

Faculdade de Ciências Farmacêuticas  
Universidade de São Paulo

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**  
**Curso de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos**  
**Área de Bromatologia**

**MANEJO PRÉ ABATE EM AVES. EFEITO DO  
BANHO NO GRAU DE ESTRESSE EM FRANGOS E  
QUALIDADE DA CARNE**

**PAULO DONIZETE GUARNIERI**

**DISSERTAÇÃO PARA  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE**

**ORIENTADOR:**  
**Prof. Dr. MASSAMI SHIMOKOMAKI**

**São Paulo**  
**2003**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**  
**Curso de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos**  
**Área de Bromatologia**

**MANEJO PRÉ ABATE EM AVES. EFEITO DO  
BANHO NO GRAU DE ESTRESSE EM FRANGOS E  
QUALIDADE DA CARNE**

**PAULO DONIZETE GUARNIERI**

**DISSERTAÇÃO PARA  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE**

**ORIENTADOR:**  
**Prof. Dr. MASSAMI SHIMOKOMAKI**

**São Paulo**  
**2003**

**DEDALUS - Acervo - CQ**



30100005393

**Ficha Catalográfica**  
Elaborada pela Divisão de Biblioteca e  
Documentação do Conjunto das Químicas da USP.

Guarnieri, Paulo Donizete  
G916m Manejo pré abate em aves. Efeito do banho no grau de estresse em frangos e qualidade da carne / Paulo Donizete Guarnieri. -- São Paulo, 2003.  
53p.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental.

Orientador: Shimokomaki, Massami

1. Carne : Bioquímica dos alimentos 2. Carne de frango  
Ciência dos alimentos 3. Carne : Qualidade : Ciência dos alimentos I. T. II. Shimokomaki, Massami, orientador.

641.36 CDD

**Paulo Donizeti Guarnieri**

**MANEJO PRÉ ABATE EM AVES. EFEITO DO  
BANHO NO GRAU DE ESTRESSE EM FRANGOS E  
QUALIDADE DA CARNE**

**Comissão Julgadora**

.....  
Prof. Dr. Massami Shimokomaki  
**Orientador**

.....  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Ursula M. L. Marquez  
**1º. EXAMINADOR**

.....  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Elizabeth Torres  
**2º. EXAMINADOR**

São Paulo, 03 de fevereiro de 2003.

*Para a realização deste importante trabalho,  
muitas pessoas contribuíram.  
Á todas, meus sinceros agradecimentos.*

*Agradecimento Especial,*

*Ao Prof. Dr. Massami Shimokomaki, pela orientação e amizade.*

*Ao Dr. Rubison Olivo, que tanto contribuiu.*

*A Eng<sup>a</sup>. Juliane Schneider, pela sua colaboração.*

*Ao Eng<sup>o</sup>. Paulo Fernando Tramontini e Eng<sup>o</sup>. Clever Pirola Ávila, pela oportunidade e apoio.*

*Os desafios foram os maiores incentivos.*

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	1
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1- ESTRESSE	3
2.2- BIOQUÍMICA MUSCULAR	3
2.3- FENÔMENO PSE	4
2.4- CORTISOL	5
2.5- MANEJO PRÉ ABATE	6
2.6- BEM ESTAR ANIMAL	6
2.7- TEMPERATURA COROPORAL EM AVES	7
2.8- MANEJO DAS AVES	8
2.9- PROBLEMAS GERADOS PELO MANEJO INADEQUADO	9
2.9.1- Problemas Físicos	10
2.9.2- Problemas Fisiológicos/Bioquímicos	10
2.10- PROPRIEDADES FUNCIONAIS	10
2.11- LEGISLAÇÃO	11
2.12- IMPORTÂNCIA DO BANHO <i>ANTE MORTEM</i>	12
3- OBJETIVOS	13
3.1- OBJETIVO GERAL	13
3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4- MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1- CONDIÇÕES AMBIENTAIS E EXPERIMENTAIS	14
4.2- AMOSTRAGEM	14
4.2.1- Grupo 01: Grupo Sem Banho	14
4.2.2- Grupo 02: Grupo Banhado	14
4.3- ABATE INDUSTRIAL	16
4.4- TEMPERATURA CORPORAL <i>IN VIVO</i>	17
4.5- ANÁLISE DE CORTISOL	17
4.6- MEDIDA DO pH MUSCULAR	17
4.7- ANÁLISE DE COR (Valor de $L^*.a^*.b^*$ .)	18
4.7.1- LUMINOSIDADE (VALOR $L^*$ )	18
4.7.2- RAZÃO $a^*/b^*$	18
4.8- MEDIDA DO EXSUDATO	19
4.9- MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO DESCONG.	19
4.10- MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO COZIMENTO	19
4.11- ANÁLISE SENSORIAL	20
4.12- ANÁLISES ESTATÍSTICAS	20

5.1- TEMPERATURA CORPORAL <i>IN VIVO</i>	22
5.2- MEDIDA DO pH MUSCULAR	23
5.3- ANÁLISE DE COR (Valor de L*.a*.b.*)	26
5.3.1- Valor de L*	27
5.3.2- Razão a*/b*	32
5.4- MEDIDA DO EXSUDATO	32
5.5- MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO DESCONG.	34
5.6- MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO COZIMENTO	35
5.7- ANÁLISE SENSORIAL	36
5.8- ANÁLISE DE CORTISOL	38
5.9-COMENTÁRIOS ADICIONAIS	40
6- CONCLUSÕES	41
RESUMO	42
SUMMARY	44
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 01: Foto mostrando frangos cansados	15
Figura 02: Foto mostrando frangos relaxados	15
Figura 03: Foto mostrando a tecnologia de banho em caminhões	16
Figura 04: Ficha de avaliação usada na Análise Sensorial	21
Figura 05: Histograma dos valores de pH para Grupo Banhado	25
Figura 06: Histograma dos valores de pH para Grupo Sem Banho	25
Figura 07: Histograma dos valores de L* para Grupo Banhado	28
Figura 08: Histograma dos valores de L* para Grupo Sem Banho	29
Figura 09: Correlação entre pH e Valor L* para Grupo Banhado	29
Figura 10: Correlação entre pH e Valor L* para Grupo Sem Banho	30
Figura 11: Correlação entre pH e Valor L* dos dois Grupos	31
Figura 12: Resultado da preferência sensorial	37



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Temperatura corporal <i>in vivo</i> (°C)	22
Tabela 02: pH Muscular (24h)	24
Tabela 03: Valores de L*.a*.b*. e Razão a*/b*	28
Tabela 04: Faixas de Valor de L* em relação à Qualidade	32
Tabela 05: Medida da Exsudação (%)	33
Tabela 06: Perda de Umidade no Descongelamento (%)	35
Tabela 07: Perda de Umidade no Cozimento (%)	35
Tabela 08: Resultados das Opiniões dos Provedores	37
Tabela 09: Análise de Cortisol	39
Tabela 10: Resultados Gerais	53

## **1- INTRODUÇÃO**

A avicultura brasileira, tanto no mercado interno quanto no externo, teve um desempenho invejável nos últimos anos, tornando-se o segundo maior país produtor de carne de frango. O resultado pode ser explicado por dois fatores: o aumento de consumo no Brasil, que saltou dos 4kg per capita da década de 60 para 30kg no final do milênio, e as exportações, que fizeram do país o segundo maior exportador mundial (ABEF, 2002).

No ano de 2001, a produção mundial de frangos foi de 47,62 milhões de toneladas. O Brasil produziu 6,74 milhões de toneladas e o volume exportado foi de 1,25 milhões de toneladas (UBA, 2002), sendo que se estima um crescimento nas exportações, para o corrente ano, de 9% (FNP, 2002). Desta quantidade exportada, 53,5% são cortes (ABEF, 2002), da qual, boa parte constitui-se de filé de peito, o qual tem como destino, principalmente a União Européia. Neste mercado, os filés são destinados principalmente ao processamento de produtos elaborados crus ou cozidos, como temperados, marinados, grelhados, forneados/assados, empanados e pratos prontos.

Assim, a carne de frango se insere e tem espaço consolidado dentro de uma das principais tendências do mercado de alimentos que é a dos produtos que oferecem praticidade e conveniência em seu preparo, com custo e segurança alimentar compatíveis.

É conhecida a susceptibilidade das aves ao estresse e em conseqüência, a diminuição da qualidade de suas carnes. O grau de estresse *ante-mortem* sofrido pelas aves, influi diretamente na qualidade final do músculo *Pectoralis major* (filé de peito), em virtude do fenômeno *PSE* (FRONING et al., 1978; KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ, 1978; BARBUT, 1998; SOSNICKI et al., 1998; SAMS, 1999; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001). O fenômeno *PSE* em aves é uma anormalidade comum encontrada no Brasil (OLIVO et al., 2001), na América do Norte (BARBUT, 1997; WOELFEL et al., 2002) e no Reino Unido (WILKINS et al., 2000). É

caracterizado pelo baixo pH e pela palidez da carne, decorrente da desnaturação protéica causada pela rápida glicólise *post-mortem*, com conseqüências na qualidade funcional desta matéria-prima. Este é um problema que ganha importância na indústria brasileira e internacional devido a sua repercussão, principalmente econômica. A exsudação, diminuição da capacidade de retenção de água e problemas de textura, nos produtos processados com filé de peito de frango do tipo *PSE*, são alguns fatores que podem gerar potencial perda financeira (WOELFEL et al., 2002).

O calor é um dos principais agentes causadores de estresse às aves, principalmente quando de seu transporte. Contudo, na prática, em determinados estabelecimentos abatedouros de frangos, os quais adotam boas práticas de manejo, constata-se baixa mortalidade *ante-mortem* e baixa incidência de carne tipicamente *PSE*.

Uma das principais práticas de bom manejo realizadas pela indústria é o banho de chuveiro durante as fases de coleta, transporte e na recepção do abatedouro, para amenizar a injúria do estresse calórico. É de conhecimento popular e prático, na indústria, que o banho, associado com a ventilação, tem considerável importância à qualidade das carnes de frango. Esta prática tem sido adotada historicamente em algumas indústrias e seus efeitos são observados como muito positivos. Merecem, portanto, estudos para a sua compreensão, sob os pontos de vista fisiológico, bioquímico e funcional.

De fato, alguns dos nossos resultados preliminares reforçam esta hipótese, mostrando que, independente da distância e do tempo de transporte, o banho (com ducha e/ou aspersores) é capaz de restaurar o bem-estar fisiológico, auxiliando na obtenção de carnes com melhor qualidade funcional.

Assim, torna-se evidente a necessidade de se estudar o efeito do banho *ante-mortem* e as suas conseqüências positivas na qualidade da carne de aves. Da mesma forma, estes estudos irão conferir apoio de cunho científico a iniciativa das indústrias e decisão governamental de desconsiderar a necessidade de descanso *ante-mortem*, colaborando de forma prática na consolidação dos avanços tecnológicos da cadeia produtiva de aves.

## **2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1- ESTRESSE**

O termo estresse é uma expressão comum para designar o conjunto de reações do organismo às agressões de ordem física, psíquica e outras, capazes de perturbar a homeostase (HEDRICK et al., 1994). Aves expostas ao estresse calórico podem exibir um aumento da temperatura corporal (OLIVO et al., 2001) e acelerado declínio no pH muscular, resultando em carnes mais duras, após o descongelamento e o cozimento (FRONING et al., 1978).

### **2.2- BIOQUÍMICA MUSCULAR**

Em alguns tecidos, como o músculo esquelético, o Reticulo Sarcoplasmático (RS) é especializado em estocar e liberar íons cálcio, o qual é o gatilho para muitos eventos celulares, incluindo a contração muscular (CHEAH & CHEAH, 1981; LEHNINGER et al., 1993). Quando um animal é confrontado com uma situação estressante, como luta, defesa e medo ou por uma vigorosa atividade muscular, ocorre falta de oxigênio muscular, levando ao metabolismo anaeróbio (LEHNINGER et al., 1993; HEDRICK et al., 1994). Estas reações são acompanhadas pela liberação de hormônios (LEHNINGER et al., 1993; HEDRICK et al., 1994). Inicialmente, sinais neurais, a partir do cérebro, induzem a liberação das catecolaminas epinefrina (adrenalina) e norepinefrina (noradrenalina) na corrente sanguínea (MITCHELL & HEFFRON, 1982; LEHNINGER et al., 1993; HEDRICK et al., 1994), ativando a liberação de acetilcolina (MITCHELL & HEFFRON, 1982).

Esses hormônios sinalizam à musculatura esquelética para a produção de ATP, o qual será necessário para a contração muscular; promovem a dilatação das vias respiratórias, aumentam a taxa e a força dos batimentos cardíacos, com elevação da pressão sanguínea, aumentando assim o fluxo de oxigênio para os tecidos. As catecolaminas atuam primariamente nos músculos, tecidos adiposos e fígado, ativando a fosforilase do glicogênio e a inibição de sua síntese, estimulando assim a conversão do glicogênio do fígado em glicose sanguínea, o combustível da atividade

muscular anaeróbica, que na glicólise irá produzir energia na forma de ATP. O cálcio se liga a troponina, alterando sua conformação, a qual expõe os sítios de ligação da actina e da miosina, permitindo a formação da actinmiosina (LEHNINGER et al., 1993). Simultaneamente, o cálcio estimula a ATPase miofibrilar, a qual hidrolisa o ATP para produzir energia, provocando maior glicogenólise (CHEAH et al., 1986). Um maior aumento do nível de cálcio e a sua manutenção no mioplasma, promove uma maior contração muscular, levando a anóxia local, impedindo o piruvato de ser oxidado, levando à geração de lactato, a forma dissociada do ácido láctico (CHEAH & CHEAH, 1981; MITCHELL & HEFFRON, 1982; LEHNINGER et al., 1993; HEDRICK et al., 1994).

Em animais normais, a liberação de cálcio do RS é inibida quando o pH diminui abaixo do nível fisiológico (aproximadamente 6,9), enquanto que em animais susceptíveis ao estresse, a liberação de cálcio ainda ocorre a pH 6,6 (LOUIS et al., 1993).

### 2.3- FENÔMENO PSE

Pesquisas recentes apontam que frangos, tais quais os suínos e perus, são susceptíveis ao estresse físico e que o pH muscular final influencia na cor do filé de peito (músculo *Pectoralis major*) e nas suas propriedades funcionais, constituindo-se no fenômeno conhecido como PSE do inglês, *Pale, Soft, Exudative*, ou pálido, macio e exsudativo, respectivamente (OLIVO et al., 1998; OLIVO, 1999; OLIVO et al., 2001).

Todas as pesquisas realizadas nesta área, em aves, são conduzidas no músculo *Pectoralis major* (filé de peito) (FRONING et al., 1978; KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ, 1978; BARBUT, 1998; SOSNICKI et al., 1998; SAMS, 1999; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001).

A rápida glicólise imediatamente após o abate gera pH muscular ácido, enquanto a carcaça se encontra quente. Este fenômeno causa desnaturação das proteínas constituintes da musculatura (WISMER-PEDERSEN, 1959), levando ao comprometimento das suas propriedades funcionais (BENDALL & WISMER-

PEDERSEN, 1962), conferindo assim, pobres características de processamento (FELÍCIO, 1986; SWATLAND, 1995). O pH indicativo de carne *PSE* em frangos é de 5,7 no tempo 15 min. *post-mortem* (KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ, 1978; SHIMOKOMAKI et al., 1997; OLIVO, 1999).

Com o rápido crescimento da produção de industrializados de carne de aves e os problemas observados com a sua textura, coesividade e suculência, esta questão ganhou importância (SOSNICKI, 1993; FERKET et al., 1995). Atualmente, o *PSE* tornou-se um dos principais assuntos de interesse no campo da qualidade da carne de aves (ANTHONY, 1998), considerando que a sua incidência pode chegar a 40% em perus (SAMS, 1999) e 28% em frangos (BARBUT, 1997). Carnes de peito com *PSE* apresentam um potencial comprometimento das suas propriedades funcionais, podendo resultar em produtos industrializados defeituosos. Estes defeitos ocorrem principalmente em produtos injetados com salmouras e os cozidos no sistema *cook-in-bags*, devido a possível liberação de exsudato durante a sua vida-de-prateleira e quebra durante o fatiamento (McCURDY et al., 1996; BARBUT, 1997).

#### 2.4- CORTISOL

Como resposta fisiológica adaptativa ao estresse (sistema alostático), o sistema nervoso autônomo atua na liberação das catecolaminas na corrente sanguínea. Estas levam à secreção de corticotropina (CRH) pela pituitária. O CRH é transportado até a hipófise, estimulando a síntese e liberação de adrenocorticotropina (ACTH), que por sua vez estimula a liberação de cortisol pelas glândulas adrenais. É o chamado eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA). O CRH também estimula o sistema nervoso simpático, responsável pela “resposta de curto prazo”, também chamado de “luta ou fuga”, com sinais de aumento da frequência respiratória e cardíaca. A liberação de cortisol atua sobre o metabolismo orgânico, aumentando o catabolismo protéico, a glicogênese no fígado, inibe a absorção e a oxidação da glicose, além de estimular o catabolismo de triglicerídeos no tecido adiposo (ZULKIFLI & SIEGER, 1995). Este conjunto de processos adaptativos, sob estado crônico, altera a estrutura e a função de uma variedade de células e tecidos. Quando a situação estressante desaparece diminui o nível destes hormônios na corrente sanguínea (McEWEN, 1998). Assim muitos

pesquisadores utilizam a análise de cortisol para determinar o estado de estresse em aves. Em acordo KANNAN & MENCH (1997) encontraram que os níveis de cortisol são mais altos imediatamente após o manejo dos frangos, diminuindo a baixos níveis após 1 hora. A produção de cortisol é cíclica durante o dia. Sua maior taxa sanguínea se dá no período matutino, em virtude da necessidade biológica de ação neste período após o descanso noturno.

## **2.5- MANEJO PRÉ ABATE**

Os frangos, com idade média final de 35 a 55 dias e peso bruto vivos variável entre 1,500 kg a 3,000 kg (dependendo do mercado a ser atingido), desenvolvem-se em granjas situadas em vários locais da região do abatedouro, dentro de um raio que varia de 10km a 200km. A criação comercial dos frangos é realizada em granjas, dentro de galpões de 10x100m ou 13x100m, sendo que no verão são alojados 12.000 indivíduos e no inverno 14.000, conferindo em média 10 frangos/m<sup>2</sup>.

Para fins de abate industrial, as aves são transportadas da granja aos abatedouros, em caminhões, pelo tempo que pode variar de 30 minutos a até 5 horas, dentro de contenedores (gaiolas) de material plástico, de fácil ventilação. Em geral, cada caminhão possui a capacidade para 430 gaiolas e em cada uma delas é acondicionado de 8 a 14 frangos, dependendo do clima, do peso médio de cada frango e da distância da granja, com total de aproximadamente 4.300 frangos por carga. Ao chegar, a carga é pesada na portaria do abatedouro, recebe uma ducha com água a temperatura ambiental por aproximadamente 10 minutos (em época de clima quente) e, em seguida, é descarregada manualmente ou mecanicamente, em plataforma de recepção dotada de ventilação natural e artificial. Muitos abatedouros utilizam ventiladores e aspersores de água, que tem como finalidade criar um ambiente ameno na recepção, procurando criar condições mais agradáveis às aves ainda vivas.

## **2.6- BEM ESTAR ANIMAL**

Atualmente, torna-se cada vez mais freqüente a preocupação em garantir o bem estar dos animais e aves em toda a cadeia produtiva. Em se tratando de abate, há

um conjunto de procedimentos e técnica chamada de “abate humanitário”, que visa a garantir a redução do sofrimento dos animais, redução das perdas no abate ocasionadas pelas contusões nas carcaças e aumento da qualidade da carne pelo fato de contribuir com a diminuição dos problemas de qualidade, como o PSE. Com isto os produtos finais oriundos desses animais/aves, ganham diferenciação sob o aspecto de marketing, atendendo a um nicho de mercado, composto por pessoas preocupadas com o abate sem sofrimento. A satisfação dos consumidores quanto à qualidade pode ser influenciada por aspectos culturais. Assim, nos países mais desenvolvidos, existe a preocupação dos consumidores quanto aos tratamentos dados aos animais no momento do abate. Isto faz com que os consumidores se satisfaçam com o produto e o diferencie dos demais concorrentes que não dão importância a este tipo de prática (MONDELLI al., 2002).

## **2.7- TEMPERATURA CORPORAL EM AVES**

Como a função corpórea resulta de processos físicos e químicos sensíveis às alterações na temperatura, os animais utilizam várias estratégias para regular a temperatura de seus tecidos. Caso se deixe a temperatura corpórea baixar muito, os processos metabólicos ficam tão lentos, que há possibilidade da função corpórea cessar. Por outro lado, um aumento na temperatura além do valor normal, pode desnaturar proteínas e também ser fatal (CUNNINGHAM, 1993). Quando a sua temperatura corpórea aumenta acima de 42°C, ocorre o início da mortalidade (FAST, 2002).

Apesar do aumento da temperatura ser um dos principais problemas na produção de aves, estudos têm mostrado que não apenas a temperatura alta, mas principalmente a sua variação, oferece sérios riscos às aves. Recentes estudos demonstram que os frangos tendem a ter uma performance bem razoável sob alta temperatura (em torno de 38°C), quando a mesma é constante. Porém, tornam-se estressados quando estão em um ambiente onde ocorre variação de temperatura. Isto ocorre naturalmente durante as mudanças de temperatura do dia para a noite. Sob esta situação, o metabolismo da ave necessita produzir mais energia para manter a sua normalidade, provocando o estresse fisiológico (FAST, 2002).



Em frangos, o sinal clínico mais óbvio do estresse calórico é a respiração ofegante. Esta respiração ocorre porque as aves, diferente dos mamíferos, não possuem glândulas sudoríparas, as quais tem como função manter a pele resfriada. Assim, as aves usam como recurso à evaporação através do sistema respiratório. Infelizmente, como resposta à respiração ofegante, ocorre a necessidade maior produção de energia para este ato, levando a um maior aumento da temperatura corporal, elevando a possibilidade de morte (FAST, 2002).

## 2.8- MANEJO DAS AVES

A indústria avícola dedica especial atenção à qualidade do manejo das aves durante o crescimento das mesmas, quando da sua coleta nas granjas, durante o seu transporte e na recepção do abatedouro. Estes são pontos críticos na promoção do estresse. Os cuidados dispensados no manejo durante estas diferentes fases influenciam diretamente na qualidade final dos produtos (GUARNIERI et al., 2002). KANNAN & MENCH (1997) estudaram os efeitos de diferentes métodos de manejo de frangos, durante a coleta, e concluíram que o grau de estresse é dependente do método empregado. Numerosos estudos concluíram que o estresse calórico pré-abate contribui significativamente para o problema (McCURDY et al., 1996; SAMS, 1999; OLIVO, 1999; OLIVO et al., 2001; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001).

Especial atenção à ação de colocação das aves dentro das gaiolas e o transporte das mesmas, pode provocar o aumento do nível de cortisol no plasma sanguíneo (KANNAN & MENCH, 1997; CONTRERAS, 2000). Estas ações são claramente causadoras de injúria física e fisiológica/bioquímica às aves, sendo que o transporte tem sido reportado como o principal processo que afeta o bem-estar, alterando o seu metabolismo *ante e post-mortem* e conseqüentemente, a qualidade final da carne (BARBUT, 1998, KANNAN & MENCH, 1997; CONTRERAS, 2000).

Os bons métodos de manejo compreendem: captura das aves com cuidado, adequada alocação do número de indivíduos por gaiola, espaçamento das gaiolas no caminhão para permitir boa ventilação, ducha de água na granja, cobertura da carga

com lonas (quando o transporte é realizado sob intenso calor), opção do transporte durante períodos de clima ameno, ducha/aspersão de água e ventilação na recepção do abatedouro. Estes métodos são mais ou menos rigorosos, dependendo das condições climáticas regionais e/ou do período do ano. Na prática, a temperatura ambiental considerada limiar para a dedicação de maiores cuidados é de  $\geq 25^{\circ}\text{C}$ . Assim, maior cuidado, com maior número de banhos e arejamento, são praticados nos meses considerados quentes. Para a avicultura brasileira, situada em regiões tropicais ou subtropicais, este período é compreendido de setembro a março. No mesmo, a variação da temperatura ambiental no interior das granjas varia de  $25^{\circ}\text{C}$  a  $33^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa de 50% a 95%, com uso ocasional de nebulização, ventilação natural e artificial. A temperatura ambiental, sob sol, neste período pode ultrapassar a  $35^{\circ}\text{C}$ .

O grau de estresse sofrido pelas aves está intimamente relacionado com a temperatura ambiental e o tempo de transporte (BARBUT, 1998; OWENS et al., 2000). Caso as medidas acima não sejam tomadas, é factível a ocorrência de alto índice de mortalidade do plantel, podendo chegar a 10%, neste caso, com sérios prejuízos financeiros (OLIVO et. al., 2001). A mortalidade economicamente aceitável é de 0,2%, a qual é alcançada com os cuidados acima discutidos. Porém em determinados dias de verão, quando a temperatura ambiental está próxima a  $35^{\circ}\text{C}$ , mesmo com a aplicação de um bom manejo, a mortalidade dos frangos pode ser bem superior a este índice de 0,2%.

## **2.9- PROBLEMAS GERADOS PELO MANEJO INADEQUADO**

Analisando a literatura disponível, e levando em consideração as nossas observações, os problemas/situações causados pela prática do manejo, principalmente na coleta e no transporte, podem ser separados distintamente em dois grupos: 1º) **situações de ordem física**, que influenciam na apresentação e 2º) **situações de ordem fisiológica e/ou bioquímica**, que levam ao surgimento do *PSE* e que tem influência nas propriedades funcionais da carne, além da apresentação. Abaixo, estes defeitos são discutidos:

### **2.9.1- Problemas Físicos**

Os problemas físicos são: fraturas, hematomas internos, manchas na pele, os quais influenciam na qualidade de apresentação das carcaças, cortes e derivados, repercutindo diretamente na sua aceitação pelos consumidores. As partes afetadas, em geral, dependendo da gravidade, são totalmente descartadas e tem efeito direto na economia. Estes problemas são causados por descuido na coleta, por brigas entre indivíduos e contusões nas gaiolas, principalmente durante o transporte (JONES et al., 1998).

### **2.9.2- Problemas Fisiológicos/Bioquímicos**

Os problemas fisiológicos/bioquímicos, os quais são indicadores do fenômeno *PSE* e estão relacionados com as propriedades funcionais da carne, são os seguintes: baixo pH muscular final, desnaturação protéica, palidez da carne, baixa capacidade de retenção de água, baixa capacidade de emulsificação, baixa coesividade, formação de géis frágeis, textura inadequada, quebras no fatiamento e diminuição do rendimento (BARBUT, 1997; OLIVO, 1999, OLIVO et al., 2001). Estes problemas influenciam diretamente na qualidade final, no rendimento e no desempenho financeiro dos produtos industrializados.

## **2.10- PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

O acelerado desenvolvimento do *rigor mortis*, ou o rápido declínio do pH muscular, quando a carcaça ainda se encontra quente, pode resultar na desnaturação protéica (BENDALL & WISMER-PEDERSEN, 1962). O dano causado às proteínas pode conferir cor pálida à carne e reduzir a capacidade de retenção de água (WARRISS & BROWN, 1987), características primárias da carne *PSE* (OWENS et al., 2000, OLIVO et al., 2001). A palidez da carne é resultado da difração da luz, causado pelo excesso de umidade extracelular, devido a desnaturação das proteínas (BENDALL & SWATLAND, 1988; SWATLAND, 1995).

Em suas pesquisas com carne de peru, BARBUT (1993) encontrou relação entre a medida da cor, pH, capacidade de retenção de água e textura, sugerindo a análise de cor pelo Sistema *Cialab L\*.a\*.b\**, como uma forma rápida, econômica e não destrutiva de distinguir a carne *PSE*. Este sistema também foi adotado por SOSNICKI et al. (1998). Como para a carne de peru, também existe correlação entre a cor da carne e a condição *PSE* em peitos de frangos, sendo que o valor de  $L^* \geq 49-52$  é indicativo deste fenômeno (BARBUT 1997; OLIVO, 1999; OLIVO et al., 2001). Este parâmetro é importante, considerando que as indústrias processadoras de carnes de aves tendem a considerar a cor como indicativo da qualidade funcional de sua matéria-prima (BARBUT, 1998; SOARES et al., 2002a).

A Capacidade de Retenção de Água (CRA) é um outro importante aspecto da carne *PSE* e pode ser avaliada com a perda de exsudato (*drip loss*) sob resfriamento (MCKEE & SAMS, 1998) e com a perda no cozimento (*cooking loss*) (OWENS et al. 2000). Apesar de ser normalmente considerado um método importante para a avaliação do *PSE*, os resultados da perda no cozimento não são consistentes e/ou esclarecedores conforme relatos (OLIVO, 1999; OLIVO et al., 2001, OWENS et al. 2000) denotando que fatores, como o tamanho do filé, cortes, superfície exposta e temperatura podem influenciar nos resultados (OWENS et al. 2000).

## 2.11- LEGISLAÇÃO

O Ministério da Agricultura, através da Divisão de Produtos de Origem Animal (DIPOA), estabelece normas para a instalação e funcionamento de abatedouros de aves, bem como a inspeção *ante-mortem* e *post-mortem* e ainda as condições higiênico-sanitárias e tecnológicas. A legislação vigente até recentemente (BRASIL, 1973) obrigava um repouso pelo tempo mínimo de 2 horas na plataforma de recepção, para a devida recuperação fisiológica, evitando-se assim carne exsudativa, bem como, problemas com a sua qualidade. Mais recentemente, com a Portaria 210 (BRASIL, 1998), esta obrigatoriedade deixou de constar na legislação, sendo permitido o abate imediato. A razão disto está em que as indústrias demonstraram ao Ministério da Agricultura que o descanso imediatamente antes do abate é dispensável,

desde que sejam adotados bons métodos de manejo nas várias fases da cadeia produtiva. Atualmente, admite-se que o ato de espera é um forte agente estressor.

## **2.12- IMPORTÂNCIA DO BANHO ANTE MORTEM**

Existe unanimidade entre os pesquisadores acerca dos efeitos injuriantes durante as fases da criação, da coleta e do transporte na qualidade funcional da carne de frango (GUARNIERI et al., 2002).

No entanto, nossas observações práticas de diferentes metodologias de tratamento *ante-mortem* empregadas em diversas plantas industriais, no Brasil, nos credenciam a apresentar uma nova hipótese, na qual o banho *ante-mortem* é enfatizado. O banho, associado com a ventilação, apresenta claramente um efeito calmante, principalmente quando a ave é exposta ao estresse calórico. Possivelmente, o efeito positivo do banho, contribui também para amenizar o estresse causado pelo frio. O banho atua amenizando fisiologicamente a injúria provocada pelo estresse, devido a eventual influência nas taxas hormonais.

### **3- OBJETIVOS**

#### **3.1- OBJETIVO GERAL**

Estudar o efeito do banho *ante mortem* em frangos.

#### **3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**3.2.1- Avaliar o efeito do banho como agente amenizador do estresse, em indivíduos estressados durante o transporte.**

**3.2.2- Avaliar a relação do banho com o comportamento fisiológico e bioquímico.**

**3.2.3- Avaliar o efeito do banho nas propriedades funcionais do músculo *Pectoralis major*, correlacionando com o fenômeno PSE.**

**3.2.4- Encontrar sustentação científica à Portaria N°. 210, do Ministério da Agricultura do Governo Brasileiro, que deixou de considerar a obrigatoriedade do descanso *ante mortem* de 2 horas.**

## **4- MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1- CONDIÇÕES AMBIENTAIS E EXPERIMENTAIS**

Os experimentos desta pesquisa foram realizados na região oeste do estado de Santa Catarina (Brasil), no período de clima quente (verão), durante os meses de novembro (2001) a março (2002). Os frangos foram transportados das granjas ao abatedouro, por uma distância que variou de 15 a 50 km de distância. O tempo entre a coleta na granja e a recepção no abatedouro foi de 1h à 4h, sob temperatura ambiental entre 28°C a 35°C e umidade relativa entre 75 a 95%.

O banho de água foi realizado com sistema dotado de aspersores, conforme Figura 3, pelo tempo de 10(±2) min., com água com temperatura ambiental de 25(±3) °C. O consumo de água foi de 0,30(±0,10) litro/frango. O banho foi acompanhado de ventilação, cuja velocidade do ar, medida na posição das gaiolas localizadas externamente, foi de 18 (±3)m/s.

### **4.2- AMOSTRAGEM**

Os frangos utilizados nesta pesquisa foram da linhagem Cobb e Ross, com idade de 6 (seis) semanas. Na recepção de um abatedouro, dentro de um mesmo lote, foram selecionados aleatoriamente os frangos tipicamente estressados durante o transporte, os quais apresentaram respiração ofegante. O indicativo é o bico aberto, denotando dificuldades e/ou descompassos respiratórios. As aves selecionadas dentro deste critério, imediatamente antes do abate, foram separadas em dois grupos, para os respectivos tratamentos:

**4.2.1- Grupo 01 (n=608):** As aves, apresentando respiração ofegante, foram sacrificadas em seu estado natural de estresses, cansados (Figura 1).

**4.2.2- Grupo 02 (n=611):** As aves receberam choque térmico calmante, com ducha de água sob temperatura ambiental, por aproximadamente 10 min ou por tempo suficiente para terminar com a respiração ofegante (Figura 2 e 3).



Fig. 01: Foto mostrando frangos cansados, com respiração ofegante (“bico aberto”), antes de receberem o banho de água e a ação de ventiladores.



Fig. 02: Foto mostrando frangos relaxados, após o recebimento do banho de água e ventilação.



### 4.3- ABATE INDUSTRIAL

As aves dos dois grupos acima foram sacrificadas em uma linha industrial de abate, sofrendo os processos normais de atordoamento elétrico, sangria, escalda, depenagem, evisceração, resfriamento e obtenção dos cortes anatômicos primários, conforme normas estabelecidas em BRASIL (1998). O tempo total de processo foi de aproximadamente 90 min, com a temperatura final dos referidos cortes a  $3(\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Do corte anatômico peitoral, foram separados dos ossos, os músculos *Pectoralis major*, os quais foram encaminhados para análises.



Fig. 03: Foto mostrando a tecnologia de arrefecimento da temperatura corpórea adotada em alguns abatedouros de frangos, como forma de amenizar o estresse calórico. Os caminhões transportadores, ao darem entrada no(s) abatedouro(s) passam em uma área especial, dotada de ventiladores e aspersores de água. Esta técnica é adotada principalmente quando a temperatura ambiental está com  $\geq 25^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.4- TEMPERATURA CORPORAL *IN VIVO***

Foi registrada a temperatura corporal imediatamente antes do sacrifício, na região da cloaca, com termômetro digital (marca Salcas). Esta medição de temperatura foi importante para determinar a possível diferença de temperatura entre os dois grupos em estudo. Para este ensaio foram amostrados n=41 indivíduos, para cada grupo experimental.

#### **4.5- ANÁLISE DE CORTISOL**

Esta análise foi realizada no período matutino, quando a taxa de cortisol sanguíneo é maior. O soro sanguíneo foi analisado por radioimunoensaio, conforme técnica descrita por KANNAN & MENCH (1997). Amostras de sangue (2 mL) foram coletadas imediatamente antes da sangria, com auxílio de seringa descartável. O sangue obtido, de n=17 e n=18, respectivamente para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho, foi imediatamente transferido para tubos de centrifuga, colocados em gelo para o transporte até o laboratório e, imediatamente centrifugados, para a separação do plasma. O plasma foi armazenado a  $\leq -18^{\circ}\text{C}$  para posterior análise. Os resultados são expressos em  $\text{ng/mL}^{-1}$  de cortisol.

#### **4.6- MEDIDA DO pH MUSCULAR**

Foi registrado o valor de pH no tempo 24 h *post mortem*, tendo as amostras permanecido armazenadas sob resfriamento a  $5(\pm 2)^{\circ}\text{C}$ , sob proteção com embalagem plástica de polietileno. Foram utilizados n=611 e n=608 filés de peito, respectivamente para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho. Foi utilizado pHmetro eletrônico (marca Mettler – Toledo 345). O eletrodo foi inserido diretamente na carne, na região cranial-ventral do músculo, conforme procedimento adotado por BOULIANNE & KING (1995) e OLIVO et al., (2001).

BIBLIOTECA  
Farmácia  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

#### **4.7- ANÁLISE DE COR (Valor de $L^*.a^*.b^*$ .)**

A análise de cor no filé de peito (*M. Pectoralis major*), foi realizada por colorimetria de três estímulos, utilizando-se espectrofotômetro (marca Minolta), com esfera de integração e iluminante A, representando a luz de lâmpada incandescente, sem metamerismo, calibrado com padrão fornecido pelo fabricante. Foi empregado o programa para determinação de cor pelo Sistema *Cialab*  $L^*.a^*.b^*$ . As amostras, sendo  $n=611$  para o Grupo Banhado e  $n=608$  para o Grupo Sem Banho, foram analisadas em sua face ventral, tomando três pontos de leitura por amostra, no tempo 24 h *post mortem*.

##### **4.7.1- Luminosidade (Valor $L^*$ )**

O valor  $L^*$  (luminosidade ou percentagem de reflectância) foi utilizado para caracterizar a condição PSE (BARBUT, 1998; SOSNICK, 1998; SAMS, 1999; OLIVO et al., 2001).

##### **4.7.2- Razão $a^*/b^*$**

A razão entre valores positivos do componente  $a^*$  (intensidade de cor vermelha) e os valores positivos do componente  $b^*$  (intensidade de cor amarela) do Sistema *Cialab*, foram usados para determinar, de forma indireta, o teor de oximioglobina e de metamioglobina presentes na superfície das amostras analisadas, conforme proposto por STEWART et al. (1965) e adotado por diversas equipes de pesquisadores (MITSUMOTO et al., 1998; OLIVO et al., 2001). Com este procedimento, quando comparado entre duas ou mais amostras, o valor superior indica maior teor de oximioglobina (a forma oxigenada da mioglobina, de cor vermelho vivo) em detrimento de metamioglobina (a forma oxidada da mioglobina, de cor marron-amarelada ou pálida). Assim, conforme OLIVO et al., (2001), esta análise também é utilizada como indicadora da desnaturação da molécula de mioglobina.

#### **4.8- MEDIDA DO EXSUDATO (Amostras Resfriadas)**

Esta análise foi realizada conforme descrito por NORTHCUTT et. al. (1994) e adaptado por OLIVO et al.,(2001). Amostras de peito íntegro (n=29 para cada grupo experimental), foram mantidas sob simulação de venda ao varejo, em bandejas de poliestireno, levemente inclinadas, cobertas com filme plástico permeável, a  $3(\pm 2)^{\circ}\text{C}$  por 72 h. Após este período, foi descartado o exsudato e as amostras foram pesadas em balança semi-analítica (marca Sartorius, modelo GMBH). Os resultados foram expressos como percentual de perda, calculado com base no peso inicial e final dos filés de peitos.

#### **4.9- MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO DESCONGELAMENTO (Drip Loss)**

Para este ensaio, as amostras de filés (n=41 para cada grupo experimental) foram pesadas antes e após o descongelamento, com a finalidade de se conhecer a perda durante o descongelamento (*drip loss*). Os resultados foram expressos em percentagem, com base no peso inicial e final dos filés de peito.

#### **4.10- MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO COZIMENTO (Cooking Loss)**

As amostras de filés íntegros (n=25 para cada grupo experimental) foram pesadas antes e após o cozimento, com a finalidade de se conhecer a perda de peso durante o cozimento (*cooking loss*), conforme adotado por OWENS et al. (2000). Os resultados foram expressos em percentagem, com base no peso inicial e final dos filés de peito.

Os filés de peito foram cozidos (grelhados) em chapa metálica previamente aquecida a  $180^{\circ}\text{C}$  por 10 minutos (5 minutos de cada lado), e depois resfriados a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) para então serem pesados, conforme descrito acima.

#### 4.11- ANÁLISE SENSORIAL

A Análise Sensorial, do tipo “comparação pareada-preferência”, de acordo com MORAES (1990), foi realizado por uma equipe de 47 (quarenta e sete) provadores semitreinados, os quais foram questionados sobre a preferência dos mesmos, sob o quesito textura, entre as amostras de filés de peito do Grupo Banhado e do Grupo Sem Banho. As amostras utilizadas foram n=18 para cada grupo experimental, com três repetições, totalizando n=54 para cada grupo.

Os filés de peito, na sua forma integral e *in natura* (sem adição de qualquer tipo de tempero), foram aquecidos em chapa metálica a 180°C por 10 minutos (5 minutos de cada lado). Após o cozimento, os filés de peito foram resfriados a 40°C ( $\pm$  2°C) e servidos inteiros.

Os provadores, separados em cabines individuais (em grupos de 5 por vez), receberam uma ficha de avaliação, na qual responderam a sua preferência entre as duas amostras. Adicionalmente, foram solicitadas a exporem, de forma espontânea, as razões de sua preferência. A ficha utilizada consta na Figura 04.

#### 4.12- ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a análise estatística foi usado o teste de múltipla comparação Tukey-Kramer (Anova) do Programa Statistica for Windows, versão 5.0 (1995), Statsoft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA, 1995 (STATISTICA, 1995).

## **ANÁLISE SENSORIAL DE FILÉ DE PEITO DE FRANGO**

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Você está recebendo duas amostras de filés de peito de frango. Por favor, prove cada uma individualmente.  
Coloque um círculo ao redor da amostra de melhor textura (ao morder).

A

B

Por favor, dê a razão de sua preferência.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

De acordo com os parâmetros abaixo, marque um X na coluna da amostra que apresenta estas características, conforme sua avaliação:

A

B

Mastigabilidade

Macia

Suculenta

Fibras Duras

Seca

Borrachuda

Firme

Fibrosa

**Muito obrigado pela sua participação!**

Fig. 04: Ficha de avaliação utilizada na Análise Sensorial.

## **5- RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados gerais encontram-se na Tabela 10, apresentada no final deste trabalho. As avaliações seguintes, apresentam-se em tabelas individuais, para uma melhor didática durante a leitura.

### **5.1- TEMPERATURA CORPORAL *IN VIVO***

Os resultados da medida da temperatura corpórea *in vivo* encontram-se na Tabela 01. Os frangos do Grupo Banhado apresentaram temperatura de 40,68 ( $\pm 0,23$ )°C. O grupo dos frangos abatidos sem o recebimento de banho apresentou temperatura corpórea de 42,77( $\pm 0,20$ )°C. O valor de P entre estas médias foi de 0,0001, com diferença estatística extremamente diferente.

<b>Tab. 01: Temperatura Corporal <i>in vivo</i> (°C)</b>		
	Banhado	Sem Banho
n	41	41
Média	40,68 <sup>b</sup>	42,77 <sup>a</sup>
DP	0,23	0,20
Mín.	40,00	42,40
Máx.	41,30	43,20
P	0,0001	

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,0001)

Fisiologicamente 42°C é a temperatura considerado limiar crítico, acima da qual pode causar a morte dos frangos (FAST, 2002).

Estes resultados comprovam a efetividade do banho como função de relaxar as aves, induzindo a imediatas mudanças fisiológicas e bioquímicas positivas, contribuindo para o restabelecimento do bem estar das mesmas. Esta afirmativa é corroborada com os demais resultados, conforme serão discutidos adiante.

Contudo, é importante registrar que o procedimento de banho às aves estressadas deve ser realizado com determinada cautela. Como as aves não conseguem perder o excesso de calor por sua pele, devido a ausência de glândulas sudoríparas, o fazem pelo sistema respiratório. Esta troca de calor é lenta. Assim, frangos com temperatura corpórea elevada, ao receberem o banho, podem sofrer choque térmico. O choque térmico ativará ainda mais o eixo HPA (resposta de “luta e fuga”), podendo provocar alterações bioquímicas *ante mortem*, com maior injúria aos tecidos, indesejáveis para a qualidade final da carne. Em situação mais crítica, este choque térmico, poderá também provocar a morte dos indivíduos, acarretando o seu descarte.

Assim, nos períodos de temperatura ambiental elevada ( $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) e/ou quando os frangos chegam à plataforma de abate com respiração ofegante, recomenda-se, inicialmente, arrefecer a temperatura corpórea das aves, como forma de evitar o choque térmico. Para este procedimento, sugere-se adotar a aspersão de gotículas de água, associada a ventiladores, em local apropriado coberto, com ausência dos raios do sol. Este local ameno contribuirá para que as aves restaurem a sua fisiologia de forma gradual. Em seguida ao arrefecimento da temperatura corpórea, procede-se então um efetivo banho, de forma gradual, sem assustar os indivíduos. Estes procedimentos irão garantir o restabelecimento homeostático e por sua vez, a qualidade final da carne.

## 5.2- MEDIDA DO pH MUSCULAR

Os resultados do pH da carne medido no tempo 24h *post mortem* encontram-se na Tabela 02.

As aves do grupo experimental que receberam banho apresentaram, no músculo *Pectoralis major*, o pH médio de 6,06 ( $\pm 0,10$ ) enquanto que as aves abatidas sem o recebimento do banho, apresentaram o pH médio de 5,85 ( $\pm 0,08$ ). Estes valores médios apresentam o valor de P de 0,0001, ou seja, extremamente diferentes estatisticamente. As Figuras 5 e 6, mostram o histograma dos valores de pH, para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho, respectivamente.



O pH muscular é um reflexo direto dos eventos bioquímicos ocorridos imediatamente antes da morte e no período *post mortem*, quando da instalação do *rigor mortis*. OLIVO et al., (2001) mostraram as curvas glicolíticas típicas de frangos sacrificados sob estresse e sob o estado relaxado. A instalação do *rigor mortis* nas aves abatidas sob estresse é de aproximadamente duas vezes mais rápido do que nas aves calmas. Nas primeiras ocorre uma maior produção de ácido láctico. Resultados semelhantes foram encontrados para suínos, por WISMER-PEDERSEN e seu grupo (1959, 1961a,b) e em perus por SOSNICK (SOSNICKI et al., 1998). FRONING et al. (1978) também observaram que perus expostos ao estresse pré-abate, exibiram um acelerado declínio do pH muscular.

Tab. 02: pH Muscular (24h)		
	Banhado	Sem Banho
n	611	608
Média	6,06 <sup>a</sup>	5,85 <sup>b</sup>
DP	0,10	0,08
Mín.	5,74	5,61
Máx.	6,39	6,11
P	0,0001	

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,0001)

A rápida glicólise imediatamente após o abate gera pH muscular ácido, devido à produção de ácido láctico. Para frangos, o valor de pH abaixo de 5,7 dentro do tempo *post mortem* de 15 min., enquanto a carcaça ainda se encontra quente, causa desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, levando ao comprometimento das propriedades funcionais das carnes. Este conjunto de fenômenos, leva ao desenvolvimento de carnes com características *PSE* em frangos, conforme originalmente proposto por KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ (1978) e confirmado por OLIVO et al., (2001). A desnaturação das proteínas depende da velocidade da glicólise e do valor de pH final (OFFER, 1991).

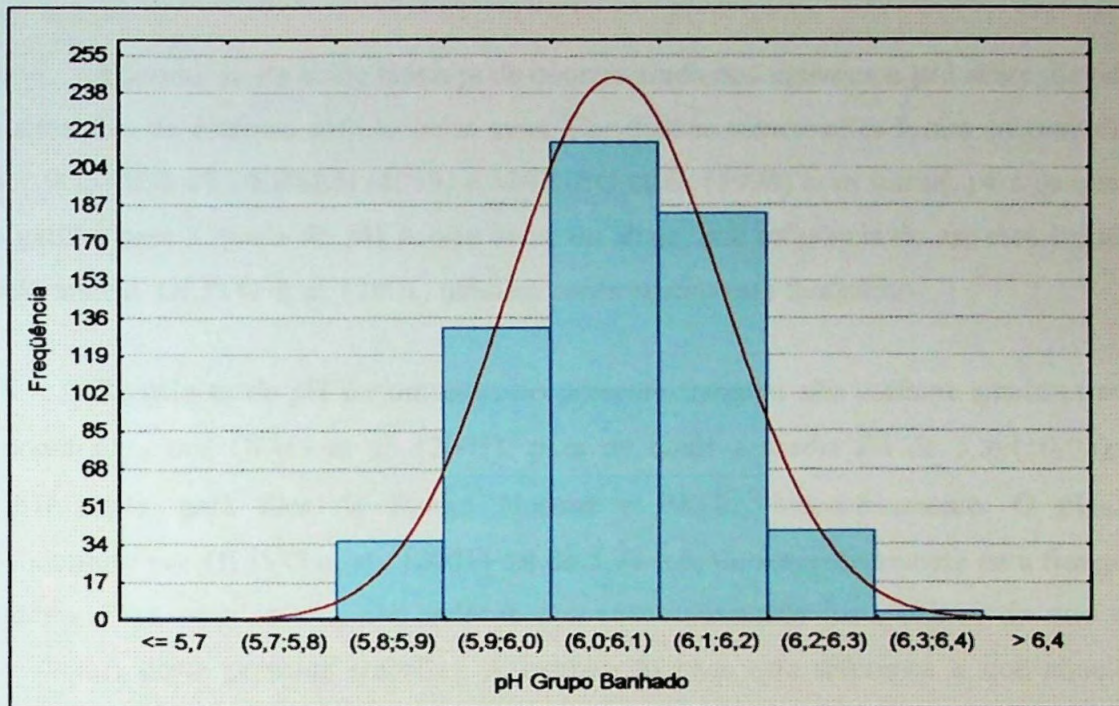


Fig. 05: Histograma da distribuição dos valores de pH, para o Grupo Banhado.

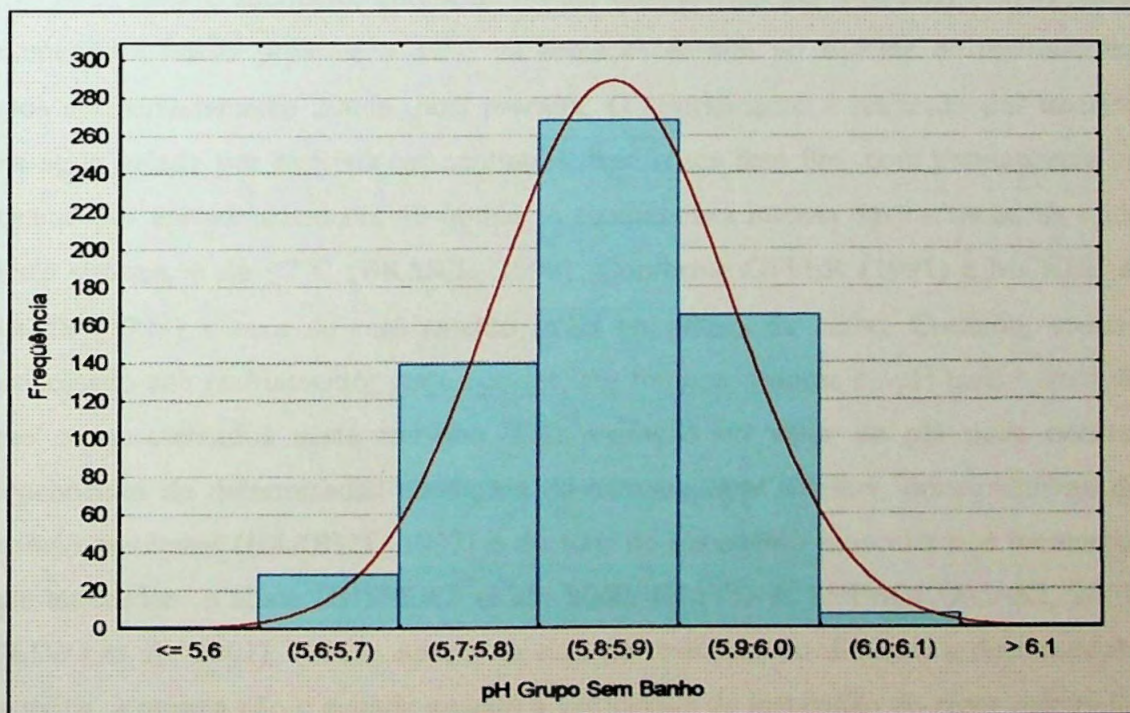


Fig. 06: Histograma da distribuição dos valores de pH, para o Grupo Sem Banho.

A produção de ácido láctico pode ocorrer ainda nos momentos pré-abate, devido a situações de estresse sofrido pelas aves. Conclusões semelhantes foram encontradas por WISMER-PEDERSEN (1959) e MARIBO et al. (1998) com suínos, para os quais o gatilho para a queda do pH ocorre antes do abate, sob influência do estresse sofrido pelo animal. OLIVO et al. (2001) também confirmaram este fenômeno.

Os valores de pH encontrados no presente trabalho são bastante similares aos encontrados por QIAO et al. (2001), para os quais a média foi de 5,96( $\pm$ 0,03) e 5,81( $\pm$ 0,03), para filés de frango Normal e Pálido, respectivamente. O pH<sub>final</sub> encontrado por OLIVO et al., (2001) foi de 5,77 e 5,53, respectivamente para frangos calmos e estressados. Aqueles valores são acentuadamente mais baixos do que os resultados deste presente trabalho. A explicação para esta diferença é que aquelas pesquisas foram realizadas experimentalmente, em laboratório, sem o resfriamento *post mortem*. Os ensaios do presente trabalho foram realizados em linha normal de um abatedouro industrial, sendo que as carcaças das aves abatidas foram imediatamente resfriadas após o sacrifício, conforme norma estabelecida por BRASIL (1998). Com temperatura inicial próxima a 40°C as carcaças entram no sistema de resfriamento após aproximadamente 20min. *post mortem*. O resfriamento é realizado por imersão em água gelada por resfriadores contínuos, tipo rosca sem fim, com permanência no mesmo por aproximadamente 40-60min. A temperatura interna das carcaças, na saída deste sistema, é de  $\leq 7^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 1998). Conforme OFFER (1991) e MCKEE & SAMS (1998) a taxa de resfriamento influi no pH<sub>final</sub> da carne. Contudo, mesmo processado sob resfriamento, pode ocorrer, em frangos, valores de pH mais baixos do que os apresentados neste trabalho. Esta variação no valor do pH pode ocorrer dependendo de determinadas condições de estresse *ante mortem*, principalmente do manejo ambiental (BARBUT, 1997) e do teor de glicogênio muscular nos momentos que antecedem o abate (GISPERT et al., 2000; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001, OLIVO et al., 2001). Porém, apesar da taxa de resfriamento diminuir a desnaturação protéica, a mesma não é evitada quando a velocidade de instalação do *rigor mortis* for alta (OFFER, 1991).

### 5.3- ANÁLISE DE COR (Valor de $L^*.a^*.b^*$ .)

Os resultados da análise de cor, pelo padrão *CIALAB*, encontram-se na Tabela 03.

### 5.3.1- Valor de L\*

A média do valor de L\* foi de 48,78( $\pm 1,72$ ) e 53,11( $\pm 1,50$ ), respectivamente para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho. A diferença estatística é de  $P=0,0003$  (bastante significativa).

Estes resultados da análise de cor (valor L\*) corroboram com os resultados de pH, mostrando que o banho efetivamente provocou mudanças fisiológicas e bioquímicas positivas, levando a uma melhoria na qualidade final das amostras de filés de peito analisados. A cor do filé nitidamente mais pálida é uma característica típica do *PSE* em aves, conforme preconizada por várias equipes de pesquisadores (BARBUT, 1998; SOSNICKI et al., 1998; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001).

A palidez da carne está diretamente relacionada com a desnaturação protéica causada pelo baixo pH. A cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva pela mioglobina, provocada pela distribuição da luz que emerge da carne. Com a diminuição do pH, ocorre aumento na birrefringência, com menos luz sendo transmitida através das fibras e mais luz sendo dispersa (BENDAL & SWATLAND, 1988; SWATLAND, 1993 e 1995).

Os nossos resultados também confirmam a existência de relação inversa entre os valores de L\* e o pH, conforme previamente apontado por OLIVO et al., (2001) e OLIVO & SHIMOKOMAKI (2001), ou seja, menor pH confere maior valor de L\* (carne mais pálida); maior pH confere menor valor de L\* (carne mais escura). Esta assertiva é comprovada com a análise do Coeficiente de Correlação entre o valor de pH e L\* apresentado nas Figura 09, Figura 10 e Figura 11.

Na Figura 09, observa-se o Coeficiente de Correlação entre o pH e o L\* dentro do Grupo Banhado. Para este Grupo, o ângulo da reta apresenta significativamente diferente de zero ( $P<0,05$ ), sendo o valor de R igual a  $-0,72$ .

**Tab. 03: Valores de L\*.a\*.b\*. e Razão a\*/b\***

	GRUPO BANHADO n=611				GRUPO SEM BANHO n=608			
	L*	a*	b*	Razão a*/b*	L*	a*	b*	Razão a*/b*
Média	48,78 <sup>b</sup>	2,82 <sup>a</sup>	14,77 <sup>b</sup>	0,19 <sup>a</sup>	53,11 <sup>a</sup>	2,71 <sup>b</sup>	15,65 <sup>a</sup>	0,17 <sup>b</sup>
DP	1,72	1,22	1,53	0,08	1,50	1,14	1,47	0,07
Mín.	42,90	0,20	10,97	0,01	48,37	0,13	11,73	0,01
Máx.	51,90	7,67	20,13	0,50	58,77	8,00	20,83	0,50

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes.

Valor L\*: P=0,003; Valor a\*: P=0,0945; Valor b\*: P=0,0001; Razão a\*/b\*: P=0,001.

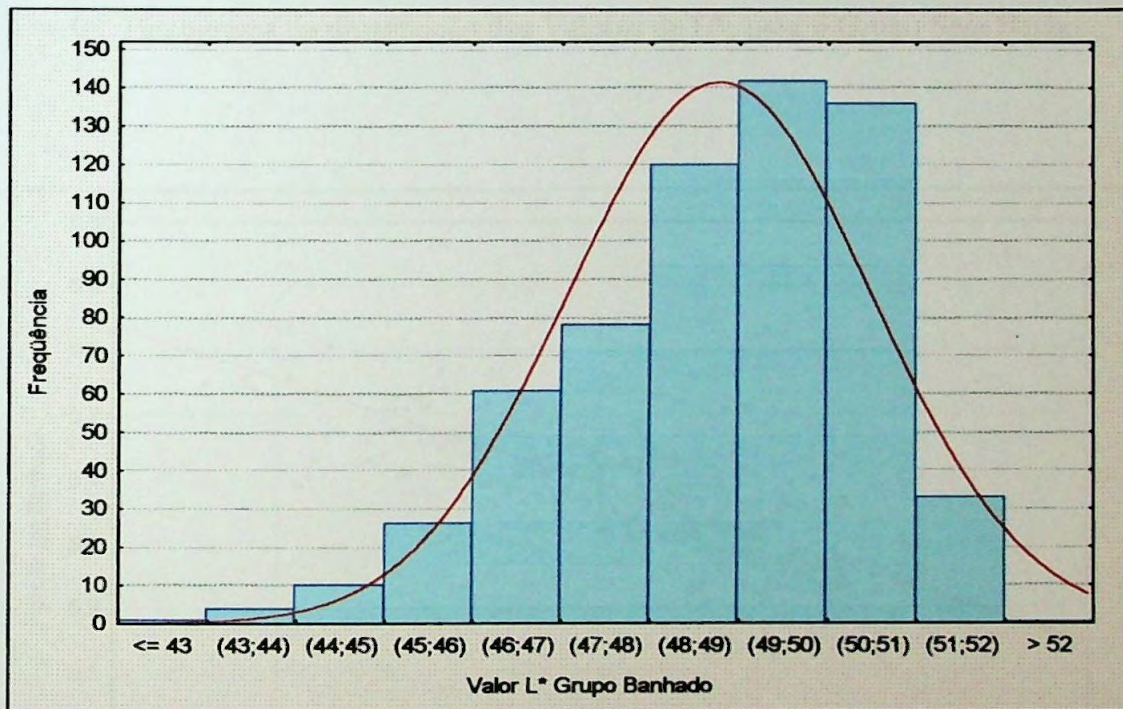


Fig. 07: Histograma da distribuição dos Valores de L\*, para o Grupo Banhado.

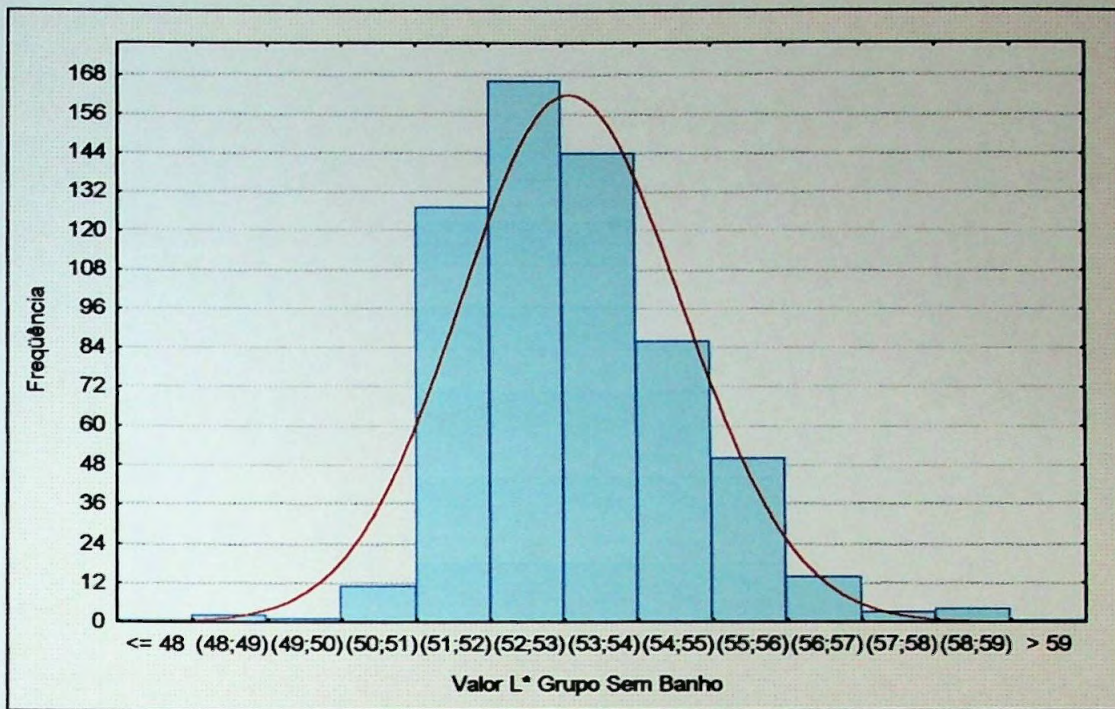


Fig. 08: Histograma da distribuição dos Valores de L\*, para o Grupo Sem Banho.

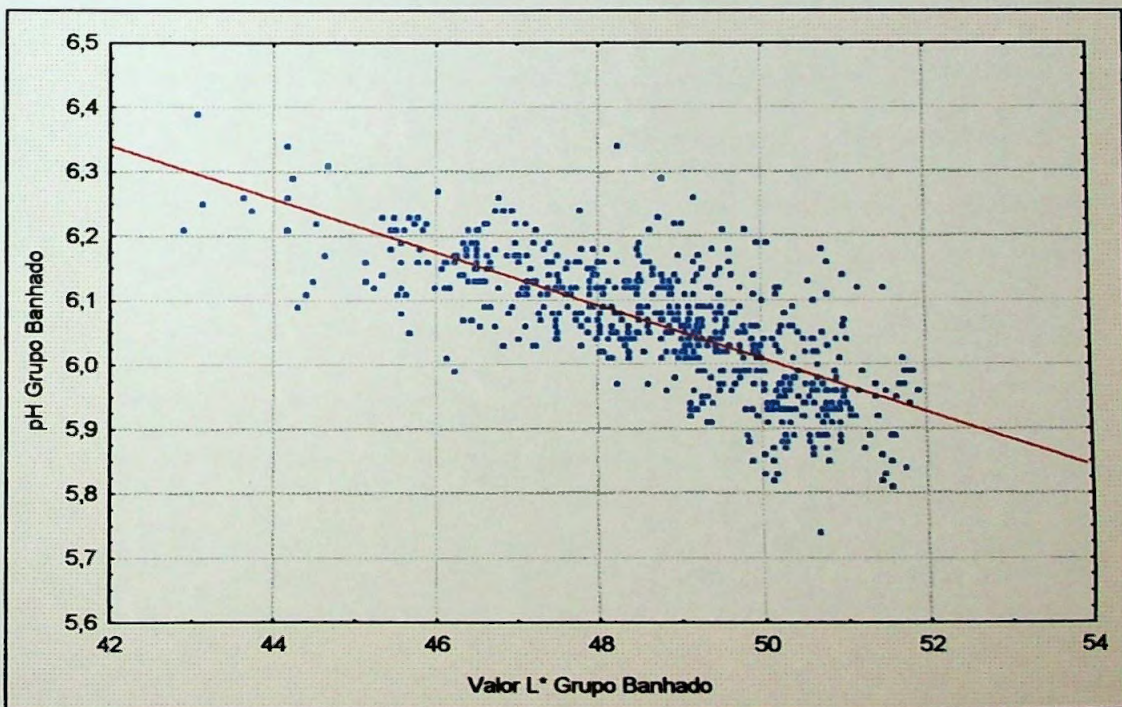


Fig. 09: Correlação entre pH e Valor de L\* para o Grupo Banhado ( $P < 0,05$  e  $R = -0,72$ ).

Já na Figura 10, consta o Coeficiente de Correlação entre o pH e o  $L^*$  do Grupo Sem Banho. Para este grupo, o ângulo da reta também se apresenta significativamente diferente de zero ( $P < 0,05$ ), sendo o valor de R igual a  $-0,47$ .

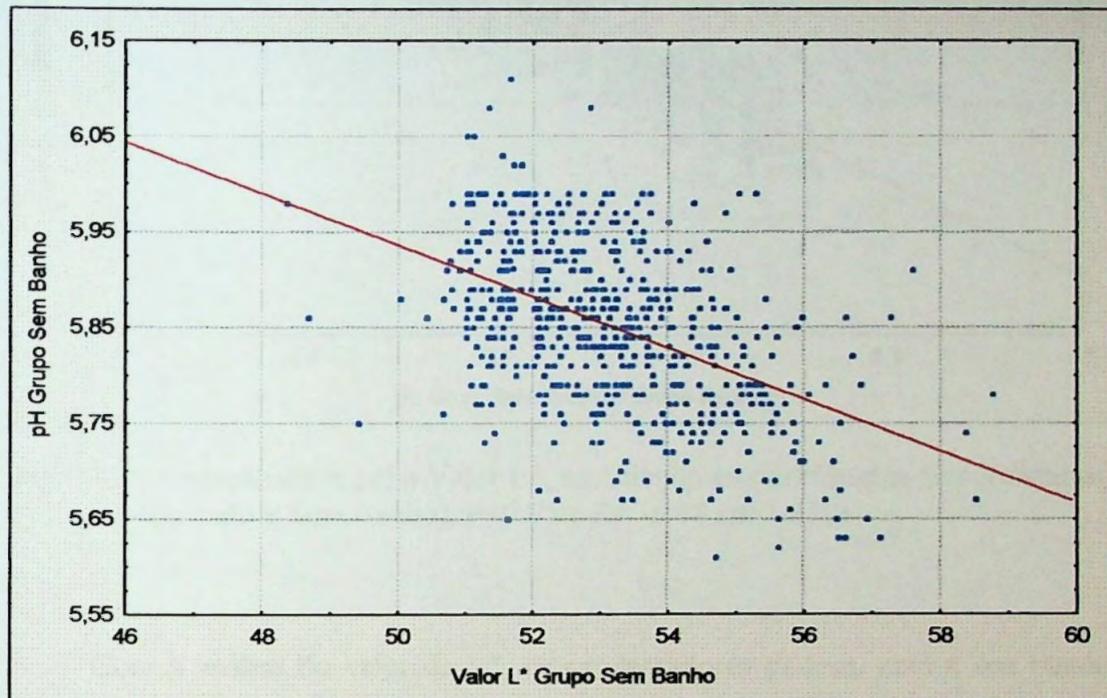


Fig. 10: Correlação entre pH e Valor de  $L^*$ , para o Grupo Sem Banho ( $P < 0,05$  e  $R = -0,47$ ).

A Figura 11 mostra o Coeficiente de Correlação entre o pH e o  $L^*$ , associando os dois grupos experimentais, como forma de confirmar a existência da relação inversa entre estes dois importantes parâmetros de qualidade. Neste caso, ângulo da reta se apresenta significativamente diferente de zero ( $P < 0,05$ ), sendo o valor de R igual a  $-0,84$ . Estes dados são semelhantes aos encontrados por QIAO et al. (2001), para os quais o coeficiente de correlação foi de  $R = -0,96$ .

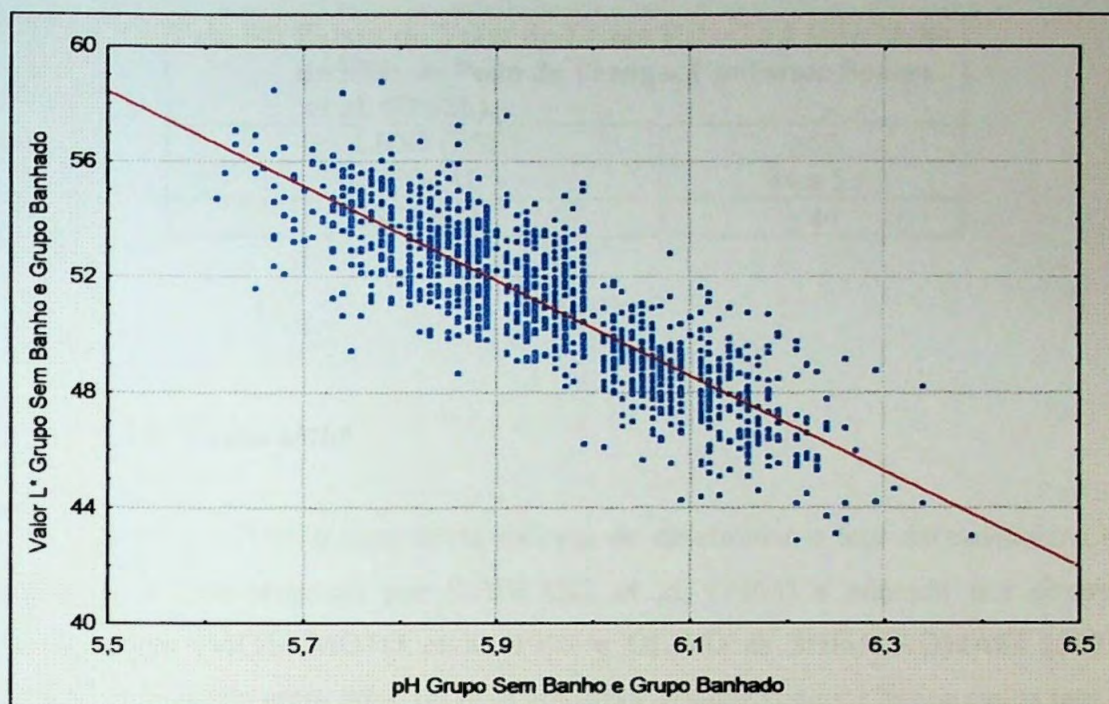


Fig. 11: Correlação entre pH e Valor L\*, associando os dois Grupos Experimentais (Banhado e Sem Banho).  $P < 0,05$  e  $R = -0,84$  ( $n = 1.219$ )

Com a análise do valor de  $L^*$ , 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, 1997; BARBUT, 1998). Trata-se de uma análise não destrutiva, rápida e econômica. Da mesma forma, os gráficos de correlação, conforme apresentados nas Figuras 09, 10 e 11 mostram que o valor  $L^*$  é confiável e de reprodutividade.

OLIVO (1999) e OLIVO & SHIMOKOMAKI (2001) inicialmente caracterizaram o *PSE* como  $L^* > 52$ . As pesquisas e trabalhos subsequentes de nossos laboratórios, juntamente com subsídios da literatura, permitiram caracterizar as condições de qualidade de filés de peito de frango, através da análise do valor de  $L^*$  (SOARES et al., 2002b), conforme consta na Tabela 04.



<b>Tab. 04: Faixas do Valor de L* em Relação à Qualidade de Filés de Peito de Frango, Conforme Soares et al. (2002b).</b>	
PÁLIDO (PSE)	≥53
NORMAL	44 a 53
ESCURO	≤44

### 5.3.2- Razão a\*/b\*

A Razão a\*/b\* é uma forma indireta de determinar o teor de mioglobina em carnes, conforme proposto por STEWART et al. (1965) e adotado por diversos pesquisadores (MITSUMOTO et al. 1998 e OLIVO & SHIMOKOMAKI (2001). Quando comparado entre duas, ou mais amostras, o valor superior indica maior teor de oximioglobina (a forma oxigenada da mioglobina, de cor vermelho vivo) em detrimento de metamioglobina (a forma oxidada da mioglobina, de cor marrom ou pálida) (OLIVO, 1999).

Os nossos resultados da Razão a\*/b\* (Tabela 03), foram de 0,1889 e 0,1714, respectivamente para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho, com diferença estatística significativa de P=0,0037. Como o teor de mioglobina é reduzido em carnes de aves estressadas pelo calor (JONES, 1992), conclui-se que as amostras do Grupo Banhado sofreram menor desnaturação da molécula de mioglobina, endossando as conclusões obtidas com os resultados de pH e de Valor de L\*. Desta forma, mais uma vez, reforça-se a efetividade do banho *ante mortem*, como função de melhorar a qualidade final da carne.

### 5.4- MEDIDA DO EXSUDATO

A medida da perda de umidade por exsudação é uma forma direta de determinar a Capacidade de Retenção de Água, um importante parâmetro de averiguação da qualidade funcional das proteínas naturais da carne (OLIVO et al., 2001; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001).

Os resultados da Medida do Exsudato do presente trabalho constam na Tabela 05.

Tab. 05: Medida da Exudação (%)		
	Banhado	Sem Banho
n	29	29
Média	2,24 <sup>b</sup>	3,74 <sup>a</sup>
DP	0,40	1,70
Mín.	1,49	0,99
Máx.	3,17	7,34
P	0,0001	

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes ( $P < 0,0001$ )

Os resultados médios da exsudação foram de 2,24( $\pm 0,40$ )% e 3,74( $\pm 1,7$ ), respectivamente para os Grupos Banhado e Sem Banho, com uma diferença média de 1,5%. O valor de P para estas médias foi de 0,0001, uma diferença estatística extremamente significativa.

Na prática, esta diferença de 1,5% é bastante relevante. Isto significa que as matérias primas nesta condição estão susceptíveis a maior perda de peso durante a sua cadeia produtiva, refletindo substancialmente nos resultados econômicos e de qualidade dos produtos finais. É possível que as indústrias abatedouras que instituem ou venham a instituir o banho *ante mortem*, alcancem um maior rendimento diário, que podemos estimar, com base neste resultado, como sendo 1,5% acima, quando comparado com as indústrias que não instituem o banho. Isto é indubitavelmente correto para aquelas indústrias especializadas na realização de cortes. O ato do corte e as operações subseqüentes favorecem a migração de umidade para o exterior da carne.

Após o corte das carcaças, o exsudato torna-se o principal contribuinte para a perda global de umidade da carne e esta perda será influenciada pelos métodos de operação dos cortes, tipo e tamanho das peças, tempo após o abate e o pH final da carne (NORTHCUTT et al., 1994).

Em suínos sensíveis ao estresse, a permeabilidade da membrana celular está alterada, produzindo uma acumulação de líquidos e sais minerais no exterior da célula (ÁLVAREZ & ARGANDOÑA, 1996). A liberação destes fluidos do espaço intercelular, devido ao *PSE*, diminui a força de adesão do tecido conjuntivo entre as fibras, causando fragmentação do produto após o cozimento e o fatiamento (SWATLAND, 1995).

Os nossos resultados obtidos também estão de acordo com outras pesquisas (McCURDY et al., 1996), para as quais os peitos de perus classificados como *PSE* apresentam uma menor CRA.

#### **5.5- MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO DESCONGELAMENTO (Drip Loss)**

O teste Perda de Umidade durante o Descongelamento é uma outra importante prova para a avaliação da Capacidade de Retenção de Água da carne, usado principalmente para a determinação da carne *PSE* (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001; OWENS et al., 2000).

Os resultados deste ensaio constam na Tabela 06.

As médias obtidas para os Grupo Banhado e Grupo Sem Banho foi de 4,00% e 5,73%, respectivamente, com diferença entre os dois grupos de 1,73%. Os valores mínimo e máximo foram de 3,31 e 4,91 para os primeiros e 5,08 e 7,24 para os segundos. O valor de P foi de 0,0001, com diferença estatística extremamente significativa.

Esta diferença significativa, entre as médias, de 1,73% a mais de Perda no Descongelamento para o Grupo abatido sob estresse, reflete aproximadamente o mesmo resultado obtido na Análise de Exsudato, a qual foi de 1,5%. Estes resultados mostram concordância, confirmando então a tendência na melhoria da qualidade para as carnes daquelas aves que receberam banho.

**Tab. 06: Perda de Umidade no Descongelamento (%)**

	Banhado	Sem Banho
n	41	41
Média	4,00 <sup>b</sup>	5,73 <sup>a</sup>
DP	0,30	0,42
Mín.	3,31	5,09
Máx.	4,91	7,24
P	0,0001	

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,0001)

#### 5.6- MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO COZIMENTO (Cooking Loss)

A análise da Perda no Cozimento serve também para avaliar a Capacidade de Retenção de Água, refletindo as condições funcionais das proteínas naturais da carne.

Os resultados desta análise encontram-se na Tabela 07.

**Tab. 07: Perda de Umidade no Cozimento (%)**

	Banhado	Sem Banho
n	25	25
Média	28,04 <sup>a</sup>	32,01 <sup>a</sup>
DP	1,09	1,49
Mín.	25,57	29,32
Máx.	30,87	35,12
P	0,0001	

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,0001)

Os resultados médios obtidos foram de 28,03(±1,09)% e 32,01(±1,49)%, respectivamente para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho, com diferença de 3,98%.

O valor de P foi de 0,0001, mostrando haver diferença estatística extremamente significativa. Na prática, esta diferença de aproximadamente 4% a mais de perda de umidade, irá indubitavelmente refletir na qualidade sensorial desta matéria prima analisada. Esta assertiva é tão verdadeira, que os resultados da análise sensorial (item 5.7), confirmaram maciçamente a preferência dos provadores às amostras de filés de frango do grupo que receberam banho *ante mortem*. As amostras utilizadas para esta análise de Perda no Cozimento foram exatamente as mesmas utilizadas no painel sensorial.

De fato, em cortes suínos, uma maior perda de água durante o cozimento, torna-os mais rígidos (WAL et al., 1988), fenômeno que também ocorre em peitos de perus (MCKEE & SAMS, 1998).

#### 5.7- ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados da Análise Sensorial encontram-se na Figura 12 e na Tabela 08. Na Figura 12 encontram-se os resultados direto da preferência dos provadores e na Tabela 08 encontram-se os resultados das opiniões espontâneas dos provadores quanto a sua preferência.

Dos provadores, 33 indivíduos (70%), preferiram a textura dos filés do Grupo Banhado, enquanto que 14 indivíduos (30%) preferiram a textura dos filés do Grupo Sem Banho, com nível de significância de  $P < 0,05$ . Estes resultados são melhores visualizados na Figura 12.

As opiniões espontâneas dos degustares, com referência à sua preferência, estão sucintas na Tabela 08.

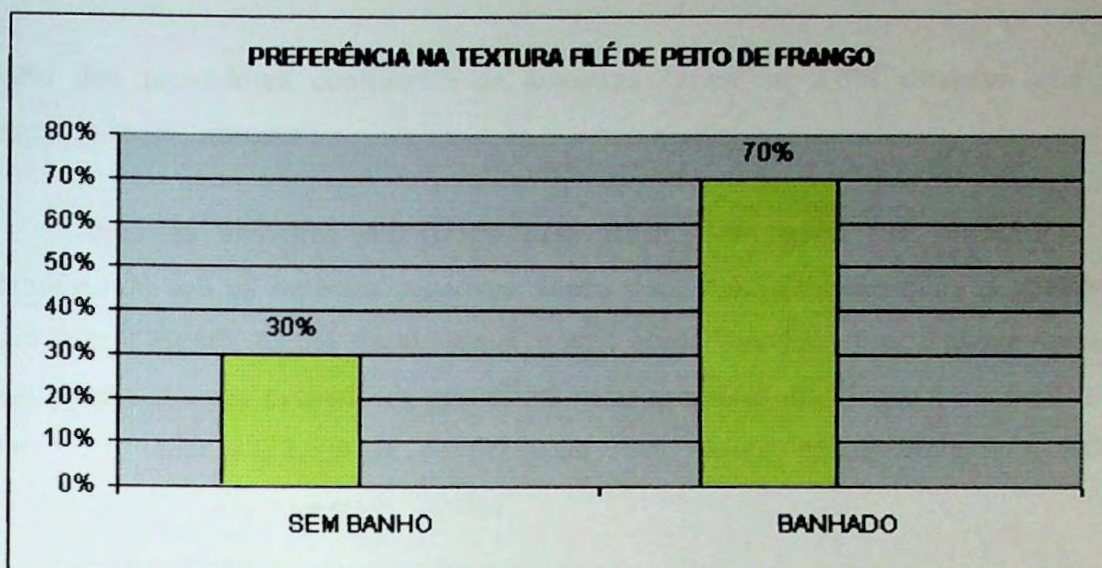


Fig. 12: Resultado da preferência sensorial de filés de peito, entre os Grupo Banhado e Grupo Sem Banho.

**Tab. 08: Resultados das Opiniões dos Provedores Quanto a Preferência (em %)**

Parâmetro de Qualidade	GRUPO	BANHADO	GRUPO NÃO BANHADO	
	Pontos Positivos	Pontos Negativos	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Mastigabilidade	64,0%		12,0%	
Macio	62,0%		8,0%	
Suculento	60,0%			
Fibras Duras				74,0%
Sêco				48,0%
Borrachudo				30,0%
Firme		2,0%		
Fibroso		2,0%		

Para o Grupo Banhado, 64,0% dos provedores consideraram as amostras com melhor mastigabilidade, 62,0% afirmaram que as amostras estavam macias e 60,0% consideraram que as mesmas estavam suculentas. Para este Grupo Banhado, apenas

2,0% dos provadores consideram as amostras “firme” e 2,0% disseram que as amostras eram “fibrosas”.

Para as amostras do Grupo Sem Banho, em geral, os provadores as classificaram sob os aspectos negativos, sendo que 74,0% consideraram as amostras com “fibras duras”, 48,0% como “secas” e 30% como “borrachudas”. Em sua opinião espontânea, poucos provadores preferiram pelas amostras do Grupo Não Banhado, sendo que apenas 12,0% as consideraram com melhor mastigabilidade e 8,0% afirmaram que as mesmas eram “macias”.

Este quadro geral nos confirma a preferência dos provadores pelas amostras de filés de peito de frango do Grupo que receberam banho, em detrimento das amostras oriundas de frangos do Grupo que não receberam banho. As razões para esta preferência são de que, para o primeiro Grupo, as amostras de filés apresentaram-se com melhor mastigabilidade, mais suculentos e macios.

## **5.8- ANÁLISE DE CORTISOL**

A análise do teor de Cortisol na corrente sanguínea é usada como indicador do estado de estresse em animais. Sob situação de estresse apregoa-se que o nível de cortisol aumenta. Quando a situação estressante, desaparece diminui o nível deste hormônio (McEWEN, 1998).

Os resultados desta análise encontram-se na Tabela 09.

Os resultados médios obtidos para a Análise de Cortisol foram de 6,13ng/mL e 6,84ng/mL respectivamente para o Grupo Banhado e o Grupo Sem Banho. Os valores mínimos e máximos foram de 4,00ng/mL e 8,10ng/mL para o Grupo Banhado. Para o Grupo Sem Banho os resultados mínimos e máximos foram de 6,84ng/mL e 10,00ng/mL , respectivamente.

<b>Tab. 09: Análise de Cortisol (ng/mL)</b>		
	Banhado	Sem Banho
n	17	18
Média	6,13 <sup>a</sup>	6,84 <sup>a</sup>
DP	1,26	1,80
Mín.	4,00	4,50
Máx.	8,10	10,00
P	0,0825	

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,0001)

O valor de P foi de 0,0825, sem diferença estatística, apesar de ocorrer uma leve tendência para um maior nível de cortisol nas amostras de sangue das aves do Grupo Sem Banho.

KANNAN & MENCH (1996) e KANNAN & MENCH (1997), estudando métodos de manejo de frangos, concluíram que a forma de manejo irá influir na resposta ao estresse e conseqüentemente nos níveis de cortisol no plasma sanguíneo. Porém, os mesmos autores também afirmam que o estudo do estresse durante o manejo e transporte é uma tarefa difícil de ser conduzida sistematicamente, sob condições comerciais. Sob situação comercial, as aves são expostas simultaneamente a numerosos e diferentes agentes estressores potenciais, incluindo o manuseio humano, dieta hídrica e de alimentos, barulhos, vibrações, variações de temperatura, aglomeração de indivíduos e restrição de movimento.

Assim, é possível que os resultados de nossos ensaios não tenham dado diferença estatística, em razão de eventuais circunstâncias relacionadas com o manuseio das aves, durante o ato de coleta do sangue. Como o gatilho para as reações hormonais é muito rápido, é possível que quando da coleta do sangue, as aves utilizadas em nossos experimentos, tenham sofrido algum grau de estresse. Ou seja, o simples ato da coleta e manuseio das aves pode ter desencadeado diferentes reações para cada indivíduo, com diferentes reações do Eixo HPA, levando como conseqüência uma maior ou menor ação do sistema nervoso simpático para a resposta de “luta e fuga”.



## 5.9- COMENTÁRIOS ADICIONAIS

Os resultados anteriormente discutidos mostram que o banho imediatamente antes do abate ameniza a injúria provocada pelo estresse calórico, ocorrido durante as etapas de manejo e transporte dos frangos. O mesmo age eficazmente, levando a alterações fisiológicas e bioquímicas positivas desejáveis, que evitam a instalação do fenômeno PSE. OLIVO et al., (2001) já haviam mostrado que uma maior presença de vitamina E nas membranas, em razão de suplementação, inibe os processos bioquímicos indutores de carne PSE em frangos. Com a presente pesquisa, caracterizamos para a cadeia produtiva de aves, uma metodologia de baixo custo e eficaz para a melhoria da qualidade geral da carne.

Até então, o transporte tem sido reportado como o principal processo que afeta o bem-estar das aves, alterando o metabolismo *ante e post mortem* e, por consequência, um responsável importante pela qualidade final da carne. Os estudos nesta área ganham novos rumos, considerando que a adoção do banho, associado com outras práticas de bom manejo, é uma ferramenta importante para ameniza a injúria causada pelo estresse durante esta etapa da cadeia produtiva.

Da mesma forma, esta pesquisa vem referendar a decisão do Ministério da Agricultura (Brasil), através da Portaria nº. 210 do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), no aspecto em que deixou de ser obrigatório o descanso *ante mortem* dos frangos, na plataforma dos abatedouros.

## **6- CONCLUSÕES**

**6.1- O banho com água ameniza a injúria provocada pelo estresse calórico em frangos.**

**6.2- O banho imediatamente antes do abate induz a mudanças fisiológicas e bioquímicas positivas, em frangos previamente estressados, refletindo diretamente na melhoria da qualidade final da carne (*M. Pectoralis major*).**

**6.3- Estas mudanças fisiológicas e bioquímicas positivas, provocadas pelo banho *ante mortem* inibem a instalação do fenômeno PSE.**

**6.4- Comprova-se que a metodologia de banho *ante mortem*, tem maior relevância no controle do estresse térmico do que os aspectos costumeiramente tratados nas metodologias de transporte das aves.**

**6.5- A presente pesquisa vem referendar a Portaria nº 210, do Ministério da Agricultura do Governo Brasileiro, no aspecto em que deixou de ser obrigatório o descanso *ante mortem* dos frangos, na plataforma dos abatedouros.**

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi investigar a influência do tratamento com aspersão de água (banho), imediatamente antes do abate de frangos, na qualidade de filés de peito (*Pectoralis major*). Frangos, em condições comerciais, foram transportados ( $\leq 50$ km) sob temperatura ambiente de verão ( $28^{\circ}\text{C}$  a  $35^{\circ}\text{C}$ ), com um tempo total entre a coleta, recepção e abate de 1h à 4h. As aves foram divididas em dois lotes: Grupo Sem Banho ( $n= 608$ ), as aves, apresentando respiração ofegante, típica de estresse, foram sacrificadas em seu estado natural de estresse; e Grupo Banhado ( $n= 611$ ), as aves receberam banho calmante, com aspersão de água em temperatura ambiente por aproximadamente 10 minutos, associada à ventilação, imediatamente antes do abate. Foi coletada amostra de sangue para a análise de cortisol e tomada a temperatura corpórea *ante mortem*. Em seguida as aves foram sacrificadas em um abatedouro comercial e desossadas. Os filés foram analisados no tempo de 24h *post mortem*, quanto às seguintes propriedades funcionais: valor de pH, análise de cor (valor de  $L^*.a^*.b^*$ ), exsudação, perda no descongelamento, perda no cozimento e teste de degustação. A temperatura corporal *ante mortem* foi de  $40,68(\pm 0,23)^{\circ}\text{C}$  e  $42,77(\pm 0,20)^{\circ}\text{C}$ , para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho, respectivamente, com diferença estatística extremamente significativa ( $P \leq 0,0001$ ). O valor do  $\text{pH}_{24\text{h}}$  foi de  $6,06(\pm 0,10)$  e  $5,85(\pm 0,08)$  para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho, respectivamente, significativamente diferente ( $P < 0,0001$ ). O valor  $L^*$  foi de  $48,78(\pm 1,72)$  e  $53,11(\pm 1,50)$  respectivamente para os Grupos Banhado e Grupo Sem Banho, com bastante significância estatística ( $P < 0,0003$ ). A perda por exsudação foi de  $2,24(\pm 0,40)\%$  e  $3,74(\pm 1,70)\%$  para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho, com diferença estatística ao nível de  $P < 0,0001$  e uma diferença percentual relevante de 1,5%. A perda no descongelamento foi de  $4,00(\pm 0,30)\%$  e  $5,73(\pm 0,42)\%$ , respectivamente para o Grupo Banhado e Grupo Sem Banho, com diferença estatística ao nível de  $P < 0,0001$ , com uma diferença percentual direta de 1,73%, refletindo os valores relativos da perda por exsudação. Os valores da perda durante o cozimento foram de  $28,04(\pm 1,09)\%$  e  $32,01(\pm 1,49)\%$ , respectivamente para o Grupo Banho e Grupo Sem Banho, com diferença estatística extremamente significativa ( $P \leq 0,0001$ ).

Na análise sensorial subjetiva, a maioria dos painelistas (70%) preferiu a textura mais macia e suculenta dos filés do Grupo Banhado, em detrimento dos filés do Grupo Sem Banho que se apresentaram com fibras mais duras, secas e “borrachudos”. Os resultados da análise de cortisol não apresentaram diferença estatística ( $P \geq 0,0825$ ) entre os grupos estudados. Estes resultados obtidos demonstraram que o banho de água em frangos *ante mortem*, provoca mudanças fisiológicas e bioquímicas, inibindo a ocorrência do PSE em filés de peito. Assim, este procedimento deve ser adotado como prática comercial de rotina, como forma de contribuir para a qualidade final desta matéria-prima.

## SUMMARY

The objective of this work was to investigate the influence of water shower immediately before broiler slaughtering on the breast meat quality (*Pectoralis major*). Commercial Ross and Cross chickens were transported ( $\leq 50$  km) under summer temperature condition ( $28^{\circ}\text{C}$  to  $35^{\circ}\text{C}$ ) and the total time from harvest to slaughtering was of 1h to 4h. Birds were divided into two groups: Control Group (CG) without shower ( $n=608$ ) and the majority of them presented symptoms of thermal stress and Treated Group (TG) with water shower treatment ( $n=611$ ) for app. 10 min associated with ventilation immediately before slaughtering and the birds presented no symptoms of thermal stress. The average body temperature values were  $40.68(\pm 0,23)$  and  $42.77(\pm 0,20)^{\circ}\text{C}$  ( $P \leq 0,0001$ ) for CG and TG, respectively. The average  $\text{pH}_{24}$  values were  $6.06(\pm 0,10)$  and  $5.85(\pm 0,08)$  for CG and TG, respectively, significantly different ( $P < 0.0001$ ). The following measurements were carried out 24h after slaughtering. The  $L^*$  values were  $48.78(\pm 1,72)$  and  $53.11(\pm 1,50)$ , for CG and TG, respectively, significantly different ( $P < 0.0003$ ). Drip loss values were  $3.74(\pm 1,70)\%$  and  $2.24(\pm 0,40)\%$  for CG and TG, respectively, significantly different ( $P < 0.0001$ ). The thaw loss was  $4.00(\pm 0,30)\%$  and  $5.73(\pm 0,42)\%$ , for TG and CG, respectively, significantly different ( $P < 0.0001$ ). The subjective sensorial analysis showed that 70.0% of test panel components preferred samples from TG in relation to CG. Cortisol analysis results were not statistically significant ( $P > 0.0825$ ). All these results demonstrated unequivocally that the *ante mortem* shower treatment immediately before slaughtering inhibited the development of PSE chicken breast meat. Therefore this practice is recommended to be used as routine in commercial practices by companies in order to keep the chicken breast meat final quality.

## **7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABEF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS. *Relatório anual 2001*. São Paulo: ABEF, 2002. 8p.
- ÁLVAREZ, C.A., ARGANDOÑA, A.I.T.S. La conductividade eléctrica como sistema de detección de carnes de baja calidad en el proceso de elaboración de jamón cocido. *Eurocarne*, Madrid, v.6, n.50, p.23-34, 1996.
- ANTHONY, N.B. A review of genetic practices in poultry: efforts to improve meat quality. *J. Muscle Foods*, Trumbull, v.9, p.25-33, 1998.
- BARBUT, S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Res. Int.*, Oxford, v.26, p.39-43, 1993.
- BARBUT, S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v.38, p.355-358, 1997.
- BARBUT, S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. *J. Muscle Foods*, Trumbull, v.9, p.35-49, 1998.
- BENDALL, J.R., WISMER-PEDERSEN, J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. *J. Food Sci.*, Chicago, v.27, p.144-157, 1962.
- BENDALL, J.R., SWATLAND, H.J. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.*, Oxford, v.24, p.85-126, 1988.
- BOULIANNE, M., KING, A.J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. *Poult. Sci.*, Savoy, v.74, p.1693-1698, 1995.

- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Divisão Nacional de Produtos Animais. Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal. *Normas higiênico-sanitárias e tecnológicas para construção e funcionamento de matadouros de aves e suínos*. Brasília: DIPOA/DNPA, 1973.
- BRASIL. Portaria n.210, de 10 de novembro de 1998. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), Secretaria de Defesa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Brasília, 1998.
- CHEAH, K.S., CHEAH, A.M. Mitochondrial calcium transport and calcium-activated phospholipase in porcine malignant hyperthermia. *Biochim. Biophys. Acta*, Amsterdam, v.634, p.70-84, 1981.
- CHEAH, K.S., CHEAH, A.M., 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 landrace pigs. *Meat Sci.*, Oxford, v.17, p.37-53, 1986.
- CONTRERAS, C. Efeitos do transporte no estresse e qualidade da carne de frango. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, n.279, p.132, 2000.
- CUNNINGHAM, J.G. *Tratado de fisiologia veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 454p.
- FAST, J. Be aware of heat stress this summer. Canadian Poultry Consultants. Disponível em: [http://www.canadianpoultry.ca/heat\\_stress.htm](http://www.canadianpoultry.ca/heat_stress.htm). Acesso em: 15/11/02. 2002.
- FELÍCIO, P.E. O ABC do PSE/DFD. *Aliment. Tecnol.*, São Paulo, v.2, n.10, p.54-57, 1986.
- FERKET, P.R., QURESHI, M.A., GARLICH, J.D., RIVES, D.V., KIDD, M.T. Vitamin E affects performance, immunity, and meat quality. *World Poult.*, Sutton, v.11, n.2, p.10-15, 1995.

- FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. *Anualpec 2002*: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Argos Comunicação, 2002. 400p.
- FRONING, G.W., BABJI, A.S., MATHER, F.B. The effect of preslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. *Poult. Sci.*, Savoy, v.57, p.630-633, 1978.
- GUARNIERI, P.D., OLIVO, R., SOARES, A.L., IDA, E.I., LARA, J.A.F., SHIMOKOMAKI, M. Bem estar animal e qualidade da carne das aves: uma exigência dos consumidores. *Rev. N. Carne*, São Paulo, n.301, p.36-44, 2002.
- GISPERT, M., FAUCITANO, L., OLIVER, M.A., GUÀRDIA, M.D., COLL, C., SIGGENS, K., HARVEY, K., DIESTRE, A. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Sci.*, Oxford, v.55, p.97-106, 2000.
- HEDRICK, H.B., ABERLE, E.D., FORREST, J.C., JUDGE, M.D., MERKEL, R.A. *Principles of meat science*. 3.ed. Dubuque: Kendal/Hunt, 1994. 354p.
- JONES, J.M. Factors influencing poultry meat quality. In: JOHNSTON, D.E., KNIGHT, M.K., LEDWARD, D.A., eds. *The chemistry of muscle-based foods*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1992. p.27-39. (Royal Society of Chemistry. Special publication, n.106).
- JONES, R.B., SATTERLEE, D.G., CADD, G.G. Struggling responses of broiler chickens shackled in groups on a moving line: effects of light intensity, hoods, and 'curtains'. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, Amsterdam, v.58, p.341-352, 1998.
- KANNAN, G., MENCH, J.A. Influence of different handling methods and crating periods on plasma corticosterone concentrations in broilers. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v.37, p.21-31, 1996.
- KANNAN, G., MENCH, J.A. Prior handling does not significantly reduce the stress response to pre-slaughter handling in broiler chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, Amsterdam, v.51, p.87-99, 1997.



- KIJOWSKI, J., NIEWIAROWICZ, A. Emulsifying properties of proteins and meat from broiler breast muscles as affected by their initial pH values. *J. Food Technol.*, Oxford, v.13, n.5., p.451-459, 1978.
- LEHNINGER, A.L., NELSON, D.L., COX, M.M. *Principles of biochemistry: with an extended discussion of oxygen-binding proteins*. 2.ed. New York: Worth, 1993. 1013p.
- LOUIS, C.F., REMPEL, W.E., MICKELSON, J.R. Porcine stress syndrome: biochemical and genetic basis of this inherited syndrome of skeletal muscle. *Proc. -Annu. Reciprocal Meat Conf., Am. Meat Sci. Assoc.*, Savoy, v.46, p.89-96, 1993.
- MARIBO, H., OLSEN, E.V., BARTON-GADE, P., MOLLER, A.J., KARLSSON, A. Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs. *Meat Sci.*, Oxford, v.50, n.1, p.115-129, 1998.
- McCURDY, R.D., BARBUT, S. QUINTON, M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. *Food Res. Int.*, Oxford, v.29, p.363-366, 1996.
- McEWEN, B.S. Protective and demaging effects of stress mediators. In: FLIER, J.S., UNDERHILL, L.H. *Seminars in medicine of the Beth Israel Deaconess Medical Center. N. Engl. J. Med.*, Boston, v.338, n.3, p.171-179, 1998.
- MCKEE, S.R., SAMS, A.R. Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics. *Poult. Sci.*, Savoy, v.77, p.169-174, 1998.
- MITCHELL, G., HEFFRON, J.J.A. Porcine stress syndromes. *Adv. Food Res.*, New York, v.28, p.167-230, 1982.
- MITSUMOTO, M., OZAWA, S., MITSUHASHI, T., KOIDE, K. Effect of dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, colour and lipid stability during display in japanese black steer beef. *Meat Sci.*, Oxford, v.49, n.2, p.165-174, 1998.

- MORAES, M.A.C. *Métodos para avaliação sensorial dos alimentos*. 7.ed. Campinas: UNICAMP, 1990. 93p.
- MONDELLI, G., VIDRIK, V.R., ROÇA, R.O. Importância do emprego das técnicas de abate humanitário para os consumidores de carnes e frigoríficos. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, n.299, p.59-64, 2002.
- NORTHCUTT, J.K., FOEGEDING, E.A., EDENS, F.W. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poult. Sci.*, Champaign, v.73, p.308-316, 1994.
- OFFER, G. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.*, Oxford, v.30, p.157-184, 1991.
- OLIVO, R., IDA, E.I., FRANCO, F.O., CARNEIRO, A.L., SHIMOKOMAKI, M. The effect of supplemented vitamin E on poultry PSE. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44, Barcelona, 1998. *Proceedings*. Madrid: Institute for Food and Agricultural Research and Technology, 1998. v.2, p.500.
- OLIVO, R. *Carne PSE em aves*. São Paulo. 1999. 97p. (Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP).
- OLIVO, R., SOARES, A.L., IDA, E.I., SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. *J. Food Biochem.*, Trumbull, v.25, p.271-283, 2001.
- OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Carnes: no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: Imprint, 2001, 155p.
- OWENS, C.M., HIRSCHLER, E.M., MCKEE, S.R., DAWSON, R.M., SAMS, A.R. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poult. Sci.*, Savoy, v.79, p.553-558, 2000.

- QIAO, M., FLETCHER, D.L., SMITH, D.P., NORTH CUTT, J.K. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poult. Sci.*, Savoy, v.80, p.676-680, 2001.
- SAMS, A.R. Commercial incidence and practical management of PSE poultry meat. In: IFT ANNUAL MEETING, Chicago, 1999. *Abstracts*. Chicago: Institute of Food Technologists, 1999. p.63.
- SHIMOKOMAKI, M., OLIVO, R., FRANCO, F.O. *Qualidade da carne de frango suplementado com dieta contendo vitamina E*. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 2, Campinas, 1997. *Proceedings*. Campina, 1997. p.179.
- SOARES, A.L., LARA, J.A.F., IDA, E.I., GUARNIERI, P.D., OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Variation in the colour of Brazilian broiler breast fillet. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 48, Rome, 2002. *Proceedings*. Parma: Università di Parma, 2002a. v.2, p.540.
- SOARES, A.L., LARA, J.A.F., IDA, E.I., GUARNIERI, P.D., OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Preslaughter handling with water spray reduces heat stress and influences broiler meat color in a commercial plant. *Poult. Sci.*, Savoy, 2002b. [Submetido].
- SOSNICKI, A.A. Pse in turkey. *Meat Focus Int.*, Wallingford, v.2., n.2, p.75-78, 1993.
- SOSNICKI, A.A., GREASER, M.L., PIETRZAK, M., POSPIECH, E., SANTE, V. Pse-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. *J. Muscle Foods*, Trumbull, v.9, p.13-23, 1998.
- STATISTICA for windows: computer program manual. Versão 5.0, Tulsa: Statsoft, 1995.

- STEWART, M.R., ZIPSER, M.W., WATTS, B.M. The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. *J. Food Sci.*, Chicago, v.30, p.464-469, 1965.
- SWATLAND, H.J. Explaining the P in PSE. *Meat Focus Int.*, Wallingford, v.2, n.8, p.362-367, 1993.
- SWATLAND, H.J. *On-line evaluation of meat*. Lancaster: Technomic, 1995. 347p.
- UBA - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. *Relatório anual: 2002*. São Paulo: UBA, 2002.
- USDA - UNITED STATES. Department of Agriculture. Circular Series DL&P 2-02, October 2002.
- WAL, P.G. VAN DER, BOLINK, A.H., MERKUS, G.S.M. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. *Meat Sci.*, Oxford, v.24, p.79-84, 1988.
- WARRISS, P.D., BROWN, S.N. The relationship between initial pH, reflectance, and exudation in pig muscle. *Meat Sci.*, Oxford, v.20, p.65-72, 1987.
- WILKINS, L.J., BROWN, S.N., PHILLIPS, A.J., WARRIS, P.D. Variation in the colour of broiler breast fillets in the UK. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v.41, p.308-312, 2000.
- WOELFEL, R.L., OWENS, C.M., HIRSCHLER, E.M., MARTINEZ-DAWSON, R., SAMS, A.R. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poult. Sci.*, Savoy, v.81, p.579-584, 2002.
- WISMER-PEDERSEN, J. Quality of pork in relation to rate of pH change post mortem. *Food Res.*, Champaign, v.24, p.711-726, 1959.

WISMER-PEDERSEN, J., BRISKEY, E.J. Rate of anaerobic glycolysis versus structure in pork muscle. *Nature*, London, v.189, p.318-320, 1961a.

WISMER-PEDERSEN, J., BRISKEY, E.J. Relationship of post mortem acidity and temperature. *Food Technol.*, Chicago, v.15, p.232-236, 1961b.

ZULKIFLI, I., SIEGER, P.B. Is there a positive side to stress? *World's Poultry Sci. J.*, Aylesbury, v.51, p.63-76, 1995.

Tab. 10: Resultados Gerais	Temp. Corporal <i>in vivo</i> (°C)	pH <sub>24h</sub> Muscular	Análise de Cor				Exsudato <sub>72h</sub> (%)	Perda Descong. (%)	Perda Cozim. (%)	Cortisol (ng/mL)
			L*	a*	b*	a*/b*				
<b>GRUPO SEM BANHO</b>										
n	41	608	608	608	608	608	29	41	25	18
MÉDIA	42,77 <sup>a</sup>	5,85 <sup>b</sup>	53,11 <sup>a</sup>	2,71 <sup>a</sup>	15,65 <sup>a</sup>	0,17 <sup>b</sup>	3,74 <sup>a</sup>	5,73 <sup>a</sup>	32,01 <sup>a</sup>	6,84 <sup>a</sup>
DESVIO PADRÃO	0,20	0,08	1,50	1,14	1,47	0,07	1,70	0,42	1,49	1,80
MÍNIMO	42,40	5,61	48,37	0,13	11,73	0,01	0,99	5,09	29,32	4,50
MÁXIMO	43,20	6,11	58,77	8,00	20,83	0,50	7,34	7,24	35,12	10,00
<b>GRUPO BANHADO</b>										
n	41	611	611	611	611	611	29	41	25	17
MÉDIA	40,68 <sup>b</sup>	6,06 <sup>a</sup>	48,78 <sup>b</sup>	2,82 <sup>a</sup>	14,77 <sup>b</sup>	0,19 <sup>a</sup>	2,24 <sup>b</sup>	4,00 <sup>b</sup>	28,04 <sup>a</sup>	6,13 <sup>a</sup>
DESVIO PADRÃO	0,23	0,10	1,72	1,22	1,53	0,08	0,40	0,30	1,09	1,26
MÍNIMO	40,00	5,74	42,90	0,20	10,97	0,01	1,49	3,31	25,57	4,00
MÁXIMO	41,30	6,39	51,90	7,67	20,13	0,50	3,17	4,91	30,87	8,10
P	0,0001	0,0001	0,0003	0,0945	0,0001	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0825

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,05).