossados neste dia. No dia desta avaliação foram abatidas um total de 72.469 aves das linhagens Cobb e Hybro, com aproximadamente 48 dias de idade, e criadas em densidade de 12 aves/m<sup>2</sup>. Estas aves foram provenientes de granjas localizadas nos municípios de Pereiras e Conchas (SP), sendo que a distância percorrida pelos caminhões foi de 3 a 35km da granjas ao abatedouro. Neste abatedouro, o tempo de espera foi de 7 horas para as aves abatidas durante a parte da manhã e 4 horas para as aves abatidas à tarde. Durante o tempo de espera não houve banho de aspersão, pois neste dia as temperaturas se mantiveram baixas com mínima de 18°C e máxima de 25°C, com temperatura ambiente predominante em torno de 20°C.

Em aves adultas, os limites ideais de temperatura ambiental se situam entre 14 a 20°C, segundo Gurtler et al. (1984) e de 12 a 27°C segundo Readts (1995) com umidade relativa do ar de 50 a 80%.

As amostras foram avaliadas segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, sendo duas estações do ano (inverno e verão) e dois abatedouros (Itapuí e Pereiras). Os resultados foram analisados pela Análise de Variância (ANAVA) pelo pacote estatístico do SAS (SAS Institute, 1998), utilizando-se o teste de F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são mostrados os valores de frequência, percentagem de ocorrência e percentagem cumulativa para cada intervalo de valor L\* observado. Foram encontradas 12 amostras com valores de L\* iguais ou superiores a 49, de um total de 426 filés de peitos de frangos analisados na planta de abate, sendo que foram consideradas amostras pálidas, aquelas que apresentaram valor  $L^* \geq 49$ .

Owens et al. (2000), verificaram incidência de 40% de filés pálidos de um total de 2995 filés de perus analisados pelo valor de L\*. Em pesquisas recentes Woelfel et al. (2002) encontraram 47% de filés pálidos com potencial de ser PSE, de um total de 3.554 filés em planta comercial, observando que possuíam baixa capacidade de retenção de água.

O período em que foi feito este trabalho (inverno), pode ser um dos motivos para que a frequência do número de amostras com valores  $L^* \geq 49$  tenha sido tão baixa (2,816%). Estes resultados estão de acordo com os observados por McCurdy et al. (1996a) e Barbut (1998),

que relataram que a incidência de carne pálida em perus é maior nos meses de verão, quando a temperatura ambiente é elevada, sugerindo a susceptibilidade das aves ao estresse térmico, o que segundo os mesmos autores estaria de acordo com as observações da indústria dos Estados Unidos, de que, nos meses quentes, existe uma maior ocorrência de "carnes claras". Da mesma forma McKee & Sams (1997) sugeriram que o estresse térmico sazonal acelera o metabolismo *post-mortem* e mudanças bioquímicas no músculo, produzindo assim, carnes de perus com características pálidas.

Cerca de 3% das amostras de filés de peito de frango de corte analisadas no abatedouro possuíram valor de L\* igual ou superior a 49 e, portanto foi considerada como carne pálida. Esta porcentagem de ocorrência de carne pálida está abaixo do encontrado na literatura. Soares (2003), encontrou em seus estudos cerca de 21,95% de carnes pálidas com características pálidas no inverno.

**Tabela 1 .** Frequência de leitura para os valores de L\* realizados em filés de peito de frangos de corte na época do inverno na região de Itapuí/SP.

<b>Intervalo Leitura Valor L*</b>	<b>Frequência</b>	<b>% de ocorrência dos valores</b>	<b>% cumulativa</b>
39-40	1	0,234	0,230
40-41	6	1,408	1,638
41-42	18	4,225	5,863
42-43	26	6,103	11,967
43-44	42	9,859	21,826
44-45	95	22,300	44,126
45-46	81	19,014	63,140
46-47	78	18,309	81,450
47-48	47	11,032	92,483
48-49	20	4,694	97,178
49-50	12	2,816	99,995
Total	426	100	

Na Tabela 2 são mostrados os valores de frequência, percentagem de ocorrência e percentagem cumulativa para cada intervalo de valor L\* observado. Foram encontradas 50 amostras com valores de L\* superiores a 49, de um total de 505 filés de peitos de frangos analisados na planta de abate, sendo que foram consideradas amostras pálidas, aquelas que apresentaram valor de L\*  $\geq$  49. Esses valores, de incidência de carne pálida em percentagem, estão abaixo dos encontrados na literatura, embora quando comparado a visita realizada no abatedouro da cidade de Itapuí, na mesma estação do ano, esta percentagem se apresenta bem mais alta, aproximadamente 10% contra 3% do primeiro abatedouro. Isto provavelmente ocorreu, pois as temperaturas médias do dia foram muito mais elevadas na visita ao

abatedouro da cidade de Pereiras do que da cidade de Itapuí. Além disso, o banho de aspersão de água e os ventiladores utilizados no abatedouro de Pereiras foi ligado somente após o pico de calor o que conduziu ao estresse térmico durante o período da manhã e favoreceu o aparecimento de uma maior percentagem de carnes pálidas.

A percentagem de ocorrência de carne pálida em abatedouro comercial localizado na cidade de Pereiras na período de inverno foi de aproximadamente 10%, representando que cerca de 10% das amostras avaliadas apresentaram valor de L\* maior ou igual a 49 e, portanto, foram caracterizadas como carne pálida. Estes dados estão de acordo com McCurdy et al. (1996a), que relataram em seus trabalhos que a incidência de pálida em carne de perus varia de 5 a 30% e Barbut (1997) que relatou a ocorrência de 0 a 28% em carne de frangos.

**Tabela 2.** Frequência de leitura para os valores de L\* realizados em filés de peito de frangos de corte na época do inverno na região de Pereiras/SP.

<b>Intervalo Leitura Valor L*</b>	<b>Frequência</b>	<b>% de ocorrência dos valores</b>	<b>% cumulativa</b>
40-41	0	0,00	0,00%
41-42	1	0,20	0,20%
42-43	0	0,00	0,20%
43-44	3	0,59	0,79%
44-45	5	0,99	1,78%
45-46	19	3,76	5,54%
46-47	65	12,87	18,42%
47-48	146	26,34	44,75%
48-49	83	28,91	73,66%
49-50	37	16,44	90,10%
50-51	10	7,33	97,43%
51-52	3	1,98	99,41%
Total	505	100	100,00%

Na Tabela 3 são apresentados a frequência, percentagem cumulativa e percentagem de ocorrência de leitura para os valores de L\* realizados em filés de peito de frangos de corte na época do verão na região de Itapuí. Os dados apresentados nesta tabela mostram que há uma grande amplitude de valores de L\* entre as amostras de filés de frango analisadas variando de 38 a 52, pode-se observar que grande parte das amostras de filés de peito estão na faixa de valor entre 42 a 47, perfazendo 384 filés do total de 489 filés analisados neste abatedouro.

Aproximadamente 1% das amostras de filés de peito analisadas no abatedouro apresentaram valor de L\* igual ou acima de 49, e portanto foram consideradas como pálida. Esta percentagem de ocorrência está abaixo da encontrada na literatura em que segundo pesquisadores a incidência de carnes pálidas nos meses de verão é maior quando comparado

ao inverno (MacCurdy et al., 1996b; McKee & Sams, 1997; Barbut, 1998). Um fator que pode ter contribuído para a baixa incidência de filés pálidos é o uso de banho de aspersão de água e ventilação durante o período de espera antes do abate das aves. O banho de aspersão é utilizado para gerar um ambiente de conforto térmico e assim diminuir o estresse calórico causado pelas altas temperaturas e pelo transporte da granja até o abatedouro.

**Tabela 3 .** Frequência de leitura para os valores de L\* realizados em filés de peito de frangos de corte na época do verão na região de Itapuí.

<b>Intervalo Leitura Valor L*</b>	<b>Frequência</b>	<b>% cumulativa</b>	<b>% de ocorrência dos valores</b>
38-39	0	0,00%	0
39-40	3	0,61%	0,6134
40-41	6	1,84%	1,2269
41-42	20	5,93%	4,0899
42-43	54	16,97%	11,0429
43-44	81	33,54%	16,5644
44-45	118	57,67%	24,1308
45-46	91	76,28%	18,6094
46-47	50	86,50%	10,2249
47-48	36	93,87%	7,3619
48-49	14	96,73%	2,8629
49-50	9	98,57%	1,8404
50-51	6	99,80%	1,2269
51-52	1	100,00%	0,2044
<b>Total</b>	<b>489</b>		<b>100</b>

Na Tabela 4 são mostrados os valores de frequência, porcentagem cumulativa e porcentagem de ocorrência para os valores de L\* realizados em filés de peito de frangos de corte na época de verão na região de Pereiras. Nesta visita ao abatedouro foi possível observar grande amplitude de valores de L\* em amostras de filés de peito variando entre 39 a 51, sendo que a maior parte das amostras possui valor L\* no intervalo de 44 a 48, sendo que nesta faixa de valor de L\* encontram-se 530 amostras do total de 649 filés de peito de frangos de corte analisados. Estes dados indicam que aproximadamente 1% das amostras avaliadas apresentaram valores de L\* igual ou superior a 49. Esta porcentagem também se encontra muito abaixo da literatura. Uma explicação para este fato reside que a temperatura ambiente neste dia se encontrou baixa mesmo estando em plena estação de verão, o que proporcionou conforto térmico as aves antes destas serem abatidas acarretando diminuição do estresse das aves.

**Tabela 4.** Frequência de leitura para os valores de L\* realizados em filés de peito de frangos de corte na época do verão na região de Pereiras/SP.

<b>Intervalo Leitura Valor L*</b>	<b>Frequência</b>	<b>% cumulativa</b>	<b>% de ocorrência dos valores</b>
39-40	0	0,00%	0,00
40-41	2	0,31%	0,31
41-42	4	0,92%	1,39
42-43	9	2,31%	1,39
43-44	21	5,55%	3,24
44-45	92	19,72%	14,18
45-46	144	41,91%	22,19
46-47	164	67,18%	25,27
47-48	130	87,21%	20,03
48-49	59	96,30%	9,09
49-50	19	99,23%	2,93
50-51	5	100,00%	0,77
Total	649		100

#### **Incidência Inverno – Verão**

Na Tabela 5 são apresentados os valores de luminosidade (L\*), teor de vermelho (a\*) e amarelo (b\*) de filés de frango de corte analisados em duas estações do ano (inverno e verão) e em dois abatedouros (Itapuú e Pereiras) do Estado de São Paulo. Os dados desta tabela mostram que houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para os parâmetros L\*, a\* e b\* entre as estações do ano, sendo que no inverno foram encontrados os maiores valores destes parâmetros (45,93, 4,41 e 6,77, respectivamente) quando comparados com o verão (44,56, 3,82 e 5,18, respectivamente). Foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os abatedouros para os parâmetros mencionados, sendo que o abatedouro da região de Pereiras apresentaram os maiores valores destes parâmetros (46,23, 4,31 e 6,54, respectivamente) quando comparados aos da região de Itapuú (44,57, 3,92 e 5,41, respectivamente).

Foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) na interação entre estação do ano e abatedouros para os parâmetros de L\*, a\* e b\*. Os resultados do desdobramento da interação entre época do ano e abatedouro para o parâmetro luminosidade (valor L\*), teor de vermelho (valor a\*) e teor de amarelo (valor b\*) dos filés de peito de frangos são mostrados na Tabela 6. Foi observado o efeito dos abatedouros dentro de cada estação do ano, sendo que o abatedouro do município de Pereiras apresentou os maiores valores de luminosidade tanto no inverno quanto no verão (47,16 e 45,29, respectivamente). Foi observado efeito da estação do ano dentro

de cada abatedouro, sendo que na estação do inverno (44,70 e 47,16, respectivamente) foram observados os maiores valores de luminosidade quando comparados a estação do verão (43,83 e 45,29, respectivamente).

**Tabela 5.** Valores de luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ) e amarelo ( $b^*$ ) de filés de frango de corte analisados em duas estações do ano (inverno e verão) e em dois abatedouros (Itapuí e Pereiras) do Estado de São Paulo.

<b>Parâmetro</b>	<b><math>L^*</math></b>	<b><math>a^*</math></b>	<b><math>b^*</math></b>
<b>Estação</b>			
<b>Inverno</b>	45,93	4,41	6,77
<b>Verão</b>	44,56	3,82	5,18
<b>Abatedouro</b>			
<b>Itapuí</b>	44,27	3,92	5,41
<b>Pereiras</b>	46,23	4,31	6,54
<b>Estatística e probabilidade</b>			
<b>Estação</b>	0,0001	0,0001	0,0001
<b>Abatedouro</b>	0,0001	0,0001	0,0001
<b>Estação X Abatedouro</b>	0,0001	0,0001	0,0001

Para o teor de vermelho foi observado efeito do abatedouro dentro de cada estação do ano, sendo que no inverno o abatedouro de Pereiras (5,10) obteve a maior média quando comparado ao abatedouro de Itapuí (3,71). Mas na estação do verão, o abatedouro de Itapuí (4,13) apresentou a maior média de teor de vermelho quando comparado ao abatedouro de Pereiras (3,50).

Para o teor de amarelo, foi observado efeito do abatedouro nas estações do ano, sendo que no inverno, o abatedouro de Itapuí apresentou a maior média quando comparado com o de Pereira. Já na estação do verão, o abatedouro do município de Pereiras apresentou a maior média de teor de amarelo.

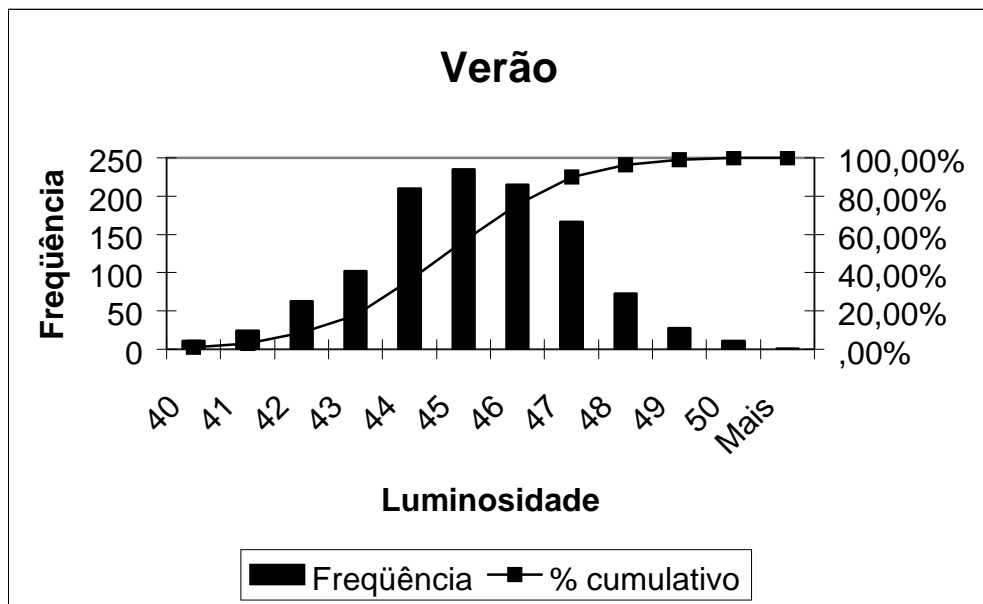
Nos Gráficos 1 e 2 são apresentados os histogramas de frequência dos valores de  $L^*$  dos filés de peito de frangos de corte avaliados em dois abatedouros comerciais no Estado de São Paulo no período do verão e inverno. No período do verão, foi encontrada grande quantidade de amostras de filés de peito entre os valores de  $L^*$  de 44 a 48. Já no período do inverno a faixa de valores de  $L^*$  em que se concentrou grande parte dos filés analisados foi de 46 a 49.

No Gráfico 3 são apresentados os dados de ocorrência de carnes com características pálidas avaliadas em duas épocas do ano, verão e inverno. Os dados deste gráfico revelam que a ocorrência de carnes pálida no verão foi de 1,05% e no inverno de 5,91%. Estes dados estão de acordo com Soares (2003) que também observou uma maior incidência de filés com características PSE em seu experimento de inverno comparado ao seu experimento no verão.

**Tabela 6.** Desdobramento da interação entre época do ano e abatedouro para o parâmetro luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ) e teor de amarelo ( $b^*$ ) dos filés de peito de frangos de corte.

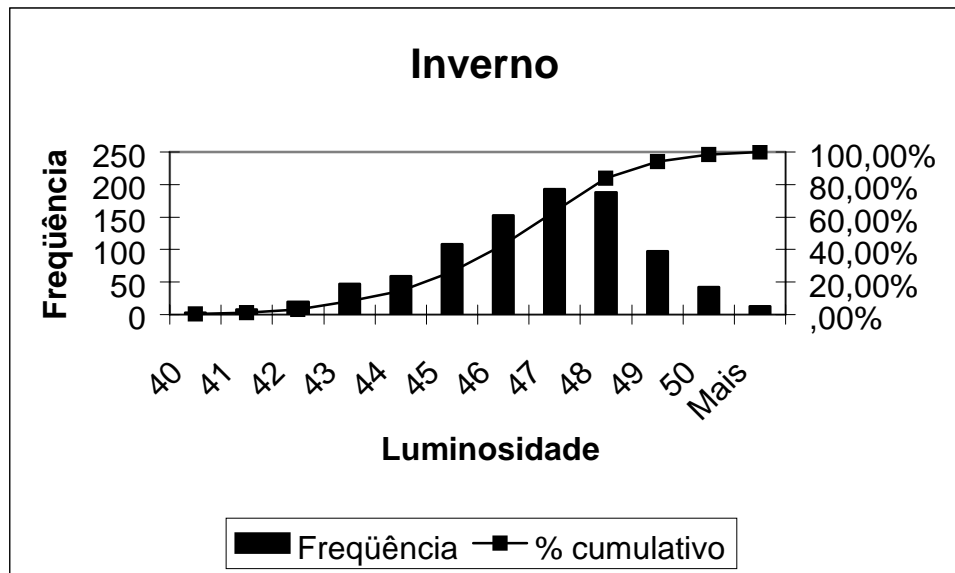
Parâmetro	Estação do ano	Abatedouro	
		Itapuí	Pereiras
$L^*$	Inverno	44,70Ba	47,16Aa
	Verão	43,83Bb	45,29Ab
$a^*$	Inverno	3,71Bb	5,10Aa
	Verão	4,13Aa	3,50Bb
$b^*$	Inverno	7,28Aa	6,26Bb
	Verão	3,55Bb	6,82Aa

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha, diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F.

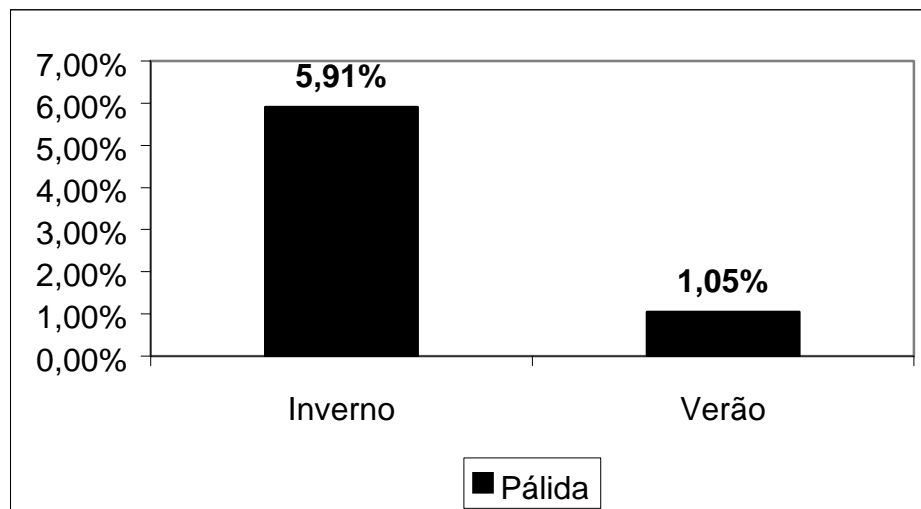


**Gráfico 1.** Frequência dos valor de  $L^*$  dos filés de peito de frangos de corte avaliados em dois abatedouros comerciais no Estado de São Paulo no período do verão.

Este fato é explicado, em primeiro lugar, pela instabilidade climática da região dos abatedouros visitados, em que foram observadas altas temperaturas na estação do inverno e baixas no verão. Em segundo lugar, sabe-se que as avaliações dos valores de  $L^*$  variam até o término do processo de *rigor-mortis* e que o melhor tempo para avaliar este valor seria com 4 ou 24 horas *post-mortem*, o que na maioria das visitas não foi possível de ser feito, pois causaria atraso na linha de abate e isto poderia dificultar visitas futuras a estes abatedouros.



**Gráfico 2.** Frequência dos valor de L\* dos filés de peito de frangos de corte avaliados em dois abatedouros comerciais no Estado de São Paulo no período do inverno.



**Gráfico 3.** Ocorrência de carnes com características pálidas avaliadas em duas épocas do ano, verão e inverno.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho revelou que a incidência de carne pálida de peito de frango se apresentou baixa nas estações do inverno e verão nos abatedouros do Estado de São Paulo, sendo a ocorrência de carnes pálida no verão foi de 1,05% e no inverno de 5,91%.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTHONY NB. A review of genetic practices in poultry: efforts to improve meat quality. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, 1998. 9:25-33.
- BARBUT S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. **Canadian Journal Animal Science**, Ottawa, 1996. 76:455-457.
- BARBUT S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, 1997. 38:355-358.
- BARBUT S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, 1998. 9:35-49.
- FERKET PR, QURESHI MA, GARLICH JD, RIVES DV, KIDD MT. Vitamin E affects performance, immunity, and meat quality. **World Poultry**, Surrey, 1995. 11(2):10-15.
- LARA JAF. Carne PSE (*Pale, Soft, Exsudative*) em frangos. Ocorrência de mutações no gene receptor da rianodina. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - **Universidade Estadual de Londrina**, Londrina. 2003. 101p.
- LEE YB, CHOI YI. PSE (Pale, Soft, Exudative) pork: The causes and solutions - Review. **Asian Australian Journal Animal Science**, 1999. 12:244-252.
- MCCURDY RD, BARBUT S, QUINTON M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. **Food Research Institute**, Champaign, 1996a. 77:169-174.
- MCCURDY RD, BARBUT S, QUINTON M. Seasonal effects on pale, soft, exsudative (PSE) occurrence in young turkey breast muscle. **Food Research International**, Essex, 1996b. 29(3/4):363-366.
- MCKEE SR, SAMS AR. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. **Poultry Science**, 1997. 76 (11) 1616-1620.
- OLIVO R, SHIMOKOMAKI M, FUKUSHIMA PS. Carne PSE em frangos. **Revista Nacional da Carne**. 1998. 27(252):32-34.
- OWENS C M, MCKEE SR, MATHTHEWS NS, SAMS AR. The development of pale, exsudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening. **Poultry Science**, 2000. 79: 430-435.
- SAS Institute. 1998. SAS Use1s Guide. **SAS Institute Inc.**, Cary, Nc.
- SHIMOKOMAKI M, OLIVO R, FRANCO FO. Qualidade da carne de frango suplementado com dieta contendo vitamina E. In: **Simpósio Latino Americano De Ciência De Alimentos**. 2., Campinas, 1997. Proceedings. Campinas, 1997. p.179.

- SOARES AL. PSE (*Pale, Soft, Exsudative*) em frangos: implementação de parâmetros de cor e avaliação bioquímica e estrutural do filé (*Pectoralis major*). Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – **Universidade Estadual de Londrina**, Londrina. 2003. 103p.
- SOSNICKI AA, GREASER ML, PIETRZAK M, POSPIECH E, SANTE V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, 1998. 9:13-23.
- VIMINI, R. J., Overview of typical poultry meat in relation to PSE pork from a global level. In: 1996 IFT ANNUAL METING, NEW ORLEANS, LA. **Abstract 2-1**. IFT, Chicago, IL. 1996.
- WOELFEL R L, OWENS CM, HIRSCHLER EM., MARTINEZ-DAWSON R, SAMS AR. The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in a commercial processing plant. **Poultry Science**, 2002. 81: 579-584.
- WOELFEL RL, OWENS CM, HIRSCHLER EM, SAMS AR. The incidence and characterization of pale, soft and exudative chicken meat in a commercial plant. **Poultry Science**, 1998. 77(suppl. 1):62.

# **AVALIAÇÃO DA MARINAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA CARNE PÁLIDA**

## **EVALUATION OF THE MARINATION ON PALE MEAT CHARACTERISTICS**

### **Autores:**

<sup>1</sup>Claudia Marie Komiyama

<sup>2</sup>Ariel Antonio Mendes

<sup>2</sup>Roberto de Oliveira Roça

<sup>3</sup>Hirasilva Souza Borba

<sup>4</sup>Joerley Moreira

<sup>1</sup>Sabrina Endo Takahashi

<sup>1</sup>Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

<sup>5</sup>Fábio Roberto Leonel

<sup>6</sup>Augusto Balog Neto

\* Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>1</sup> Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>2</sup> Docente da Faculdade de medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>3</sup> Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

<sup>4</sup> Docente da Universidade Federal de Diamantina – MG.

<sup>5</sup> Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal

<sup>6</sup> Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

**Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.**

**Processo 03/11905-2**

## AVALIAÇÃO DA MARINAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA CARNE PÁLIDA

**RESUMO** - Para o processo de marinação foram coletados, em planta comercial de abate, 20 peitos de frangos de corte de coloração normal e pálido. As amostras foram conduzidas ao Instituto de Tecnologia de Alimentos/Centro de Tecnologia de Carnes na cidade de Campinas para o processo de marinação. Foram pesados lotes de 10 filés de peito pálidos e normais, sendo que parte das amostras foram submetidas ao processo de *tumble* com salmoura por 30 minutos a 20rpm. Após o *tumble* os filés marinados, não marinados com carne de coloração normal e pálido foram avaliados para as análises de pH, cor, CRA, perda de exsudato, absorção do marinado, perda de peso por cozimento e textura. Foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os parâmetros pH, cor e CRA para os tratamentos avaliados. Os filés de coloração normais e que não sofreram o processo de marinação tiveram a maior média de valor de pH (5,92) e valor de  $a^*$  (2,22) diferindo dos demais tratamentos, que não tiveram entre si. No parâmetro luminosidade e valor de  $b^*$ , foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as interações, sendo que os filés de coloração pálido que não sofreram o processo de marinação (51,74 e 8,42, respectivamente) tiveram as maiores médias quando comparadas os demais tratamentos que não diferiram entre si. Foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo que os filés de coloração normal e pálido que passaram pelo processo de marinação apresentaram as maiores médias de capacidade de retenção de água (0,72 e 0,65, respectivamente) quando comparados aos demais tratamentos.

Palavras-chave: peito de frango, coloração, capacidade de retenção de água, *tumble*

## EVALUATION OF MARINATION ON PALE MEAT CHARACTERISTICS

**ABSTRACT** - For the marination processing, it were collected in commercial line of slaughter 20 broiler breast of normal and pale coloration. Samples were send to Instituto de Tecnologia de Alimentos/Centro de Tecnologia de Carnes at Campinas to process the breast. It was weighed 10 fillets lots normal and pale breast. Part of these fillets were tumbled with salt 30 minutes at 20rpm. After tumble marinate and non marinate fillets were analyzed for pH, colour, CRA, drip loss, marinate absorption, cooking loss and texture. It was observed differences ( $p \leq 0.05$ ) for pH, colour and CRA among treatments. Fillets with normal coloration and non marinated had the highest mean pH value (5.92) and  $a^*$  value (2.22) differing from the other treatments. It was observed differences ( $p \leq 0.05$ ) among interactions for lightness and  $b^*$  value, and pale coloration fillets that do not suffered marination processing (51.74 and 8.42, respectively) had highest means when compared to other treatments. Its was observed difference ( $p \leq 0.05$ ) among treatments, but normal and pale coloration fillets that were not processed presented the highest means for water retention capacity (0.72 and 0.65, respectively) when compared to the other treatments.

**Key words:** broiler breast, coloration, water retention capacity, tumble.

## INTRODUÇÃO

A coloração da carne representa um ponto crítico dos atributos da qualidade da carne, constituindo importante características para a aceitação pelos consumidores. A ocorrência de carne pálida em aves, particularmente em filés de peito de perus, tem sido relatado pela baixa funcionalidade no seu processamento e acúmulo excessivo de líquidos nos produtos embalados (Fletcher, 1999).

Barbut (1993) pesquisou este fenômeno em carne de peito de perus e a comparou com a condição PSE (carne pálida, mole e exsudativa) de suínos, e encontrou correlação negativa entre o pH e a palidez da carne, concluindo que a carne pálida em perus mostrou algumas das características consistentes com a condição PSE. Em estudos mais recentes, este pesquisador mostrou que a mensuração da cor poderia ser utilizada para detectar casos mais severos da condição PSE em perus.

Uma forma de recuperar a capacidade de retenção de água em carnes pálidas é a adoção do processo de marinação que tem o objetivo de agregar valor a carne de aves. A imersão da carne em salmouras com outros ingredientes simples, visa melhorar o sabor da carne além de poder mascarar alguns odores indesejáveis. Atualmente, nos Estados Unidos, cerca de 85% dos frangos abatidos são desossados para comercialização de filés e industrialização, destes, grande parte é submetida a marinação. Este processo disseminou-se amplamente em carne de aves por que a técnica permite aumentar a satisfação do consumidor e os lucros da indústria de processados. Os frigoríficos também se beneficiam com o processo, uma vez que este permite o aumento da capacidade de retenção de água da carne, resultando no aumento da suculência da carne. O sal e o fosfato presentes na salmoura para marinação atuam na fibra muscular, de modo a permitir maior ligação de água pelo músculo (Lemos, 2001).

Segundo Woelfel & Sams (2001), a perda de água e os danos protéicos da condição PSE causam impacto sobre a habilidade do músculo em reter solução marinada. Estes autores conduziram um estudo para determinar se uma marinação com sal e fosfato alcalino poderia recuperar as perdas de funcionalidade protéicas devido a condição PSE e determinaram também se o pH de marinados afetariam os filés pálidos e normais da mesma maneira. Verificaram que os filés pálidos apresentaram maior valor  $L^*$  e menor valor de pH do que os filés normais. Estes resultados indicaram que a variação do pH associado com os extremos de variação de cor na carne do peito podem afetar o processo de marinação da carne do peito de frangos e a qualidade da carne cozida.

Pesquisas realizadas por Farr & May (1970), Shults & Wierbicki (1973), Froning & Sackett (1985) e Lemos et al. (1999) tem indicado que aditivos como sais e tripolifosfato podem ser utilizados para reduzir perdas de umidade durante a estocagem e cozimento do produto final. A quantidade de umidade absorvida no músculo durante a marinação é de particular importância para os processadores de carne, pois isto afeta o rendimento e a palatabilidade do produto (Xiong & Kupski, 1999).

Young & Lyon (1986) e Young et al. (1987) notaram que quando usados em combinação, o sal e o fosfato têm efeito sinérgico de aumentar a capacidade de retenção de água e o rendimento no cozimento. Hamm (1960) relatou que este aumento na capacidade de retenção de água e da quantidade de umidade da carne cozida ocorre devido a dispersão de íons no interior do músculo produzindo o efeito de tenderização por causa da repulsão causada pela associação dos íons com as proteínas.

Xiong & Kupski (1999) avaliaram a velocidade de absorção e penetração da salmoura contendo diferentes tipos de fosfatos durante o massageamento de cortes de frango, além do rendimento na cocção e da palatabilidade. Os autores observaram que a velocidade de absorção de salmoura aumenta com a presença de fosfato na salmoura. A presença de cloreto de sódio na concentração de 8% na salmoura diminui o efeito dos fosfatos. O rendimento na cocção aumentou proporcionalmente ao tempo de massageamento, exceto no tratamento contendo hexafosfato e sal.

A preocupação com a maciez da carne de frango submetido à desossa antes da resolução do *rigor-mortis* motivou alguns estudos, cujo objetivo foi avaliar os efeitos de salmouras para marinação contendo diferentes concentrações de cloreto de cálcio (Young & Lyon, 1986) e fosfato (Young et al., 1987) nas características bioquímicas e na textura de filés de peito de frango. Os tratamentos com cloreto de cálcio melhoraram a maciez da carne, porém a retenção de salmoura diminuiu e a perda de peso no cozimento aumentou com o aumento da concentração de  $\text{CaCl}_2$ , indicando que são necessários outros métodos que permitam garantir a maciez sem afetar a absorção de salmoura, que é prejudicada pela adição do cálcio. Em relação ao fosfato, foi observado que sua adição melhorou a capacidade de retenção de água, independentemente da aplicação da estimulação elétrica e do tempo de maturação, no entanto a força de cisalhamento das carcaças não estimuladas que receberam tratamento com fosfato foi 35% superior à das não tratadas.

Devido ao pequeno tamanho, filés de peito de frangos de corte não requerem injeção e o *tumble* mecânico é suficiente para incorporar os ingredientes do marinados (Xiong & Kupski, 1999).

Com base nos resultados encontrados na literatura, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do processo de marinação sobre as características de qualidade de filés de peito de frangos de coloração normal e pálida.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o processo de marinação foram coletados, em planta comercial de abate, 20 peitos de frango de coloração normal e pálido. A seleção foi baseada na coloração dos peitos (*Pectoralis major*) utilizando o aparelho Colorímetro Minolta, CR-300 portátil que utiliza o sistema de cor Lab, sendo considerados filés de peito pálidos aqueles que apresentaram valor de L\* (luminosidade) igual ou superior a 49 e peitos normais aqueles abaixo deste valor (valor de L\* entre 43 a 48). As amostras foram conduzidas ao Centro de Tecnologia de carnes no Instituto de Tecnologia de Alimentos (CTC/ITAL) na cidade de Campinas, com 24 horas *post-mortem*, os filés foram preparados para o processo de marinação.

Para este processamento foram pesados dois lotes de 10 filés de peito de frangos de corte pálidos e normais. Aos lotes foram adicionados a solução de marinação a 15%, tendo a seguinte composição: Carne 87%, água 10,3%, sal 1,5%, tripolifosfato 0,3%, açúcar 0,5%, alho pó 0,15%, cebola pó 0,06%, pimenta branca 0,05%, ácido cítrico 0,05% e glutamato monossódico 0,1%. A seguir, cada lote foi submetido ao processo de *tumble* por 30 minutos a 20 rpm. Após o processo de *tumbler* os filés marinados e não marinados com carne de coloração pálido e normal foram embalados para posterior análises de pH, cor, capacidade de retenção de água (CRA), perda de exsudato, absorção do marinado, perda de peso por cozimento e textura.

Os valores de pH dos filés de peito frango marinados e não marinados com carne pálida e normal foram mensurados após cada processo utilizando-se pHmetro acoplado a um eletrodo de penetração diretamente no músculo *Pectoralis major*, em que foram utilizados três filés de cada tratamento, sendo realizado três leituras em cada filé. Para a avaliação da cor dos filés de peito de frango de corte foram utilizados três filés de cada tratamento, sendo que foram realizadas cinco leituras em cada amostra. Para esta leitura de cor foi utilizado o Colorímetro Minolta portátil que utiliza o sistema Lab (Van Laack et al., 2000).

Para a análise de perda por exsudação, as amostras de filés foram mantidas sob simulação de venda ao varejo, em bandejas de poliestireno, cobertas com filme plástico permeável, a  $3 \pm 1^\circ\text{C}$  por 72h, sendo calculado com base no peso inicial e final dos peitos (Northcutt et al., 1994; Dirinck et al., 1996). Para a análise da capacidade de retenção de água (CRA) foram utilizados três filés de peito de frangos de corte de cada tratamento, sendo que

foram retiradas três amostras de cada filé. Cada amostras de  $0,500 \pm 0,005\text{g}$  foram colocadas entre dois papéis filtros (Graham, 1988) e placas de *plexiglass*. O conjunto foi submetido a uma prensa hidráulica com pressão de  $500\text{lb/pol}^2$ , durante 2 minutos. Após a prensagem, mediu-se a área da amostra prensada (A), bem como a área total (T) e com o auxílio de um planímetro, calculou-se o valor  $G = A/T$  para cada amostra (Grau & Hamm, 1953 e modificada por Hofmam et al., 1982). Para o cálculo da absorção do marinado foi utilizado o peso da amostra antes e após o *tumble* dos lotes e por diferença se obteve a porcentagem de absorção da solução de marinar.

Para a análise de perda de peso por cozimento foram utilizadas cinco amostras de filés de peito de frango de corte por tratamento. Nesta análise, as amostras foram cozidas em chapa metálica aquecida até a temperatura interna do filé atingir  $82^\circ\text{C}$  e por diferença de peso antes e após o cozimento se obtém a perda de peso por cozimento (Honikel, 1987). A análise de força de cisalhamento foi realizada utilizando-se as amostras preparadas para a análise de perda de perda por cozimento. Foram utilizados cinco filés por tratamento que foram cortados em cinco cubos de  $2 \times 2 \times 3$  cm e levados ao texturômetro TAXT 2i, equipado com dispositivo Warner Bratzler.

As amostras foram avaliadas segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 2$ , sendo marinado ou não marinado e pálido ou normal com 10 repetições e 1 ave por repetição. Os resultados foram analisados pela Análise de Variância (ANAVA) pelo pacote estatístico do SAS (SAS Institute, 1998), utilizando-se o teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do pH, luminosidade, teor de vermelho, amarelo, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento para os filés de peito de frango marinado e não marinado com carne de coloração normal e pálida são mostrados na Tabela 1. De acordo com os dados apresentados desta tabela, observa-se que houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) no parâmetro carne, sendo que as amostras de filés normais apresentaram valores mais elevados de pH (5,82) quando comparados com os filés pálidos (5,69). Estes dados assemelham-se aos de Qiao et al. (2001), que avaliou o pH em peitos de frangos de corte pálidos e normais e relataram que os pHs de peitos pálidos (5,81) são significativamente ( $p \leq 0,05$ ) menores do que os de coloração normal (5,96).

Foi encontrada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre a forma de processamento, sendo que os filés que não foram marinados (5,81) obtiveram os maiores valores de pH quando

comparados aos filés que sofreram o processo de marinação (5,69). Estes dados discordam com o relatado por Alvarado & Sams (2004) que observaram que a marinação com sal e fostato aumenta o pH e a intensidade iônica, aumentando a habilidade do músculo em reter água durante o cozimento. Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para a interação entre os tratamentos, carne e processamento, para os valores de pH mensurados nas amostras.

**Tabela 1.** Valores de pH, luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ), teor de amarelo ( $b^*$ ), capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC) e perda de peso por cozimento (PPC) dos filés marinados e não marinados elaborados com carne de peito de frangos de corte de coloração normal e pálido.

Parâmetros	pH	Valor $L^*$	Valor $a^*$	Valor $b^*$	CRA	FC (kgf/cm <sup>2</sup> )	PPC (%)
<b>Carne</b>							
Normal	5,82	44,52	1,38	5,71	0,61	2,36	21,58
Pálida	5,69	48,19	0,89	6,25	0,62	2,09	18,70
<b>Processamento</b>							
Marinado	5,69	44,49	0,71	4,69	0,68	1,79	22,74
Não marinado	5,81	48,23	1,55	7,26	0,54	2,67	17,54
<b>Estatística e Probabilidade</b>							
Carne	0,0070	0,0025	0,0528	0,4987	0,5212	0,2760	0,1769
Processamento	0,0062	0,0022	0,0046	0,0094	0,0002	0,0024	0,0211
Carne x Processamento	0,0385	0,0043	0,0043	0,0473	0,0080	0,3991	0,2171

Para o valor de  $L^*$  (luminosidade) observa-se que houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras de carne de coloração pálida e normal, sendo que as amostras pálidas (48,19) obtiveram os maiores valores de luminosidade quando comparados aos filés de coloração normal (44,52). Este resultado já era esperado, pois a seleção dos filés se baseou na sua coloração, sendo selecionados filés pálidos e normais na linha de abate.

Foi observada também diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o tipo de processamento dos filés de peito para o valor  $L^*$ , notando-se que os filés que não sofreram o processo de marinação tiveram as maiores médias (48,23) quando comparadas com as amostras que passaram pelo marinação (44,49).

Para o teor de vermelho (valor de  $a^*$ ) e de amarelo (valor de  $b^*$ ), foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) somente entre os tipos de processamento, sendo que os filés não marinados apresentaram maiores médias (1,55 e 7,26, respectivamente) destes parâmetros quando comparados com os filés que sofreram o processo de marinação (0,71 e 4,69, respectivamente). Estes dados assemelham-se aos de Lyon et al. (1998) em que em seus estudos a cerca de marinação de carne de frango de corte encontrou menores valores de  $a^*$  e

b\* para os filés marinados (1,41 e 2,92, respectivamente) e maiores para os não marinados (2,01 e 3,86, respectivamente). Foi possível verificar diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) na interação entre tipo de carne e processamento utilizado neste ensaio para os parâmetros de valor L\*, a\* e b\*.

Para o parâmetro capacidade de retenção de água (CRA), foi observado diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para o tipo de processamento utilizado nos filés, sendo que os filés marinados apresentaram maior média de CRA (0,68) quando comparados aos filés que não foram marinados (0,54). Woelfel & Sams (2001) relataram que a marinação em solução de sal e fosfato alcalino de pH 9 melhora a capacidade de retenção dos filés pálidos. Foram observadas interações entre os tipos de carne e processamentos submetidos aos filés de frango de corte.

Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para a perda de peso por cozimento (PPC) entre os tipos de processamento dos filés de peito de frangos de corte, sendo que os filés marinados (22,74) apresentaram maiores valores de PPC quando comparados com os filés que não passaram pelo processo de marinação (17,54). Estes dados não estão de acordo com os resultados de Alvarado & Sams (2004) que relataram não haverem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para a perda de peso por cozimento entre as amostras de carne de frango submetidas e não submetidas ao processo de *tumble* (26,30 e 23,58, respectivamente).

Quanto à força de cisalhamento (FC), foi observada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os tipos de processamento utilizados, sendo que os filés não marinados (2,67) apresentaram os maiores valores de FC quando comparados com os filés de frango marinados (1,79). Estes resultados mostram que o processo de marinação proporciona aumento da maciez da carne de peito de frangos de corte. Os dados de FC discordam com o relatado por Alvarado & Sams (2004), em seus estudos avaliando o efeito do *tumble* sobre a maciez da carne de frango, não encontraram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre o grupo controle e submetido ao processo de *tumble* (14,09 e 14,49, respectivamente).

Os resultados dos desdobramentos dos parâmetros que tiveram diferenças significativas são apresentados na Tabela 2. Para os valores de pH, não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os filés de peito de frangos de coloração normal e pálido que foram submetidos ao processo de marinação (5,70 e 5,66, respectivamente). Estes dados revelam que o processo de marinação altera aos valores de pH dos filés de peito pálido. Os dados obtidos mostram também que o processo de marinação leva a uma diminuição dos valores de pH das amostras de filés de peito de frango, sendo mais representativo nos filés de coloração normal. Estes resultados estão de acordo com o relatado por Woelfel & Sams (2001), que não observaram diferenças significativas entre os tratamentos.

No parâmetro luminosidade, foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os filés de peito de frango normal e pálido que não passaram pelo processo de marinação (5,92 e 5,71, respectivamente). Mas, não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre estes tipos de carne que sofreram o processo de marinação. Os filés de coloração pálida tiveram uma diminuição do valor de  $L^*$  após o processo de marinação, indicando que este tipo de processamento melhorou a coloração dos mesmos. Este resultado discorda com o relatado por Allen et al. (1998) que após o *tumble*, o valor  $L^*$  foi significativamente mais alto para ambos os filés, pálidos e escuros, do que os filés controle não marinados. Porém, os dados se assemelham aos de Lyon et al. (1998) em que foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre a coloração dos filés marinados e não marinados, sendo que os marinados tiveram menores valores (75,44) quando comparados aos não marinados (78,62).

**Tabela 2.** Desdobramento da interação entre carne e processamento para o parâmetro de valor de pH, Luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ) e amarelo ( $b^*$ ) e capacidade de retenção de água (CRA) para os filés de peito de frangos de corte marinados e não marinados.

Parâmetro	Tipo de carne	Tipo de processamento	
		Marinado	Não Marinado
pH	Normal	5,70Ab	5,92Aa
	Pálida	5,66Aa	5,71Ba
$L^*$	Normal	44,31Aa	44,72Ba
	Pálida	44,64Ab	51,74Aa
$a^*$	Normal	0,53Ab	2,22Aa
	Pálida	0,89Aa	0,88Ba
$b^*$	Normal	5,31Aa	6,11Aa
	Pálida	4,07Ab	8,42Aa
CRA	Normal	0,72Aa	0,49Bb
	Pálida	0,65Aa	0,58Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha, diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F.

Observaram-se também diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as interações dos tratamentos para o valor de  $a^*$  (teor de vermelho),  $b^*$  (teor de amarelo) e capacidade de retenção e água (CRA). No desdobramento da interação, não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os filés de peito de frango de coloração pálida e normal que sofreram o processo de marinação para o teor de vermelho, amarelo e CRA, indicando que a marinação promoveu melhora nestas características de qualidade da carne.

Estes resultados indicam que o processo de marinação melhora a coloração dos filés de peito pálidos quando se refere aos teores de luminosidade, refletindo menos luz, e teores de amarelo que diminuem após o processo de marinação. Estes resultados não estão de acordo com Allen et al. (1998) que relataram que após o *tumble* os valores de  $a^*$  e  $b^*$  foram significativamente mais baixos, para os filés pálidos e escuros, quando comparados aos filés controles não marinados. Os dados desta tabela mostram que o processo de marinação melhorou a capacidade de retenção de água dos filés de coloração normal. Estes resultados concordam com Woelfel & Sams (2001) que relataram em seus estudos não haver diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os filés pálidos e normais marinados com soluções de pH 9,00 e 11,00 para o parâmetro capacidade de retenção de água.

A avaliação da perda de exsudato (PE) foi realizada somente com o produto marinado e foi testada se existe a diferença entre os produtos elaborados com carne de peito de frango considerada pálida e normal. Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise de PE para os filés marinados com carne de peito de frango considerados pálida e normal. Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os produtos marinados com carne de peito de frango considerado pálida e normal, sendo que os filés marinados elaborados com carne pálida possuem a menor PE (0,55) quando comparada com os filés marinados com carne de coloração normal (0,91).

A Tabela 3 também mostra a porcentagem de absorção do marinado pelos filés de peito de frangos considerados pálida e normal. Não foi encontrada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para a capacidade de absorção para os filés de peito de frango de corte de coloração pálida e normal. Estes dados estão de acordo com Woelfel & Sams (2001) que também relataram não haverem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para a absorção do marinado entre os filés de coloração pálida e normal.

**Tabela 3.** Resultados da análise de perda de exsudato e absorção do marinado para os filés de peito de frango considerados pálida e normal.

<b>Marinado</b>	<b>Perda de exsudato (%)</b>	<b>Absorção do Marinado (%)</b>
Pálida	0,55 b	12,24
Normal	0,91 a	11,99
Coefficiente de Variação	22,64	1,0894
Nível de significância	0,0088	0,1931

Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

## CONCLUSÃO

Estes resultados indicam que o processo de marinação melhora algumas características de qualidade dos filés pálidos de peito de frangos de corte, proporcionando melhora na coloração dos filés pálidos. Os resultados mostram que o processo de marinação melhorou também a capacidade de retenção de água e a força de cisalhamento, sendo que a marinação proporcionou a uma carne mais macia e aumentou a capacidade de retenção das mesmas. Estes dados indicam que a utilização da técnica de marinação pode ser utilizada para melhorar as propriedades de qualidades prejudiciais da carne pálida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, CD, FLETCHER, DL, NORTH CUTT JK, RUSSELL, SM. The relationship of broiler breast colour to meat quality and self-life. **Poultry Science**. 1998. v.77, p.361-366.
- ALVARADO, CZ, SAMS, AR. Early postmortem injection and tumble marination effects on broiler breast meat tenderness. **Poultry Science** 2004.. v.83, p.1035-1038.
- BARBUT S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research International**, Essex, 1993. 26:39-42.
- DIRINCK P, DE WINNE A, CASTEELS M, FRIGG M. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, 1996. 44:65-68.
- FARR AJ, MAY KN. The effect of polyphosphates and sodium chloride on cooking yields and oxidative stability of chicken. **Poultry Science**. 1970. v.49: 268-275.
- FLETCHER D.L. Broiler breast meat color variation, pH, texture. **Poultry Science**. 1999. 78:1323-1327.
- FRONING GW, SACKETT B. Effect of salt and phosphates during tumbling of turkey breast muscle on meat characteristics. **Poultry Science**. 1985. v.49, p.1328-1333.
- GRAHAM, RT. Techniques for measuring water binding capacity in muscle foods. A review of methodology. **Meat Science**, Oxford, 1988. v.23, n.4, p.235-252.
- GRAU R, HAMM R. Eine einfache method zur bestimmung der wasserberndung im muskel. **Naturwissenschaft**, 1953. v.40, p.29.
- HAMM, R. Biochemistry of Meat Hydratation. **Advances in Food Research**. Cleveland, 1960. v. 10, n. 2, p. 335-443.
- HOFMANN K, HAMM R, BLUCHEL E. Neus über die bestimmung der wasserbindung des. **Fleischwirtsch**. Frankfurt, 1982v.62, p.87-94.

- HONIKEL KO. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: **Evaluation and control of meat quality in pigs**. Tarrant PV, Eikelenboom G, Monin G, ed. **Martinius Nijhoff**, Dordrecht. 1987. p. 273-283.
- LEMOS ALSC, NUNES, DRM, VIANA. Optimization of the still-marinating process of chicken parts. **Meat Science**. 1999. v.52, p.227-234.
- LEMOS ALSC. Marinação: Satisfazendo o consumidor e agregando valor à carne de aves. **Boletim de Conexão Industrial do centro de Tecnologia de Carnes do ITAL**, 2001. v.XI, n.2, p.1-4.
- LYON, CE, LYON BG, DICKENS, JA. Effects of carcass stimulation, debonning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal Applied Poultry Resource**. 1998. 7: 53-60.
- NORTHCUTT JK, FOEGEDING EA, EDENS FW. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, Champaign, 1994. 73:308-316.
- QIAO, M, FLETCHER, DL, SMITH DP, NORTHCUTT, JK. Effects of broiler breast meat colour on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**. 2001. v.80, p.676-680.
- SAS Institute, 1998. SAS /STAT Guide for personal Computers. Version 6.03 Edition. **SAS Institute Inc.**, Cary, NC.
- SHULTS GW, WIERBICKI, E. Effects of sodium chloride and condensed phosphates on the water-holding capacity, pH and swelling of chicken muscle. **Journal of Food Science**. 1973. v. 38, p. 991-994.
- VAN LAACK RLJM, LIU CH, SMITH MO, LOVEDAY HD. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, 2000. 79:(7) 1057-1061.
- WOELFEL RL, SAMS AR. Marination performance of pale broiler breast meat. **Poultry Science**, 2001. 80:(10) 1519-1522.
- XIONG YL, KUPSKI DR. Time-dependent marinade absorption and retention, cooking yield and palatability of chicken filets marinated in various phosphate solutions. **Poultry Science**. 1999. v.78, p.1053-1059.
- YOUNG LL, LYON, BG. Effect of sodium tripolyphosphate in the presence and absence of calcium chloride and sodium chloride on water retention properties and shear resistance of chicken breast meat. **Poultry Science**. 1986. v.65, p.898-902.
- YOUNG LL, LYON, CE, SEARCH GK, WILSON RL. Influence of sodium tripolyphosphate and sodium chloride on moisture-retention and textural characteristics of chicken breast meat patties. **Journal of Food Science**. 1987. v. 52, p. 571-574.

**AVALIAÇÃO DO PROCESSAMENTO SOBRE CARACTERÍSTICAS  
QUALITATIVAS DE PRODUTOS PRODUZIDOS COM CARNE  
PÁLIDA**

**EVALUATION OF PROCESSING ON QUALITATIVE  
CHARACTERISTICS OF PRODUCTS PRODUCED WITH PALE AND  
NORMAL MEAT**

**Autores:**

<sup>1</sup>Claudia Marie Komiyama

<sup>2</sup>Ariel Antonio Mendes

<sup>2</sup>Roberto de Oliveira Roça

<sup>3</sup>Hirasilva Souza Borba

<sup>4</sup>Joerley Moreira

<sup>1</sup>Sabrina Endo Takahashi

<sup>1</sup>Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

<sup>1</sup>Charli Ludtke

<sup>5</sup>Fábio Roberto Leonel

<sup>6</sup>Augusto Balog Neto

\* Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>1</sup> Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>2</sup> Docente da Faculdade de medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

<sup>3</sup> Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

<sup>4</sup> Docente da Universidade Federal de Diamantina – MG.

<sup>5</sup> Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal

<sup>6</sup> Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

**Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.**

**Processo 03/11905-2**

## **AVALIAÇÃO DA INDUSTRIALIZAÇÃO SOBRE CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DE PRODUTOS ELABORADOS COM CARNE PÁLIDA E NORMAL**

**RESUMO** - Para este trabalho foram obtidos 280 filés de peito de frangos de corte pálidos e normais, selecionados pela avaliação de cor, em linha comercial de abate para a elaboração de hambúrgueres e filés empanados. Procedeu-se o processamento dos produtos industrializados e após 7 até 180 dias de estocagem, realizou-se as análises de qualidade, sendo avaliados a cor, perda de peso por cozimento (PPC), textura, encolhimento por fritura (EF), valor TBA, avaliação microbiológica e análise sensorial para os hambúrgueres, e TBA, microbiologia e análise sensorial para os filés empanados. As amostras de hambúrgueres elaboradas com carne de peito de frango pálida e normal não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ) nos parâmetros de coloração, EF, PPC e microbiologia e sensorial nos períodos de armazenagem avaliados. Para análise de textura, houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os hambúrgueres no período de 7 e 60 e 120 dias, sendo que os hambúrgueres elaborados com carne pálida (1,92, 1,31 e 1,46, respectivamente) apresentaram as menores médias quando comparadas com a carne normal (2,34, 1,85 e 1,73, respectivamente). Na análise de TBA, as amostras elaboradas com carne pálida também tiveram os maiores resultados com 90 a 180 dias de estocagem (5,28, 7,78, 8,89, 5,02) quando comparados a carne normal (2,62, 7,05, 8,08, 3,89). Para os filés empanados, não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre a elaboração com carne de coloração normal e pálida para os parâmetros de TBA, análise sensorial e avaliação microbiológica nos períodos de armazenamento estudados.

**PALAVRAS CHAVES:** coloração, peito de frango, TBA, industrializados.

## EVALUATION OF PROCESSING ON QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF PRODUCTS PRODUCED WITH PALE AND NORMAL MEAT

**ABSTRACT** - For this research, it was obtained 280 pale and normal fillets of broiler breast selected by colour evaluation in a slaughter commercial line to produce hamburgers and chicken steaks. It was realized the processing of elaborated products and after 7 to 180 days of storage they were analyzed for colour, cooking loss (PPC), texture, shrinking for cooking (EF), TBA value, microbiological evaluation and sensorial analysis for hamburgers, and TBA value, microbiology and sensorial analysis evaluation for elaborated fillets. Hamburgers samples made with normal and pale meat of broiler breast do not present difference ( $p > 0.05$ ) for colour, EF, PPC, sensorial and microbiology and sensorial in storage periods evaluated. For texture there has been seen difference ( $p \leq 0.05$ ) between hamburgers on 7, 60 and 120 days, otherwise hamburgers elaborated with pale meat (1.92, 1.31 and 1.46, respectively) presented the lowest means compared to normal meat (2.34, 1.85 and 1.73, respectively). For TBA analysis, samples elaborated with pale meat also had also highest values in 90 the 180 days of stockage (5.28, 7.78, 8.89, 5.02) compared to normal meat (2.62, 7.05, 8.08, 3.89). For chicken steaks it was not seen differences ( $p > 0.05$ ) between products made with of normal and pale meat for the TBA, sensorial analysis and microbiological evaluation on storage periods studied.

**KEY WORDS:** coloration, breast of chicken, TBA, industrialized.

## INTRODUÇÃO

A avicultura de corte vem sofrendo constantes modificações ao longo dos últimos anos. A comercialização de partes é cada vez maior em contraste com a comercialização da carcaça inteira. Outra forma de comercialização que cresce intensamente é a venda de produtos industrializados como hambúrgueres, empanados e diversos pratos já preparados e semi-prontos para o consumo. Tanto para venda de partes como produtos industrializados a sua qualidade está diretamente relacionada com a qualidade da carne utilizada no preparo.

PSE é originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale, Soft e Exudative* que, em tradução literal significam, carnes com características pálida ou amarelada, flácida ou mole e exsudativa ou molhada, respectivamente. Na prática, é o resultado das condições de manejo *ante-mortem* mal conduzidos e estressantes a que são submetidos os animais, provocando um *rigor-mortis* acelerado. Explica-se o fenômeno pela combinação de baixo pH, em geral menor do que 5,8 com elevada temperatura muscular, acima de 35°C, resultando na desnaturação das proteínas provocando, em consequência, o surgimento da carne amaciada, sem aderência e descolorida, com propriedades funcionais comprometidas. Isto ocorre em função de uma rápida transformação metabólica do glicogênio em ácido láctico alcançando pH final antes do resfriamento da carcaça, o que faz com que a carne se torne pálida.

A carne PSE, bastante estudada em suínos e perus, mas pouco estudada em frangos de corte é conhecida por comprometer as principais propriedades funcionais da carne, como a capacidade de retenção de água e o pH final, o que pode resultar em produtos industrializados de baixa qualidade. O estágio atual da tecnologia de processamento de carnes permite que muitos alimentos, que antes necessitavam de preparo doméstico, cheguem à casa do consumidor já prontos, por vezes, totalmente cozidos (Leonhardt et al., 2004).

Segundo Mandigo (2001) os processadores de carne esforçam-se constantemente na busca de novas tecnologias, tais como ingredientes, equipamentos e conceitos, que aumentem a oferta de produtos para os consumidores, agregando valor à matéria prima, melhorando a eficiência e finalmente a rentabilidade. Produtos de marca, com o logomarca da empresa fabricante ou rede de varejo carregando sua reputação impressos na embalagem deverão ser a regra para a comercialização de genéricos ou produtos elaborados considerados como *commodities*.

A cor e a estabilidade lipídica em retalhos de carnes são de muita importância nas características de qualidade que influenciam na aceitabilidade do consumidor. Pedacos de carne sofrem mudanças oxidativas e desenvolvem rancidez mais rapidamente do que o músculo intacto, pois possuem maior superfície em contato com o ar e contaminação

bacteriana (Mitsumoto et al., 2005). Alguns trabalhos tem sido realizados para reduzir a oxidação lipídica em carnes utilizando-se tratamentos endógenos e exógenos com antioxidantes, em particular as vitaminas C e E.

A deterioração dos produtos cárneos é freqüentemente causada pelas reações de oxidação e subsequente decomposição dos produtos da oxidação destes, durante a estocagem. Alguns dos efeitos indesejáveis causados por essas reações são o desenvolvimento de odor, sabor, descoloração e perdas no valor nutricional (Johnston et al., 2005). O cozimento e reaquecimento liberam ferro do pigmento heme da mioglobina acelerando a oxidação lipídica, que por sua vez aumentará a quantidade de hidroperóxido lipídico diminuindo a vida de prateleira destes produtos (Kerler & Grosh, 1996).

O tripolifosfato de sódio é freqüentemente utilizado para retardar a oxidação lipídica funcionando como efetivo quelato de metais para inibir a formação de subprodutos da oxidação em produtos cárneos cozidos (Trout & Dale, 1990 e Weilmeier & Regenstein, 2004). Fosfatos também promovem outros benefícios como o aumento na capacidade de retenção de água e diminuição da perda por cozimento (Li et al., 1993).

Diante dos fatos apresentados anteriormente, este trabalho teve como objetivo avaliar as características de qualidade dos produtos industrializados com carne de peito de frango de coloração pálida comparadas com carnes de coloração normal e verificar se esta carne pálida pode ser destinada a elaboração de produtos industrializados sem causar prejuízos na qualidade no produto final.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Neste ensaio foram obtidos 280 filés pálidos e normais em uma linha comercial de abate situada no município de Pereiras-SP. Foram utilizados 100 peitos para produção de hambúrgueres e 180 peitos para produção de empanados. Os peitos foram selecionados de acordo com uma avaliação de cor, com uso de um colorímetro Minolta, modelo CR-300, portátil, considerando que os valores de L\* acima ou igual a 49 caracteriza carne pálida e os valores abaixo, carne normal. Após seleção dos filés de peito, os mesmos foram transportados para o Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) na cidade de Campinas. Após 24 horas *post-mortem*, procedeu-se o processamento dos produtos industrializados.

Os hambúrgueres de carne de peito foram produzidos de acordo com metodologia de processamento utilizada normalmente na indústria. Para essa produção, a carne de peito pálida após picada, moída e homogeneizada foi incluída na proporção de 0 e 100%. A seguir, estes

produtos foram congelados em armário criogênico e armazenados em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$  para avaliação da vida de prateleira dos mesmos. Foram coletadas amostras para análises de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses de armazenamento, sendo que nesta ocasião foram avaliados as seguintes características: coloração, valor TBA, perda de peso por cozimento, encolhimento por fritura, força de cisalhamento e análise sensorial com provadores para avaliar a qualidade dos produtos finais.

A cor dos hambúrgueres foi determinada através do colorímetro (Minolta), no sistema CIELab, em triplicata, em que foram avaliados os parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (teor de vermelho) e  $b^*$  (teor de amarelo) (Van Laack et al., 2000). A análise de valor TBA foi avaliada conforme metodologia proposta por Tarladgis et al. (1960), Squires et al. (1991) e Wincke, (1970).

Na análise de encolhimento por fritura foram utilizados hambúrgueres congelados e com auxílio de um paquímetro faz-se duas medidas do diâmetro dos hambúrgueres crus e cozidos. Para a análise de perda de peso por cozimento, as amostras foram cozidas em chapa metálica aquecida até a temperatura interna do filé atingir  $82^{\circ}\text{C}$  e por diferença de peso antes e após o cozimento se obtém a perda de peso por cozimento (Honikel, 1987). Para a análise de força de cisalhamento, foram utilizados cinco filés por tratamento e cada filé foi cortado em cinco cubos de  $2 \times 2 \times 3 \text{cm}$  e levados ao texturômetro TAXT 2i, equipado com dispositivo Warner Bratzler.

A análise microbiológica foi realizada pelo método de plaqueamento em profundidade e incubada a  $20^{\circ}\text{C}$  por 48 horas. Posteriormente, procedeu-se a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) por grama da amostra multiplicando o número de colônias pelo inverso da diluição inoculada (Silva et al., 1997).

Para a análise sensorial dos produtos industrializados foi utilizado o teste Duo-Trio que tem como objetivo verificar se existe diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre duas amostras que receberam tratamentos diferentes. Este teste tem o princípio de que o provador é apresentado a uma amostra referência (R), e duas amostras codificadas. O provador é então informado que uma das amostras codificadas é igual a referência, e é solicitado a identificar a amostra igual a referência (Stone & Sidel, 1985). A Tabela 1 mostra os dados de faixa etária dos provadores que participaram desta análise sensorial.

Os empanados de carne de peito de frango normal e pálida foram produzidos também de acordo com a metodologia de processamento utilizada rotineiramente na indústria. A seguir os empanados foram congelados em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$  avaliando-se as características de qualidade de valor TBA, análise sensorial e avaliação microbiológica.

**Tabela 1:** Faixa etária dos provadores.

		<b>Faixa Etária</b>				
<b>Sexo</b>		<b>Homens</b>		<b>Mulheres</b>		
		≤ 30 anos	≥ 30 anos	≤ 24 anos	25 a 32 anos	≥ 33 anos
Número de	Provadores	1	3	7	31	6

Na Tabela 2 são apresentados os dados de faixa etária destes provadores. A partir dos dados contidos nesta tabela observou-se que dos 39 provadores que participaram deste teste 30 foram mulheres e 9 homens.

**Tabela 2.** Faixa etária dos provadores.

		<b>Faixa Etária</b>				
Número de	Provadores	<b>18 a 20 anos</b>	<b>21 a 30 anos</b>	<b>31 a 40 anos</b>	<b>41 a 50 anos</b>	<b>51 a 60 anos</b>
				4	22	7

Os resultados foram avaliados, tendo-se dois tratamentos (pálido e normal) e sete períodos de estocagem (0 a 6 meses). Os resultados foram analisados pela Análise de Variância (ANAVA) pelo pacote estatístico do SAS (SAS Institute, 1998) utilizando-se o teste F e a análise de regressão.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **1. Hambúrguer de filés de peito de frangos de corte**

Os resultados da coloração (Valor L\*, a\* e b\*), encolhimento por fritura (EF), TBA, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), e análise microbiológica dos hambúrgueres elaborados com carne de peito de frango considerados pálido e normal são mostrados na Tabela 3. Os resultados desta tabela mostram que não foi possível encontrar diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para a coloração dos hambúrgueres elaborados com carne pálida e normal em todos os períodos avaliados para os teores de L\* (luminosidade), a\*

(vermelho) e  $b^*$ (amarelo), exceto para o valor de  $L^*$  analisado com 120 dias de estocagem, em que foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os hambúrgueres elaborados com carne pálida, que apresentaram maior valor de  $L^*$  (64,83), e os elaborados com carne normal (61,32).

Os dados de cor desta tabela sugerem que a elaboração de hambúrgueres com carne de peito pálida não causam prejuízos na coloração do produto final, sendo que a cor é provavelmente, o principal atributo de qualidade que leva o consumidor a decidir pela aquisição de determinado produto (Monahan et al., 1994; Liu et al., 1995; Sanders et al., 1997).

A Tabela 4 mostra a equação da análise de regressão, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), coeficiente de variação (CV) e nível de significância (NS) para os parâmetro de coloração(valor de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), encolhimento por fritura (EF), TBA, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) dos hambúrgueres elaborados com carne de peito de frango considerado pálido e normal estocados até 180 dias.

Com relação ao parâmetro cor, foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) nas análises de variâncias para os valores de  $L^*$  e  $b^*$  dos hambúrgueres elaborados com carne normal, e para os valores de  $a^*$  elaborados com carne pálida. Os resultados da análise de regressão para o valor de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  apresentaram o comportamento cúbico. Estes resultados revelam que o valor de  $L^*$  e  $b^*$  dos hambúrgueres elaborados com carne normal tendem, primeiramente, a aumentar com o tempo de estocagem, sofrem uma leve queda e após, se eleva novamente. Para o valor  $a^*$ , a análise de regressão também apresentou comportamento cúbico. Isto representa que o teor de vermelho dos hambúrgueres elaborados com carne pálida diminuiu com o tempo de estocagem, apresentou um ligeiro aumento e voltou a cair até o fim do período de estocagem.

Para as análises de perda de peso por cozimento (PPC) foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) somente entre as amostras de hambúrgueres elaborados com carne de peito de frango pálida e normal no segundo mês pós-processamento, sendo que as amostras produzidas com carne pálida obtiveram a maior média de porcentagem de PPC (28,03) quando comparada ao hambúrguer elaborado com carne normal (20,21). Estes dados indicam que a carne de peito de coloração pálida não causou prejuízos no parâmetro PPC, quando comparado a hambúrgueres elaborados com carne normal.

**Tabela 3.** Coloração (valor de L\*, a\* e b\*), encolhimento por fritura (EF), TBA, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e contagem de microorganismos psicrotóxicos (Micro) entre hambúrgueres elaborados com carne de peito de frango considerado pálido e normal.

Parâmetro	L*	a*	b*	EF (%)	TBA	PPC (%)	FC (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Micro (Log UFC/g)
<b>Período - zero</b>								
								6,69
								5,87
<b>Período - 7 dias</b>								
<b>Carne</b>								
<b>Pálida</b>	65,51	3,47	17,50	11,39	1,26	33,50	1,92 b	4,49
<b>Controle</b>	66,67	3,15	14,87	10,30	1,27	34,14	2,34 a	4,62
<b>CV</b>	3,0433	16,8441	12,8435	22,0574	13,8729	5,2130	7,0628	
<b>P</b>	0,5212	0,5208	0,1962	0,4904	0,9750	0,6797	0,0262	
<b>Período - 30 dias</b>								
<b>Carne</b>								
<b>Pálida</b>	65,47	2,76	16,95	12,49	1,38	26,52	1,27	4,80
<b>Controle</b>	69,60	3,13	16,78	11,63	1,20	22,67	1,48	5,02
<b>CV</b>	4,6986	20,3935	4,7403	22,6119	13,7599	11,7500	15,7590	
<b>P</b>	0,1864	0,4896	0,8075	0,6392	0,0983	0,1782	0,2948	
<b>Período - 60 dias</b>								
<b>Carne</b>								
<b>Pálida</b>	66,06	2,46	16,28	11,61	1,41	28,03 a	1,31 b	4,80
<b>Controle</b>	66,04	2,97	16,78	10,14	1,40	20,21 b	1,85 a	4,99
<b>CV</b>	2,6774	9,4982	8,5981	14,2317	2,0462	4,3153	13,7581	
<b>P</b>	0,9931	0,0726	0,6983	0,1737	0,8771	0,0008	0,0379	
<b>Período - 90 dias</b>								
<b>Carne</b>								
<b>Pálida</b>	65,88	2,21	17,2967	12,528	5,2809 a	25,757	1,2933	4,56
<b>Controle</b>	65,827	2,48	18,5867	10,654	2,6278 b	23,340	1,73	4,91
<b>CV</b>	2,5259	13,0221	6,5752	14,9343	6,1487	7,741	15,6917	
<b>P</b>	0,9706	0,2515	0,2515	0,1553	0,0001	0,1943	0,0872	
<b>Período - 120 dias</b>								
<b>Carne</b>								
<b>Pálida</b>	64,837a	2,108	15,8767	11,134	7,7805a	25,677	1,46b	4,74
<b>Controle</b>	61,327b	2,76	15,1767	11,058	7,0478b	23,583	1,7267 <sup>a</sup>	4,49
<b>CV</b>	2,0471	14,6702	5,3535	14,6356	3,0466	6,07094	5,3316	
<b>P</b>	0,0291	0,1215	0,3606	0,9428	0,0002	0,1957	0,0184	
<b>Período - 150 dias</b>								
<b>Carne</b>								
<b>Pálida</b>	63,313	2,0033	13,8233	11,662	8,8974a	30,94	1,95	4,65
<b>Controle</b>	61,727	2,49	14,1067	11,828	8,084b	29,407	1,90	4,70
<b>CV</b>	2,6214	10,7855	5,9621	10,3758	6,5214	8,8572	9,5787	
<b>P</b>	0,3014	0,0697	0,6820	0,8349	0,3930	0,5210	0,7565	
<b>Período - 180 dias</b>								
<b>Carne</b>								
<b>Pálida</b>	61,287	1,5433b	18,3667	11,066	5,0194a	32,353	1,9267	4,53
<b>Controle</b>	61,383	2,5033 <sup>a</sup>	18,1133	11,522	3,8936b	27,173	2,1733	4,94
<b>CV</b>	2,4274	20,7715	2,8418	8,789	10,9431	7,6804	9,5507	
<b>P</b>	0,9404	0,0489	0,5402	0,4883	0,0025	0,0501	0,1977	

Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

**Tabela 4.** Equação da análise de regressão, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e coeficiente de variação (CV) e nível de significância (NS) para o parâmetro de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), encolhimento por fritura (EF), perda de peso por cozimento (PPC), TBA e força de cisalhamento (FC) dos hambúrgueres elaborados com filés de peito de frango de corte considerados pálidos e normal.

<b>Carne</b>	<b>Pálida</b>	<b>Normal</b>
<b>Parâmetro</b>	<b>Valor <math>L^*</math></b>	
Equação	$Y = 65,2240 + 0,0229x$	$Y = 61,80 + 7,5155x - 2,4970x^2 + 0,2029x^3$
$R^2$	0,5970	0,6573
CV	2,2587	3,5213
NS	0,6779	0,0366
<b>Parâmetro</b>	<b>Valor <math>a^*</math></b>	
Equação	$Y = 3,7085 - 0,0394x + 0,0004x^2 - 0,000001x^3$	$Y = 3,2314 + 0,0060x$
$R^2$	0,7915	0,2848
CV	13,59070	15,9785
NS	0,0453	0,9937
<b>Parâmetro</b>	<b>Valor <math>b^*</math></b>	
Equação	$Y = 16,6239 - 0,0658x$	$Y = 7,6857 + 9,1524x - 2,5658x^2 + 0,2086x^3$
$R^2$	0,3139	0,4344
CV	9,4710	9,2772
NS	0,2758	0,0027
<b>Parâmetro</b>	<b>EF</b>	
Equação	$Y = 11,3511 + 0,0332x$	$Y = 10,6134 + 0,0273x$
$R^2$	0,0537	0,0375
CV	13,5688	18,2987
NS	0,4731	0,3318
<b>Parâmetro</b>	<b>PPC</b>	
Equação	$Y = 33,855 - 0,3151x$	$Y = 55,1533 - 27,4023x + 6,6702x^2 - 0,4746x^3$
$R^2$	0,4760	0,8186
CV	11,7642	8,1165
NS	0,0215	0,0001
<b>Parâmetro</b>	<b>FC</b>	
Equação	$Y = 2,1 - 0,0338x + 0,0004x^2 - 0,000001x^3$	$Y = 3,0188 - 0,9811x$
$R^2$	0,7814	0,4379
CV	10,6159	14,3396
NS	0,0018	0,0468
<b>Parâmetro</b>	<b>TBA</b>	
Equação	$Y = 24,7209 - 1,4256x + 0,0295x^2 - 0,0001x^3$	$Y = 82,2394 - 93,5294x + 31,8281x^2 - 2,75191x^3$
$R^2$	0,9616	0,8956
CV	13,7845	24,7082
NS	0,0001	0,0001

Foi observada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para a análise de variância, sendo que na regressão do parâmetro de PPC, os hambúrgueres elaborados com filés pálidos a curva da

PPC se comportou de forma linear, diminuindo com o tempo de estocagem. A análise de regressão para os hambúrgueres elaborados com filés de coloração normal mostrou que a PPC se comportou de forma cúbica, com ligeira queda, seguida de um breve aumento e após, nova diminuição conforme aumentou o tempo de estocagem.

Para a avaliação do encolhimento por fritura (EF), não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os hambúrgueres produzidos com carne de peito de frango pálida e normal para este parâmetro entre os períodos de estocagem.

Os resultados da FC entre os hambúrgueres elaborados com carne de peito de frango considerados pálida e normal revelaram diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os hambúrgueres elaborados com carne pálida e normal nos períodos de 7, 60 e 120 dias de estocagem pós-processamento, sendo que as amostras produzidas com carne pálida obtiveram a menor FC (1,92, 1,31 e 1,46, respectivamente) do que as elaboradas com carne de coloração normal (2,34, 1,85 e 1,73, respectivamente). Não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para o parâmetro FC entre as amostras elaboradas com carne pálida e normal nos demais pós-processamento dos hambúrgueres.

Foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) na análise de variância para a FC dos hambúrgueres elaborados com carne pálida e normal, sendo que a análise de regressão dos hambúrgueres elaborados com carne pálida teve comportamento cúbico e os elaborados com carne normal um comportamento linear. Estes dados indicam que os hambúrgueres elaborados com carne normal apresentaram diminuição na sua FC com o tempo de estocagem, enquanto que os elaborados com carne pálida apresentaram oscilações na FC conforme o período de estocagem.

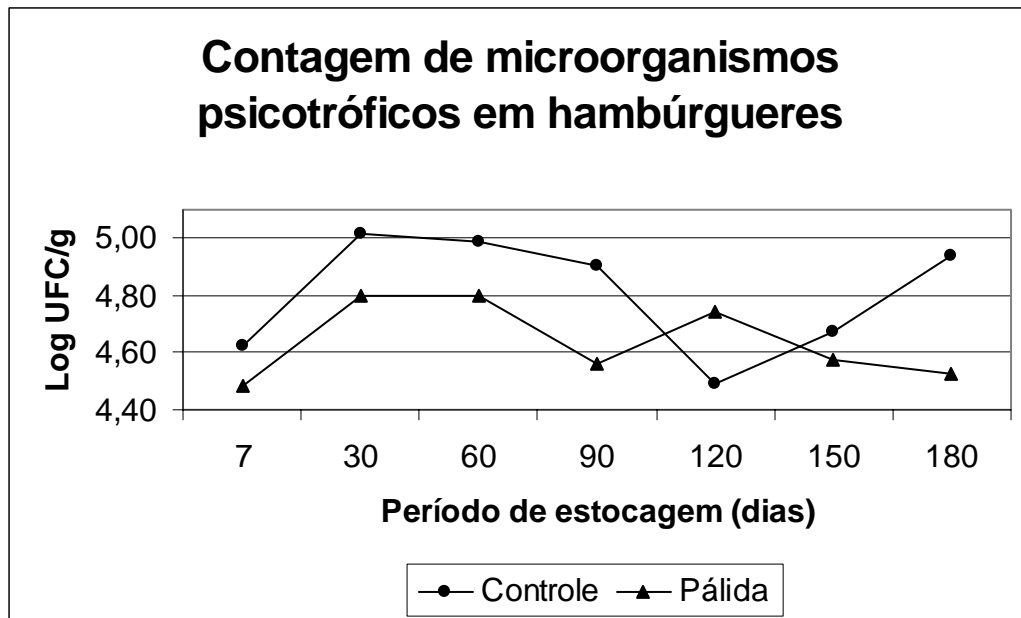
Foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) para o parâmetro TBA entre as amostras elaboradas com carne pálida e normal somente, a partir de 90 dias de estocagem, sendo que os hambúrgueres elaborados com carne pálida tiveram os maiores valores de TBA (5,28, 7,78, 8,89 e 5,02, respectivamente) quando comparados as amostras processadas com carne normal (2,63, 7,05, 8,08 e 3,89, respectivamente).

Foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) para a análise de variância da TBA para as amostras elaboradas com carne pálida e normal no período de estocagem. A análise de regressão indicou comportamento cúbico, neste parâmetro avaliado, para os produtos elaborados, tanto com carne pálida quanto para a carne normal nos períodos de estocagem.

A avaliação microbiológica para pesquisa de bactérias aeróbias psicrotróficas foi realizada com o filé *in natura*, após 24 horas *post-mortem* imediatamente antes do início do processamento para a elaboração dos hambúrgueres. A avaliação foi conduzida com 7 dias

após a elaboração dos hambúrgueres (período para equalização dos produtos) bem como a cada mês, até 180 dias de estocagem. Os resultados das análises de contagem de bactérias psicrotróficas (Log UFC/g) realizadas durante o período de estocagem das amostras de hambúrgueres são mostrados no Gráfico 1.

Observa-se que há maior contagem de bactérias psicrotróficas nos filés *in natura*. Após o processamento esta contagem diminui, demonstrado pelos valores apresentados com 7 dias de pós-processamento e volta a se elevar nos meses seguintes. Conforme ilustrado neste gráfico houve maior crescimento de bactérias psicrotróficas nos hambúrgueres elaborados com filés de coloração normal do que nos de coloração pálida nos primeiros meses de estocagem, diminuindo drasticamente com 120 dias de armazenamento e voltando a subir após este período, permanecendo com contagens mais altas.



**Gráfico 1.** Curva de crescimento de bactérias aeróbias psicrotróficas em hambúrgueres elaborados com carne de coloração normal e pálida.

Com 7 dias de estocagem dos hambúrgueres foi realizada a análise sensorial dos produtos utilizando-se o teste Duo-Trio, em que são servidas aos provadores uma amostra de cada tratamento e uma referência e este teste se baseia na tentativa de identificação de qual das amostras é idêntica a referência.

Para este teste foram utilizados um total de 48 provadores. O número mínimo de respostas corretas para estabelecer diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras testadas é igual a 31. Como o número de respostas corretas foi 27, número menor que o número

mínimo de respostas corretas para estabelecer diferença significativa, conclui-se que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de significância de 5%.

Não foi possível discutir os resultados obtidos com dados da literatura, pois de acordo com as bases de dados pesquisadas não foram encontrados trabalhos referentes ao tipo de carne pesquisada (peito de frango de corte de coloração pálida) para o processamento de hambúrgueres.

## 2. Filés de peito empanados

Antes das análises de qualidade dos filés de peito de frango empanados foi obedecido o tempo de 7 dias de espera para equalização dos produtos que foram armazenados a temperatura de  $-17^{\circ}\text{C}$ . Os resultados da análise de TBA e contagem de microorganismos psicotróficos entre os filés empanados elaborados com carne de peito de frango considerados pálida e normal são mostrados na Tabela 5. Foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os filés empanados produzidos com carne pálida e normal para o parâmetro de valor TBA somente nos períodos de 120 e 150 dias de estocagem, sendo que os filés empanados produzidos com carne de peito de coloração pálida tiveram os menores valores de TBA (2,97 e 3,61, respectivamente) quando comparados aos filés elaborados com carne normal (3,21 e 3,66, respectivamente). Estes dados mostram que a carne de peito de coloração pálida pode ser utilizada na elaboração de filés empanados sem causar prejuízos na estabilidade lipídica das amostras armazenadas até o período máximo de estocagem avaliado (180 dias).

A avaliação microbiológica para pesquisa de bactérias aeróbias psicotróficas, como realizada para os hambúrgueres, foi realizada também com o filé *in natura* após 24 horas *post-mortem* imediatamente antes do início do processamento para a elaboração dos filés empanados. A avaliação foi conduzida também 7 dias após a elaboração dos hambúrgueres (período para equalização dos produtos) bem como a cada mês, até 180 dias pós-elaboração.

Observa-se que há maior contagem de bactérias psicotróficas nos filés *in natura*. Após o processamento, os filés empanados produzidos com carne de peito de frango de coloração normal e pálida apresentaram comportamentos semelhantes no decorrer do período de armazenamento. Para os filés elaborados com carne de peito de frango pálida, a contagem de bactérias psicotróficas diminuiu, demonstrado pelos valores apresentados com 7 e 30 dias e voltando a aumentar com 60 dias de estocagem. No Gráfico 2 são apresentados as curvas de crescimento de bactérias aeróbias psicotróficas em filés de frango empanados elaborados com carne de coloração normal e pálida.

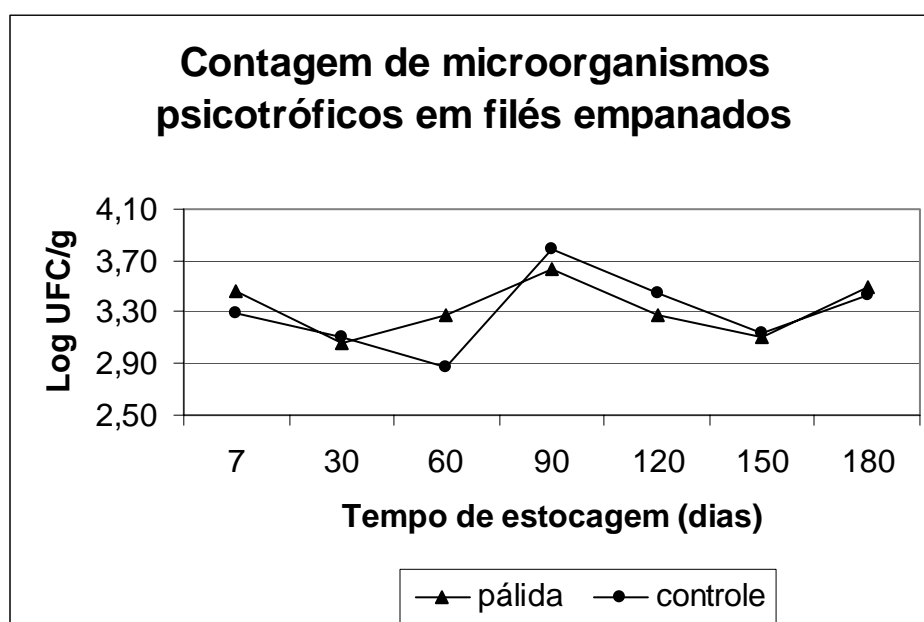
**Tabela 5.** Análise de valor TBA, rancidez e contagem de microorganismos psicotróficos entre os filés empanados elaborados com carne de peito de frango considerados pálida e normal

<b>Parâmetro</b>	<b>TBA</b>	<b>Psicotróficos (Log UFC/g)</b>
<b>Período - zero</b>		
Pálida		5,48
Controle		4,90
<b>Período - 7 dias</b>		
<b>Carne</b>		
Pálida	2,72	3,29
Controle	3,37	3,46
CV	45,3270	
P	0,4216	
<b>Período - 30 dias</b>		
<b>Carne</b>		
Pálida	4,41	3,10
Controle	4,45	3,05
CV	13,3332	
P	0,9011	
<b>Período - 60 dias</b>		
<b>Carne</b>		
Pálida	4,67	2,87
Controle	4,92	3,28
CV	5,2241	
P	0,1147	
<b>Período - 90 dias</b>		
<b>Carne</b>		
Pálida	4,66	3,63
Controle	4,92	3,80
CV	5,0963	
P	0,0944	
<b>Período - 120 dias</b>		
<b>Carne</b>		
Pálida	2,97b	3,28
Controle	3,21 <sup>a</sup>	3,44
CV	4,4301	
P	0,0114	
<b>Período - 150 dias</b>		
<b>Carne</b>		
Pálida	3,21b	3,10
Controle	3,66 <sup>a</sup>	3,14
CV	6,1392	
P	0,0039	
<b>Período - 180 dias</b>		
<b>Carne</b>		
Pálida	3,40	3,49
Controle	3,23	3,43
CV	12,9766	
P	0,5075	

Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

A análise sensorial dos filés empanados foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos do CTC/ITAL. Para a realização desta análise foram utilizados 39 provadores utilizando-se o teste Duo-Trio. O número mínimo de respostas corretas para estabelecer diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras testadas é igual a 26. Como o número de respostas corretas foi 25, número menor que o número mínimo de respostas corretas para estabelecer diferença significativa, conclui-se que não há diferença significativa entre as amostras de filés empanados elaboradas com carne de peito de frango pálida e normal ao nível de significância de 5%.

Não foi possível discutir os resultados obtidos com dados da literatura, pois de acordo com as bases de dados pesquisadas não foram encontrados trabalhos referente ao tipo de carne pesquisada (peito de frango de corte de coloração pálida) para o processamento de filés empanados.



**Gráfico 2.** Curva de crescimento de bactérias aeróbias psicotróficas em filés empanados elaborados com carne de coloração normal e pálida.

## CONCLUSÃO

A carne de peito de frango de coloração pálida pode ser utilizada como matéria-prima para a elaboração de hambúrgueres e filés empanados sem causar prejuízos na sua qualidade e sabor. Para os filés empanados, não foram encontradas diferenças nos parâmetros de rancidez, TBA e avaliação microbiológica nos períodos de armazenamento estudados entre os dois

tipos de carne. Os hambúrgueres elaborados com carne de peito de frango pálida e normal não diferiram nos parâmetros avaliados de coloração, encolhimento por fritura, perda de peso por cozimento, rancidez e microbiologia nos períodos de armazenagem avaliados. Mas apresentaram prejuízos na força de cisalhamento nos períodos de 7, 60 e 120 dias e na análise de TBA com 90 a 180 dias de estocagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HONIKEL KO. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: **Evaluation and control of meat quality in pigs**. Tarrant PV, Eikelenboom G, Monin G, ed. Martinius Nijhoff, Dordrecht. 1987. p. 273-283.
- JOHNSTON JE, SEPE, HÁ, MIANO, CL, BRANNAN RG, ALDERTON AL. Honey inhibits lipid oxidation in ready-to-eat ground beef patties. **Meat Science**. 2005. v.70, n.4 p. 627-631.
- KELER J, GROSCH W. Odorants contributing to warmed-over-flavor (WOF) of refrigerated cooked beef. **Journal of Food Science**. 1996. v.61, p. 1271-1274 1284.
- LEONHARDT C, SANTOS HCP, MARCZAK, LDF, ZAPATA-NORENA, CP. Otimização do cozimento de filé de frango empanado em forno de injeção direta de vapor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 2004. 24(1) p. 43-46.
- LI W, BOWERS JA, CRAIG JA, PERNG SK. Sodium tripolyphosphate stability and effect in ground turkey meat. **Journal of Food Science**. 1993. v.58, p. 501-504 521.
- LIU Q, LANARI MC, SHAEFER DM. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal Animal Science**, Champaign, 1995. 73:3131-3140.
- MANDIGO RW. Novas tecnologias para o processamento de produtos cárneos: Processamento de carnes nos próximos dez anos. **Anais do I Congresso Brasileiro de Ciências e tecnologia das carnes**. 2001. p. 212-217.
- MITSUMOTO M, GRADY MN, KERRY JP, BUCKLEY D J. Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, color and lipid stability during chiller storage in cooked or raw beef and chicken patties. **Meat Science**. 2005. v.69, n.4, p. 773-779
- MONAHAN FJ, ASGHAR A, GRAY JI, BUCKLEY DJ, MORRISSEY PA. Effect of oxidized dietary lipid and vitamin E on the colour stability of pork chops. **Meat Science**, barking, 1994. 37:205-215.

- SANDERS SK, MORGAN JB, WULF DM, TATUM JD, WILLIAMS SM, SMITH GC. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for the Japanese market. **Journal Animal Science**. 1997. 75:2634-2640.
- SAS Institute, 1998. SAS /STAT Guide for personal Computers. Version 6.03 Edition. **SAS Institute Inc.**, Cary, NC.
- SILVA, N, JUNQUEIRA, VCA, SILVEIRA, NFA. Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos, aeróbios psicrotróficos e bolores e leveduras em placas. In: **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. São Paulo. Livraria Varela, 1997. p. 21-29.
- SQUIRES EJ, VALDES EV, WU J & LEESON S. Research note: Utility of the thiobarbituric acid test in the determination of the quality of fats and oils in feeds. **Poultry science**. 1991. 70:1, 180-183.
- STONE & SIDEL, J.L. Sensory evaluation practices. **Academic Press Inc**. 1985.
- TARLADGIS BG, WATTS BM & YOUNATHAN MT. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **The Journal of the American Oil Chemist' Society**. 1960. 37: 44-48.
- TROUT GR, DALE S. Prevention of warmed-over-flavor in cooked beef: effect of phosphate type, phosphate concentration, a lemon juice/phosphate blend, and beef extract. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 1990. v.38 p. 665-669,
- VAN LAACK RLJM, LIU CH, SMITH MO, LOVEDAY HD. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**. 2000. 79:(7) 1057-1061.
- WEILMEIER, DM, REGENSTEIN, JM. Cooking enhances the antioxidant properties of polyphosphates. **Journal of Food Science**. v2004..69, p. 16-23.
- WINCKE W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic of the fish as a measure of oxidative rancidity. *Fett Science Ans.*, 1970; 72: 1084-1087.

## IMPLICAÇÕES

A carne de peito de frango de corte de coloração pálida apresenta prejuízo em sua qualidade, principalmente quanto ao pH, coloração, perda de exsudato, perda de peso por cozimento e desnaturação protéica. No entanto, não foram observadas diferenças sensoriais com produto *in natura* e processado (industrializado) quando se comparou com amostras de coloração normal. As amostras de peito pálida submetidas a marinação também tiveram algumas de suas características melhoradas por este processamento, o que possibilita o uso desta técnica para corrigir as características de qualidade desta carne.

Portanto, a carne de peito de coloração pálida pode ser utilizada como matéria prima para elaboração de produtos industrializados como filés empanados e hambúrgueres, além de poder ser submetida ao processo de marinação, extensivamente utilizado pela indústria de carnes.

Este trabalho foi de grande importância para a avicultura brasileira, pois apresenta grandes informações quanto aos prejuízos na qualidade da carne de peito pálida, ao mesmo tempo, mostra soluções para a melhor utilização desta carne pela indústria processadora, possibilitando aumentar os lucros deste setor.