UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos

Área de Bromatologia

Carne *DFD* em frangos

JULIANE PAVAN SCHNEIDER

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

ORIENTADOR:
Prof. Dr. MASSAMI SHIMOKOMAKI

São Paulo
2004

Juliane Pavan Schneider

Carne *DFD* em frangos

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção do Grau de Mestre

Prof. Dr. Massami Shimokomaki
Orientador/Presidente

Prof^{a}. Dr^{a}. Ursula Maria Lanfer Marques
1°. Examinador

Prof. Dr. Rubison Olivo
2°. Examinador

São Paulo, 01 de Outubro de 2004.

Agradecimento especial,

Ao Prof. Dr. Massami Shimokomaki, pela orientação e amizade.
Ao Prof. Dr. Rubison Olivo, pela dedicação e oportunidade.
A Klaus Hasserodt e Jaroslav Kores, pela confiança e oportunidade.
Aos meus pais Janete e Moacir Schneider, meus irmãos Caroline e Mateus Schneider, pela paciência e apoio.

QUANDO A VIDA ESCOLHE

O homem acredita numa grande ilusão:
que a vida seja algo separado dele,
mas a realidade mostra que cada um
é a própria vida se tornando gente.
Portanto quando você escolhe é a vida
escolhendo em você.
A vida jamais erra.
Assim seja qual for a decisão
que você venha a tomar, no fim perceberá
que todos os caminhos estavam certos.

Luiz Antonio Gasparetto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 1

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 4
2.1 AVICULTURA BRASILEIRA..... 4
2.2 BEM ESTAR ANIMAL..... 4
2.3 FISIOLOGIA E BIOQUÍMICA MUSCULAR..... 6
2.3.1 Homeostase..... 6
2.3.2 Glicólise..... 7
2.3.3 Ciclo fisiológico do estresse..... 8
2.4 QUALIDADE DA CARNE DETERMINADA PELO pH MUSCULAR FINAL..... 10
2.5 O FENÔMENO *DFD*..... 11
2.6 *DFD* EM AVES..... 13
2.7 PROPRIEDADES FUNCIONAIS..... 13
2.7.1 Cor..... 14
2.7.2 Capacidade de retenção de água..... 14
2.7.3 Capacidade de emulsificação..... 14
2.7.4 Gelificação protéica..... 15
2.8 FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR NA COR, PH E/OU NA CONDIÇÃO *PSE*/NORMAL/*DFD*..... 16
2.8.1 Genética..... 16
2.8.2 *Status* ou qualidade nutricional..... 17
2.8.3 Patologias..... 17
2.8.4 Dieta *ante mortem*..... 17
2.8.5 Clima..... 18
2.8.6 Manejo *ante mortem* (coleta na granja)..... 18
2.8.7 Transporte..... 18
2.8.8 Banho *ante mortem*..... 19
2.8.9 Insensibilização elétrica..... 20
2.8.10 Sangria..... 20
2.8.11 Escalda..... 22
2.8.12 Taxa de resfriamento *post mortem*..... 22
2.8.13 Coadjuvantes de tecnologia utilizados no chiller de resfriamento.... 23

3 OBJETIVOS..... 24
3.1 OBJETIVO GERAL..... 24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 24

4 MATERIAIS E MÉTODOS..... 25
4.1 EXPERIMENTOS REALIZADOS..... 25
4.1.1 Incidência dos Fenômenos *PSE*, NORMAL e *DFD*..... 25
4.1.2 Estudo das Propriedades Funcionais..... 25
4.2 COLETA DAS AMOSTRAS SOB CONDIÇÕES COMERCIAIS..... 25
4.3 CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ACORDO COM VALORES DE L* (COR)..... 26
4.4 MEDIDA DO EXSUDATO..... 26
4.5 MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO COZIMENTO..... 27

4.6 MEDIDA DA INSTABILIDADE DA EMULSÃO..... 28
4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS..... 29

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 30
5.1 DETERMINAÇÃO DE pH E COR DO FILÉ DE PEITO DE FRANGO EM UMA LINHA COMERCIAL..... 30
5.2 OCORRÊNCIA DOS FENÔMENOS DE CARNES *PSE*, NORMAL E *DFD* EM UMA LINHA COMERCIAL (INVERNO)..... 31
5.3 INSTALAÇÃO DO *RIGOR MORTIS*..... 33
5.4 ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS..... 37
5.4.1 Medida do Exudato..... 37
5.4.1.1 Correlação entre a Medida do Exsudato e Valor de pH..... 37
5.4.1.2 Correlação entre a Medida do Exsudato e Valor de L*..... 38
5.4.2 Medida da Perda de Umidade no Cozimento..... 39
5.4.3 Medida da Instabilidade da Emulsão..... 43
5.5 COMENTÁRIOS ADICIONAIS..... 45

6- CONCLUSÕES..... 46

RESUMO..... 47
SUMMARY..... 49

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor de L* do *P. major* característicos de carnes PSE, Normal e *DFD*..... 26
Tabela 2 - Composição da Salmoura..... 27
Tabela 3 - Composição da Emulsão..... 29
Tabela 4 - Incidência dos Fenômenos *PSE*, NORMAL e *DFD* (%)..... 31
Tabela 5 - Médias dos valores de L*i e pHi..... 34
Tabela 6 - Médias dos valores de Lf* e pHf..... 34
Tabela 7 - Faixas de Valor de L*, pH inicial e pH final, classificatório de músculos *P. Major* dos tipos *PSE*, Normal e *DFD*..... 35
Tabela 8 - Medida do Exsudato (%) em carnes *PSE*, Normal e *DFD* em filé de frango..... 37
Tabela 9 - Relação entre $Exudato_{24h}$ e pH_{24h} em filé de frango..... 38
Tabela 10 - Relação entre L^*_{24h} e $Exsudato_{24h}$ em filé de frango..... 39
Tabela 11 - Perda de Umidade no Cozimento (%) em filé de frango..... 40
Tabela 12 - Instabilidade da Emulsão (%) em filé de frango..... 44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mercado de carne de frango..... 5
Figura 2. Cadeias de reações que fornecem energia para a contração muscular..... 9
Figura 3. Foto mostrando a tecnologia de banho em caminhões 19
Figura 4. Alteração da cor em *P. major* (Insensibilização Elétrica)..... 21
Figura 5. Queima pela escalda..... 22
Figura 6. Efeito do pH final na coloração da carne de frango..... 30
Figura 7. Curvas glicolíticas de carne de frango..... 36
Figura 8. Correlação entre os resultados da Medida do Exsudato e Valor de pH de peito de frango..... 38
Figura 9. Correlação entre os resultados da Medida do Exsudato e do Valor de L*..... 39
Figura 10. Perda de umidade no cozimento (%) de acordo com a qualidade dos filés de peito de frango..... 41
Figura 11. Correlação entre os resultados do Valor de L* e Instabilidade da Emulsão..... 44

1 INTRODUÇÃO

A carne de frango ocupou e vem consolidando espaços dentro de uma das principais tendências do mercado de alimentos, que é a dos produtos que oferecem valor protéico elevado aliados à praticidade e conveniência, a um preço atrativo. Para atender a esta demanda, o mercado mundial de carne de aves, do qual o frango representa mais de 90%, tem crescido significativamente desde 1990 (UBA, 2003).

O Brasil se insere neste contexto como o segundo maior produtor e encerrou 2003 como maior exportador mundial de carne de frango, com volume de exportação, em 2003, próximos a US$ 2 bilhões, correspondendo à aproximadamente 23% da produção (ABEF, 2004). Os números mostram a importância da avicultura para a economia brasileira. Algumas das razões deste desempenho são o modelo de produção/criação adotada e padrão de qualidade, ambos obtidos a baixo custo. Estes fatores têm contribuído de forma relevante para a atual posição do Brasil no mercado mundial.

O crescimento na produção de carne de frango tem sido acompanhado por uma maior diversificação de produtos, com uma maior elaboração de itens de conveniência, praticidade e valor agregado, em detrimento da comercialização de carcaças inteiras e/ou cortes. Esta tendência dá-se em razão da mudança de hábitos da população, onde praticidade, conveniência, qualidade nutritiva e segurança alimentar, com preços acessíveis, são condições básicas para os negócios na área da alimentação. Sob este aspecto, a carne de frango tem vantagens, pois além de apresentar as referidas características, não sofre restrições religiosas e culturais.

A tecnologia de produtos elaborados vem evoluindo de maneira bastante rápida e concomitantemente aumenta a preocupação com a qualidade das suas matérias-primas. Até o início da última década, a indústria avícola preocupava-se somente com a qualidade estética das carcaças e cortes. No entanto, nos últimos anos, as necessidades tecnológicas mudaram esta

situação. Tornou-se necessária à preocupação e uma maior dedicação à qualidade funcional das matérias-primas, como forma de evitar perdas econômicas e garantir a qualidade final desejada e por fim, a satisfação dos consumidores. Dentro dessa procura pela melhoria, sobressai-se a padronização da cor do filé de frango, primeira característica a ser observada pelo consumidor (FLETCHER, 1999).

Muitas pesquisas foram realizadas recentemente com a carne *PSE* (do inglês: *Pale, Soft and Exudative* = pálido, macio e exsudativo), significando carnes com características de cor pálida, amaciada e exsudativa. Este fenômeno é o resultado do estresse *ante mortem*, o qual causa acidez muscular e compromete a qualidade funcional das matérias-primas, em face da desnaturação das proteínas cárneas. Assim, influi nos rendimentos industriais, na qualidade final e no desempenho econômico dos produtos. Em um cálculo recente, chegou-se à conclusão de que o prejuízo na avicultura, pode atingir o patamar em torno de US$ 9 milhões anuais (ODA *et al*., 2003).

Um outro desvio de cor, semelhante ao *PSE*, tem sido historicamente estudado em outras espécies animais. Trata-se do fenômeno *DFD*, (do inglês: *Dark, Firm and Dry* = escuro, firme e seco), significando carnes com características de cor escura, firme e seca na sua superfície. O fenômeno é também considerado uma condição anormal da cor associado ao metabolismo muscular com reflexos nas propriedades funcionais. É também uma das conseqüências do estresse *ante mortem* a que aves são submetidas. O *DFD*, inversamente ao *PSE*, ocorre quando o pH muscular *post mortem* mantém-se alto, próximo aos valores fisiológicos, determinando àquelas características. A diferença entre ambos reside no fato de que o *PSE* está associado ao estresse próximo ao momento do sacrifício, enquanto que o *DFD*, a um período anterior, sem que tenha ocorrido reposição de açúcar no organismo. É inegável que são resultantes das reações bioquímicas e fisiológicas e o conhecimento desse embasamento constitui nos fatores necessários para a sua compreensão e diminuição/erradicação dessas anormalidades.

Poucas pesquisas têm sido dedicadas a questão *DFD* em frangos e dessa forma considerando a importância econômica da produção de frangos no Brasil e a necessidade inerente de garantir a sua melhor qualidade e o seu melhor desempenho econômico, realizou-se estudo sobre a incidência do fenômeno *DFD* em filé de peito e as suas propriedades visando à manutenção ou melhoria das suas qualidades funcionais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AVICULTURA BRASILEIRA

O Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango, sendo que a produção cresceu 11,6%, de 2001 para 2002 e, com um consumo interno de 31,8 kg para 33,8 kg *per capita*. O país é o maior exportador do mundo, as exportações evoluíram 28%, atingindo 2,0 milhões de toneladas e uma receita cambial de US$ 1,9 bilhão (UBA, 2004). Atualmente o Brasil exporta para mais de 120 diferentes destinos e é responsável por 1/3 do total comercializado de carne de frango no mercado internacional, demonstração clara do incontestável reconhecimento da qualidade deste produto brasileiro (ABEF, 2003).

O segmento avícola contribui com o fornecimento de 27% do consumo protéico humano, sendo que, nos últimos dez anos o número mundial de aves aumentou cerca de 36%, enquanto as demais carnes tiveram um incremento modesto. O expressivo consumo de carne de aves está ligado ao preço mais baixo comparado às outras carnes, por não haver restrição religiosa e cultural, pela possibilidade de diversidade de produtos e pelas características nutricionais (APINCO, 2003).

Estas características fazem com que a carne de ave tenha uma maior diversificação de produtos, com crescente industrialização, em detrimento da venda de carcaças e cortes. Esta tendência pode ser constatada na Figura 01 em que se observa o comércio de carne de frango (nos EUA) dividida em três nichos (carcaça, cortes e processados), durante o período de 1960 a 1997 (SAMS, 2001 e BARBUT, 2002).

2.2 BEM ESTAR ANIMAL

Em se tratando de abate, há um conjunto de procedimentos e técnica denominada abate humanitário, que visa garantir a redução do sofrimento dos animais, redução das perdas no abate ocasionadas pelas contusões nas carcaças e a diminuição dos problemas de qualidade. Os produtos finais

oriundos destes animais estão ganhando diferenciação sob o aspecto de *marketing*, atendendo a um nicho de mercado composto por pessoas preocupadas com o abate sem sofrimento. Assim, torna-se cada vez mais freqüente a preocupação em garantir o bem estar dos animais e aves em toda a cadeia produtiva (MONDELLI *et al*., 2002).

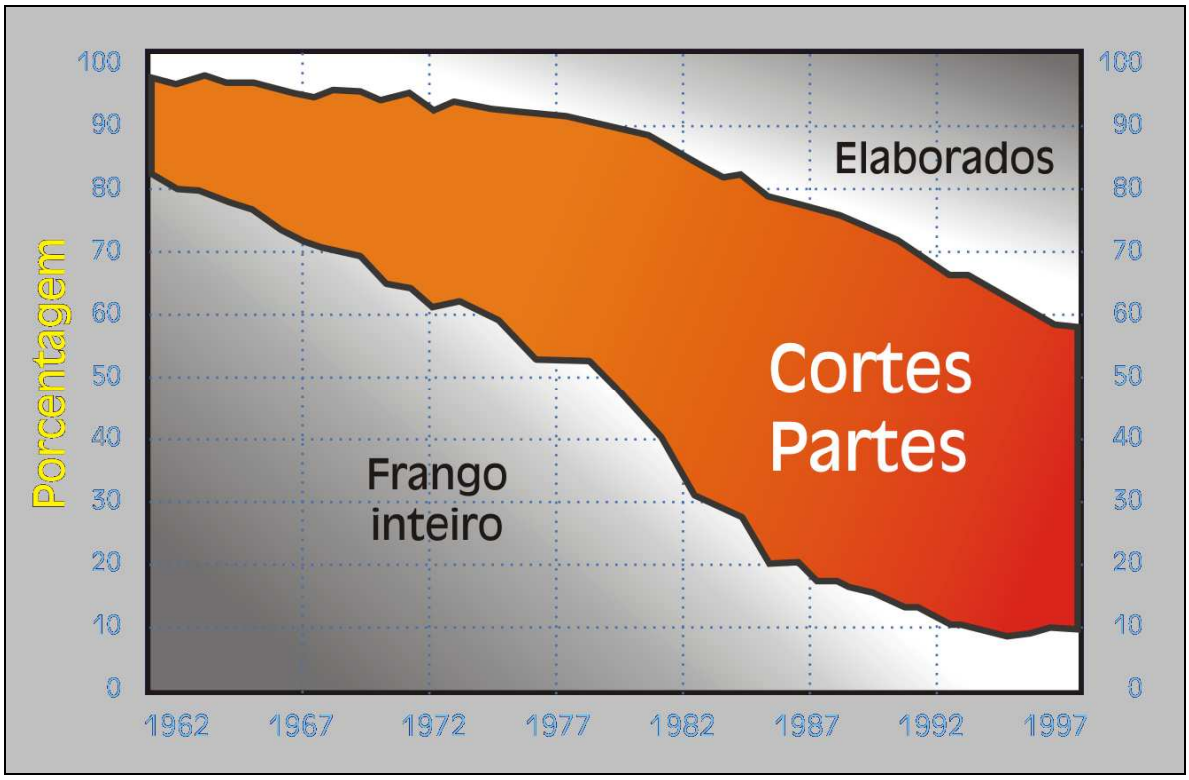

Figura 1. Mercado de carne de frango (carcaça, cortes e processados)
Fonte: BARBUT, 2002

A indústria avícola brasileira tem dedicado especial atenção à qualidade do manejo dos frangos durante as fases de desenvolvimento/crescimento, coleta nas granjas, transporte e na recepção do abatedouro. A razão é porque os cuidados dispensados no manejo durante estas etapas influenciam diretamente na qualidade final dos produtos. Os métodos apropriados de manejo compreendem a sua captura, adequada alocação 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 sol, opções de transporte em períodos de clima ameno e,

finalmente, aspersão de água e ventilação na recepção do abatedouro. Estes métodos necessitam rigoroso acompanhamento, dependendo das condições climáticas regionais e, principalmente, no verão (GUARNIERI *et al*., 2002).

2.3 FISIOLOGIA E BIOQUÍMICA MUSCULAR

Os músculos não terminam suas funções logo após o sacrifício dos animais, para se transformar em carne. Com sua morte, diversas mudanças fisiológicas e bioquímicas acontecem por um período que pode levar horas ou dias. A conversão do músculo em carne, que ocorre durante a instalação do *rigor mortis*, é um processo de degradação lento, que se continuado indefinidamente, levaria à completa quebra dos tecidos e dos seus constituintes. O conhecimento das funções do músculo vivo é necessário para o entendimento das mudanças que ocorrem durante a conversão do músculo em carne (HEDRICK *et al*., 1993), conforme apresentado a seguir.

2.3.1 Homeostase

A manutenção do balanço fisiológico do organismo é chamada de homeostase**.** Este sistema equilibra o organismo frente às demandas externas que tendem a alterá-lo, dando condições de sobrevivência às muitas situações adversas, incluindo extremas variações de temperatura, deficiência de oxigênio e outros tipos de estresses. O termo estresse é uma expressão comum para designar o conjunto de reações do organismo a agressões de ordem psíquica, física e outras, capazes de perturbar a homeostase. O mecanismo homeostático é comandado pelo sistema nervoso e por glândulas endócrinas, os quais atuam com o comando e produção de hormônios, para o ajustamento dos vários órgãos, através do chamado sistema de luta e defesa, durante os períodos de estresse (HEDRICK *et al*., 1993).

A homeostase é importante durante a conversão do músculo em carne por duas razões: muitas das reações e mudanças que ocorrem durante a conversão do músculo em carne, são resultados direto da tentativa de manter as funções vitais em funcionamento; condições ambientais pré-abate, tais

como manejo e transporte, são estressantes e podem provocar mudanças que irão afetar a qualidade final da carne (HEDRICK *et al*., 1993).

2.3.2 Glicólise

O glicogênio muscular é a reserva energética disponível ao organismo. O teor de glicogênio no músculo é cerca de 1%. Este combustível é degradado metabolicamente para a produção de energia, pelo processo chamado de glicólise (HEDRICK *et al*., 1993). O conteúdo de glicogênio no músculo, no momento do abate do animal, terá importante influência nas reações bioquímicas *post mortem* que determinarão a qualidade final da carne (McVEIGH & TARRANT, 1982).

Na glicólise, uma molécula de glicogênio é degradada em uma série de reações catalisadas por enzimas para liberar duas moléculas do composto piruvato, contendo cada uma, três átomos de carbono. Durante as reações seqüenciais da glicólise, a energia livre liberada da glicose é conservada na forma de ATP (trifosfato de adenosina) e de NADH (nicotinamida adenina dinucleotídeo). Nos animais, o piruvato formado pela glicólise, pode tomar duas rotas catabólicas alternativas, a saber: aeróbica ou anaeróbica (LEHNINGER *et al*., 2002).

A glicólise aeróbica é a forma mais eficaz de produção de energia. Sob condições aeróbicas, o piruvato é oxidado, com perda de seu grupo carboxila, como CO_2, para liberar o grupo acetila da acetil-coenzima A, a qual é então totalmente oxidada a CO_2 pelo ciclo de ácido cítrico. Os elétrons originados dessas oxidações são transferidos ao O_2 por meio de uma cadeia de transportadores nas mitocôndrias, formando H_2O. A energia liberada nestas reações de transferência de elétrons permite a síntese de ATP (LEHNINGER *et al*., 2002).

A segunda rota do metabolismo do piruvato é a sua redução a lactato através da chamada via da fermentação do acido láctico, ou seja, a glicólise anaeróbica. Quando o tecido muscular esquelético em contração vigorosa

funciona em condições de hipóxia (baixa pressão parcial de oxigênio), o NADH não pode ser reoxidado a NAD+. Este último é necessário, como receptor de elétrons, para que o piruvato continue a ser oxidado. Nessas condições, o piruvato é reduzido a lactato, a forma dissociada do ácido láctico (LEHNINGER *et al*., 2002).

A falha no aporte sangüíneo devido à sangria, quando do sacrifício do animal, impedem o fornecimento de oxigênio para a realização da glicólise aeróbica. O organismo, na ânsia pela manutenção da vida, inicia a produção de energia pela via anaeróbica, a qual gera a produção de ácido láctico. O teor de ácido láctico presente no músculo, no momento da morte do animal, irá determinar a velocidade da instalação do *rigor mortis* (a transformação de músculo em carne) e o pH final da carne. Sendo que, o valor deste pH final, dependerá diretamente da quantidade de glicogênio presente no músculo, no momento da morte do animal (HEDRICK *et al*., 1993).

2.3.3 Ciclo fisiológico do estresse

O Retículo Sarcoplasmático (RS) é especializado em estocar e liberar íons cálcio, o qual, é o gatilho para muitos eventos celulares, principalmente da contratura muscular (CHEAH & CHEAH, 1981; LEHNINGER *et al*., 2002).

Em caso de uma situação estressante, como luta, defesa, medo ou vigorosa atividade muscular, sinais neurais a partir do cérebro, induzem a medula adrenal a liberar os hormônios do sistema de luta e defesa. A adrenalina e noradrenalina são liberadas na corrente sanguínea, ativando a produção de acetilcolina. Esta, por sua vez, aumenta a permeabilidade do RS para a liberação do cálcio no sarcoplasma (MITCHELL & HEFFRON, 1982; HEDRICK *et al*., 1993).

Esses hormônios estimulam a musculatura esquelética para a produção de ATP, necessária para a contração muscular, dilatação das vias respiratórias, aumento dos batimentos cardíacos, elevação da pressão sanguínea e aumento do fluxo de oxigênio para os tecidos (LEHNINGER *et al*., 2002). Neste caso,

quando sob severo estresse, o suprimento de oxigênio é insuficiente e o metabolismo anaeróbico é ativado para suprir energia às células.

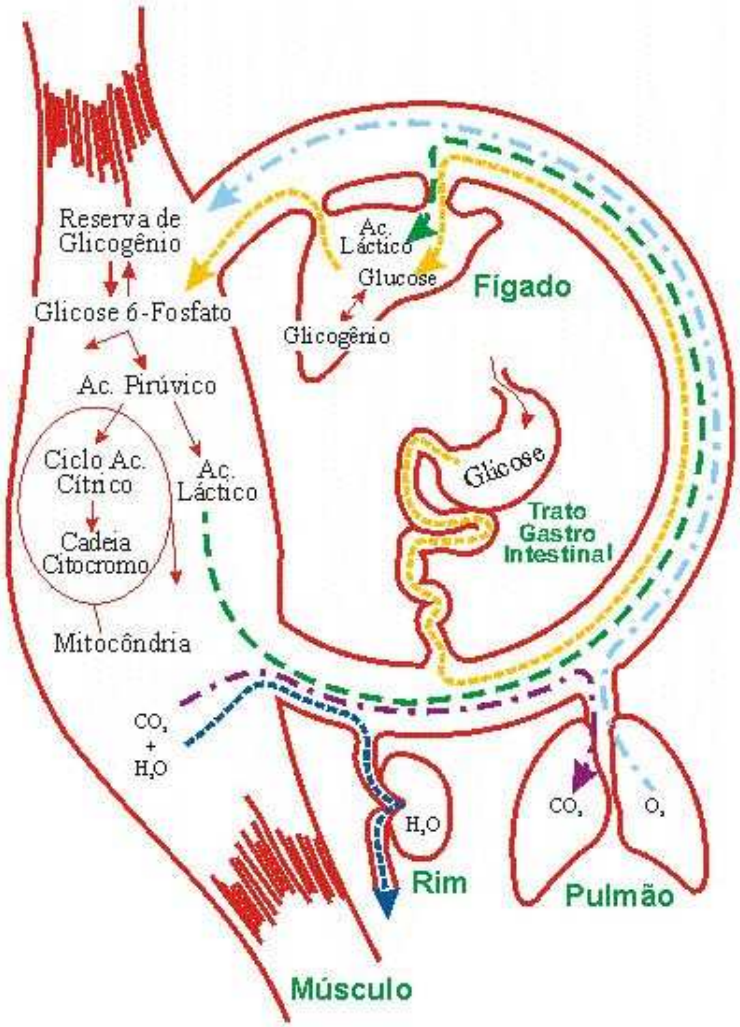

Figura 2. Cadeias de reações que fornecem energia para a contração muscular
Fonte: HEDRICK *et al*., 1993

Em um ciclo vicioso, o cálcio se liga a troponina C, alterando sua conformação, expondo os sítios de ligação da actina e da miosina gerando

pontes cruzadas entre si formando a actomiosina, provocando uma maior contração. Simultaneamente, o cálcio estimula a ATPase miofibrilar, que hidrolisa o ATP para produzir mais energia, provocando maior glicogenólise. 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 a geração de lactato, que acumula no músculo, fazendo baixar o pH e conduzindo à fadiga muscular (MITCHELL & HEFRON, 1982; CHEAH *et al*., 1986; HEDRICK *et al*., 1993).

Em animais normais, a liberação de cálcio do RS é inibida quando o pH diminui abaixo do nível fisiológico, aproximadamente 7,0. Nos animais susceptíveis ao estresse a liberação de cálcio ainda ocorre a pH 6,6 (LOUIS *et al*., 1993), proporcionando a continuidade da contração muscular e o ciclo vicioso acima.

2.4 QUALIDADE DA CARNE DETERMINADA PELO pH MUSCULAR FINAL

No momento do sacrifício da ave, o pH fisiológico inicia a sua queda, como resultado da instalação do *rigor mortis*. Durante este processo, com a produção de ácido láctico, devido a glicólise anaeróbica, o pH normalmente diminui para 5,8. Valores de pH final 24h *post mortem* (pH24) menores ou maiores que este valor são considerados anormais, pois influenciarão na qualidade funcional da carne (LAWRIE, 1998).

O pH baixo pode causar desnaturação das proteínas, levando ao comprometimento das propriedades funcionais da carne, conferindo assim, pobres características de processamento, com redução dos rendimentos dos produtos. Por esta razão, este fenômeno tem sido estudado há mais de 40 anos em suínos, sendo denominado como *PSE*. Em suínos ocorre quando o pH muscular atinge o valor menor do que 5,8 a 5,7 no período 45 minutos *post mortem*. Neste tempo, quando a carcaça ainda se encontra quente, por volta de 35°C, pode ocorrer a desnaturação das proteínas (WISMER-PEDERSEN, 1959; WISMER-PEDERSEN & BRISKEY, 1961; BENDAL & SWATLAND, 1988; SWATLAND, 1995). Em frangos, as carnes tornam-se *PSE* quando o pH

atinge 5,7 após 15 minutos *post mortem* (KIJOWSKI & NIEWIAROWICZ, 1978; OLIVO, 1999; OLIVO *et al*., 2001a; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002). A causa primordial do fenômeno *PSE* é o estresse *ante mortem* sofrido pelo animal ocasionando uma maior produção dos hormônios do sistema de luta e defesa, com maior liberação de cálcio do RS. Este cálcio unirá as proteínas da contração muscular (actina e miosina), produzindo maior esforço de contração e, conseqüentemente mais ácido láctico muscular. Em alguns casos o ácido láctico é formado ainda no momento *ante mortem* (OLIVO, 1999; OLIVO *et al*., 2001a; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002). No ser vivo, quando sob homeostase, a liberação de cálcio é inibida quando o pH atinge 6,6 (LOUIS *et al*., 1993).

O controle do desenvolvimento do surgimento da carne *PSE* em frangos tem sido objeto de estudo, a inclusão da vitamina E na dieta diminui sensivelmente sua incidência (OLIVO *et al*., 2001a) provavelmente inibindo a atividade da fosfolipase A2 estabilizando dessa maneira a membrana celular. A ação da enzima tem sido apregoada como gatilho indicador das manifestações dos sintomas bioquímicos e fisiológicos resultando no *PSE* (SOARES *et al*., 2003). Ademais, o manejo no momento que antecede ao abate é de grande importância bioquímica com reflexos na estrutura muscular e o emprego de banho por chuveiro de água fria e a ventilação oferecem o bem estar às aves acarretando no controle do *PSE* (GUARNIERI, 2003; GUARNIERI *et al*., 2004).

2.5 O FENÔMENO *DFD*

Um outro desvio de qualidade, é o denominado *DFD* resultante das condições estressantes do manejo pré-abate. A diferença entre *PSE* e *DFD* é que o primeiro está associado ao estresse rápido, que ocorre imediatamente antes do abate, enquanto que o *DFD* está intimamente ligado ao estresse de longo período antes do abate (HEDRICK *et al*., 1993; LAWRIE, 1998; OWENS & SAMS, 2000). Animais que tenham sofrido estresse prolongado, exercícios físicos, exaustão durante o transporte, falta de alimentação, comportamento agressivo ou medo, causam deplexão do glicogênio. A falta de glicogênio muscular, no momento da morte do animal, impedirá a formação quantitativa proporcional de ácido láctico. Por conseguinte, o declínio do pH e a velocidade

de instalação do *rigor mortis,* dar-se-ão de forma mais lenta do que o normal. O pH final da carne permanecerá relativamente elevado, em geral maior do que 6,0 ou até próximo aos valores fisiológicos (LAWRIE, 1998; SWATLAND, 1995; MILLER, 2002).

Este fenômeno ocorre nas diversas classes animais e causa o escurecimento da carne. A carne apresenta-se escura porque possui pH alto e assim absorve mais luz do que o normal, firme porque as fibras estão intumescidas pelo preenchimento por fluídos sarcoplasmáticos e finalmente seca porque a água endógena da carne está firmemente ligada às proteínas, não a deixando escorrer para a superfície (SWATLAND, 1995).

A sensação seca é uma impressão enganosa, pois na verdade esse tipo de carne tem maior conteúdo de umidade do que o normal. É que neste caso, após o cozimento, a umidade permanece firmemente ligada às proteínas da carne, conferindo menor quantidade de suco livre, percebido principalmente quando da mastigação (SWATLAND, 1995).

Em geral, o *DFD* é um problema mais significativo na carne bovina, onde foi inicialmente estudado, porque na mesma, a diferença de cor é percebida de forma mais intensa. Grande parte da carne bovina é ainda comercializada na forma fresca ou *in natura* e, desta forma, os cortes escuros não são atrativos aos consumidores, que os percebem como estando com a vida útil vencida. A sua comercialização na forma fresca também permite a deterioração mais rápida devida o pH mais elevado e maior quantidade de umidade. Por estas razões, diversos autores, como SWATLAND (1995) e LAWRIE (1998), denominam o fenômeno de *dark-cutting beef* ou literalmente corte bovino escuro. Em carne suína, passou a ser observado e estudado, na Inglaterra, entre 1920 a 1930, quando se iniciou o transporte dos suínos a longa distância por trens e, os mesmos, passaram a sofrer estresse (LAWRIE, 1998). No Brasil, a primeira revisão sobre este assunto foi apresentada por FELÍCIO (1986). O fenômeno *DFD* foi também observado em peixes, como o salmão (SKJERVOLD *et al*., 2001).

2.6 *DFD* EM AVES

A condição tipo *DFD* foi observada em patos (CHEN *et al*., 1991), em perus (MALLIA *et al*., 1996; McCURDY *et al*., 1996; OWENS & SAMS, 2000; MALLIA *et al*., 2000a) e em frangos (ALLEN *et al*., 1997; ALLEN *et al*., 1998; BOULIANNE & KING, 1998; MALLIA *et al*., 2000b; MALLIA *et al*., 2000c; QIAO *et al*., 2001; QIAO *et al*., 2002; ODA *et al*., 2003). Todos os trabalhos encontraram significativa e inversa correlação entre alto pH e valor de L*. Esta correlação foi ilustrada recentemente em nosso laboratório (ODA *et al*., 2003).

Além da correlação entre pH alto e cor escura, BOULIANNE & KING (1998) encontraram significativa diferença para as concentrações do total dos pigmentos de cor, de hemoglobina e de ferro. Por sua vez, QIAO *et al*. (2001) encontraram significativa e direta correlação entre peitos de frangos com cor mais escura e melhor propriedades funcionais, medidas pela capacidade de retenção de água e pela capacidade de emulsificação. Esses autores sugerem que peitos de frangos com cores extremas de pálido e escuras podem ser usados como indicadores das propriedades funcionais. Da mesma forma, MALLIA *et al*. (2000c) encontraram que peitos de frango com *DFD* apresentaram maior capacidade de retenção de água, menor perda no cozimento e maior força de gel. QIAO *et al*. (2002) confirmaram melhores propriedades funcionais aos peitos mais escuros.

O transporte de perus para o abatedouro, em dias muito frios, predispõe o fenômeno *DFD*, devido aumento no consumo das reservas de glicogênio (MALLIA *et al*., 2000c) e, perus que foram transportados 3h antes do abate também tiveram suas reservas de glicogênio deplexadas e, em conseqüência, apresentaram pH significativamente mais alto, menor valor de L*, maior retenção de salmoura e menor perda no cozimento (OWENS & SAMS, 2000).

2.7 PROPRIEDADES FUNCIONAIS

As propriedades funcionais são as características físico-químicas que caracterizam os alimentos e influenciam a utilização dos mesmos. Estas

propriedades estão relacionadas com questões sensoriais e não necessariamente nutricionais. Tem aplicações tecnológicas e influenciam decisivamente nos aspectos econômicos dos produtos (OLIVO, 2002). Algumas destas propriedades, estudadas no presente trabalho, são discutidas sucintamente a seguir.

2.7.1 Cor

A cor da carne é um importante atributo de qualidade, pois é um dos primeiros aspectos a serem avaliados pelos consumidores nas gôndolas de supermercados. A sua avaliação é um indício de seu frescor e influencia diretamente o consumidor na decisão final de sua aquisição (FLETCHER *et al*. 2000; WILKINS *et al*., 2000; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002). Nas carnes destinadas ao processamento, a cor é um indicador de alteração das propriedades funcionais (QIAO *et al*, 2001). Nas carnes frescas é definida pela proporção relativa de três formas da mioglobina presentes no músculo: Desoximioglobina (mioglobina reduzida) de coloração vermelha púrpura; Oximioglobina (mioglobina oxigenada) de coloração vermelha brilhante e Metamioglobina (mioglobina oxidada) de coloração marrom (ODA *et al*., 2003).

2.7.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Como a água é o maior constituinte da carne (70-75%), a habilidade do corte cárneo em reter umidade é muito importante para a manutenção das propriedades funcionais. Quando a umidade da carne é perdida, o rendimento, maciez, textura, sabor e nutrientes são afetados negativamente. Assim, a CRA é considerada, na indústria de carnes, um teste muito importante como forma de predizer o rendimento, o resultado econômico e a qualidade de um produto (OLIVO, 2002).

2.7.3 Capacidade de emulsificação

Emulsão é definida como uma suspensão coloidal de dois líquidos não solúveis entre si (imiscíveis), mas que, no entanto, mantém-se

harmoniosamente dispersos um no outro, pela ação de um agente emulsificante interfacial (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002).

As emulsões são constituídas por duas fases: fase dispersa, formada pelo líquido (óleo) em forma de gotículas, e a fase contínua (meio aquoso), onde as partículas estão dispersas (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002). Para que ocorra a união entre o óleo e a água, há necessidade da presença de um terceiro componente: a proteína, que é o agente denominado emulsificante ou estabilizante. A proteína, por possuir uma porção hidrofílica (polar) e outra hidrofóbica (apolar), atua na interface entre a gordura e a água, diminuindo a tensão interfacial entre as duas (BAILEY & LIGHT, 1989) e mantendo a estabilidade em termos de retenção de água e gordura (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002).

2.7.4 Gelificação protéica

A gelificação protéica é uma importante propriedade dos sistemas alimentícios. O gel é uma malha de dimensões macroscópicas imersas em um meio líquido e que não exibe um escoamento estável (ZIEGLER & FOEGEDING, 1990).

Os géis protéicos viscoelásticos, resultado da gelificação protéica, melhora diferentes propriedades dos alimentos, como retenção de água e textura. A estrutura tridimensional dos géis protéicos imobiliza a umidade e evita a sua exsudação (HSIEH & ROGENSTEIN, 1992).

A gelificação das proteínas miofibrilares durante o processamento térmico é, em grande parte responsável pela estabilização física e química da água, da gordura e do desenvolvimento das características de textura dos produtos cárneos formados e emulsionados (SMITH, 1989). As principais proteínas gelificantes em sistemas cárneos, são em ordem: miosina, actina e sarcoplasmáticas (ACTON *et al*., 1983).

2.8 FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR NA COR, pH E/OU NA CONDIÇÃO *PSE*/NORMAL/*DFD*

Há dificuldades em prever a incidência de *DFD* e *PSE* de peito de frango. Outros autores, também encontraram dificuldades para estimar a percentagem de peitos de frango pálidos, normais e escuros (FLETCHER, 1999) assim como em carne suína, quando OFFER (1991) admitiu a existência de uma inter-relação complexa entre a história do animal, a taxa da queda do pH, o pH final e as condições de resfriamento da carcaça.

Essa ocorrência pode ser o resultado do grau e do tempo de estresse sofrido pelas aves antes do abate (TANKSON *et al*., 2001; FLETCHER, 2000). Sabe-se que o *PSE* está associado ao estresse rápido enquanto o *DFD* ao estresse por um período longo em situação pré abate (HEDRICK *et al*., 1993; LAWRIE, 1998; OWENS & SAMS, 2000). Contudo, além do fator estresse outras variáveis e fatores *ante* e *post mortem* podem influenciar no pH e/ou na cor final dos filés de peito e, por conseguinte, nas suas propriedades funcionais. Alguns destes fatores, diretamente ou não associados ao estresse, são discutidos a seguir.

2.8.1 Genética

Em carne bovina, SHACKELFORD *et al*. (1994) encontrou que existe uma variação genética na incidência do *DFD*, mas esta é pequena quando comparada com as condições ambientais. WANG (1996) sustenta a hipótese de que o *PSE* em perus tem base genética e que a responsabilidade deste fenômeno é devida a um defeito genético nos canais protéicos liberadores de Ca^{+2} do retículo sarcoplasmático. Segundo FERKET *et al*. (1995) o *PSE* em peito de peru parece estar relacionado com a pobre 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 (SOSNICKI, 1993; SOLOMON *et al*., 1998).

2.8.2 *Status* ou qualidade nutricional

A qualidade da alimentação durante o desenvolvimento do organismo tem grande influência na qualidade final das carnes dos animais de açougue. OLIVO *et al*. (2001a) encontraram que a suplementação *in vivo* de vitamina E inibe a injúria causada pelo estresse e retarda a instalação do *rigor mortis*, contribuindo para a obtenção de filés de cor vermelha mais escuro. O aumento da taxa de ganho de peso deixou os perus mais susceptíveis a problemas de saúde, levando a consideráveis perdas por morte, devido a maiores incidências de doenças, principalmente relacionadas com a diminuição da imunocompetência (WILSON *et al*., 1990; FERKET *et al*., 1995). A suplementação de vitamina E em aves tem considerável influência positiva no desenvolvimento e funcionamento do sistema imunológico, aumentando a resistência das mesmas à miopatias.

2.8.3 Patologias

É normal a ocorrência de carcaças com cor vermelha escura, sem que as mesmas apresentem lesões. Tais carcaças podem ser classificadas como septicemia ou toxemia nos EUA ou como cianose no Canadá e, as mesmas são condenadas na linha de inspeção sanitária. Septicemia e toxemia são definidas como intoxicação ou presença de patógenos no sistema sanguíneo e são clinicamente associados com coloração vermelha do músculo, em animais vivos. Cianose é definida com uma coloração púrpura que ocorre na pele, membranas e mucosa, devido a pobre oxigenação da mioglobina. No Canadá, a cianose foi a segunda mais importante causa de condenação de frangos em 1995, com 0,24% do total abatido (BOULIANE & KING, 1998).

2.8.4 Dieta *ante mortem*

A alimentação imediatamente antes do sacrifício e o jejum *ante mortem* influenciam na concentração de glicogênio muscular (McVEIGH & TARRANT, 1982), que estará disponível para produzir ATP, que então influenciará na

glicólise, produção de ácido láctico e por conseqüência na velocidade de instalação do *rigor mortis* (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002).

2.8.5 Clima

As condições climáticas influenciam o estresse *ante mortem*, sendo que a temperatura ambiental de 25ºC é considerada limiar na perturbação da homeostase das aves. Acima desta temperatura podem ocorrer distúrbios fisiológicos, levando ao estresse e influenciando na bioquímica da carne. Para evitar problemas relacionados com a qualidade final da carne, diversos cuidados são tomados no período de verão, durante a coleta, transporte e recepção das aves (GUARNIERI *et al*., 2002).

2.8.6- Manejo *ante mortem* (coleta na granja)

A susceptibilidade das aves ao estresse tem como conseqüência à diminuição da qualidade de suas carnes. Em determinados abatedouros de frangos, que adotam boas práticas de manejo, são observadas baixa incidência de carnes com alterações de cor (OLIVO *et al*. 2001b; GUARNIERI *et al*., 2002). A colocação de aves em pé mostrou-se menos estressante do que a posição invertida, durante a coleta na granja, antes do sacrifício (KANNAN & MENCH, 1997).

2.8.7 Transporte

O transporte é uma das principais causas de estresse aos animais e aves. O nível de diminuição do glicogênio dependerá do grau de estresse sofrido durante esta etapa do manejo (OWENS & SAMS, 2000). O tempo de transporte, compreendido desde a coleta até o abate pode variar de 30 min à 5h. As aves são acondicionadas em gaiolas contendo de 8 a 12 frangos, dependendo do clima (GUARNIERI, 2003). Tanto o frio quanto o calor, o tempo de transporte e a espera na plataforma, causam estresse térmico, resultando no aumento nos níveis de cortisol (MALLIA *et al*, 2000a). Perus que foram transportados 3h antes do abate apresentaram pH significativamente maior,

menor valor de L*, maior retenção de salmoura e menor perda no cozimento (OWENS & SAMS, 2000). O tempo prolongado de transporte e espera podem aumentar a incidência de *DFD* em suínos (MURRAY *et al*., 1989).

2.8.8 Banho *ante mortem*

Uma das principais práticas de manejo implantada recentemente é o banho de chuveiro durante o transporte e a recepção no abatedouro, associado com ventilação (Figura 3).

Figura 3. 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 acima de 25°C
Fonte: GUARNIERI, 2002

O banho tem efeito calmante, amenizando bioquimicamente a injúria provocada pelo estresse durante o manejo *ante mortem*, diminuindo a

velocidade de instalação do *rigor mortis* e, por conseqüência, influenciando positivamente no valor do pH final e cor do peito de frango (GUARNIERI *et al*., 2002; GUARNIERI *et al*., 2003, GUARNIERI *et al*., 2004). Da mesma forma, LONG & TARRANT (1990) mostraram que o banho *ante mortem* atua na diminuição da queda do pH e na redução da perda de exsudato, no músculo *Longissimus dorsi* (carne suína).

2.8.9 Insensibilização elétrica

A insensibilização é realizada preferencialmente por eletronarcose sob imersão em água e não deve promover, em nenhuma hipótese, a morte das aves e deve ser seguida de sangria no prazo máximo de 12 segundos. O equipamento de insensibilização deve dispor de registros de voltagem e amperagem e esta será proporcional à espécie, tamanho e peso das aves, considerando-se ainda a extensão a ser percorrida sob imersão (BRASIL, 1998). CONTRERAS & BERAQUET (2001) apresentaram os efeitos da aplicação de diferentes correntes (V) e freqüências (Hz) na sangria e na qualidade da carne de peito de frango.

Na prática usa-se corrente elétrica alternada de 28 a 50 Volt, freqüência de 1000 Ampere, com tempo de imersão de 10 a 12 segundos, sendo que a corrente elétrica flui preferencialmente pelo músculo *P. major*. Excesso de voltagem e/ou amperagem pode provocar alterações na qualidade na carne, devido à perda da eficácia na sangria (NUNES, 2003), com presença de petéquias hemorrágicas no peito e até a morte da ave. Além destes fenômenos, é possível observar diversas tonalidades de cor e pH no mesmo músculo, como pode ser observado na Figura 04. Observa-se uma correlação inversa entre pH e valor de L*, sugerindo que um residual maior de sangue, devido à uma sangria ineficiente, pode resultar em pH mais elevado.

2.8.10 Sangria

Os principais pigmentos de cor da carne são mioglobina, hemoglobina e citocromo C (LAWRIE, 1998). Em um peito de frango vermelho escuro o total

destes pigmentos é de 1,47mg/g contra 0,96mg/g para o peito de cor normal e, o teor de mioglobina é de 0,16mg/g e 0,12mg/g, respectivamente. Assim, a sangria mal feita, com maior residual de hemoglobina, pode gerar peito vermelho escuro (BOULIANNE & KING, 1998). A Portaria 210 (BRASIL, 1998) estabelece o tempo mínimo de sangria de 3 minutos, para que ocorra a máxima expulsão de sangue. Os parâmetros de voltagem e de amperagem utilizada no atordoamento elétrico podem também influenciar na qualidade da sangria (CONTRERAS & BERAQUET, 2001), como discutido anteriormente e ilustrado na Figura 04.

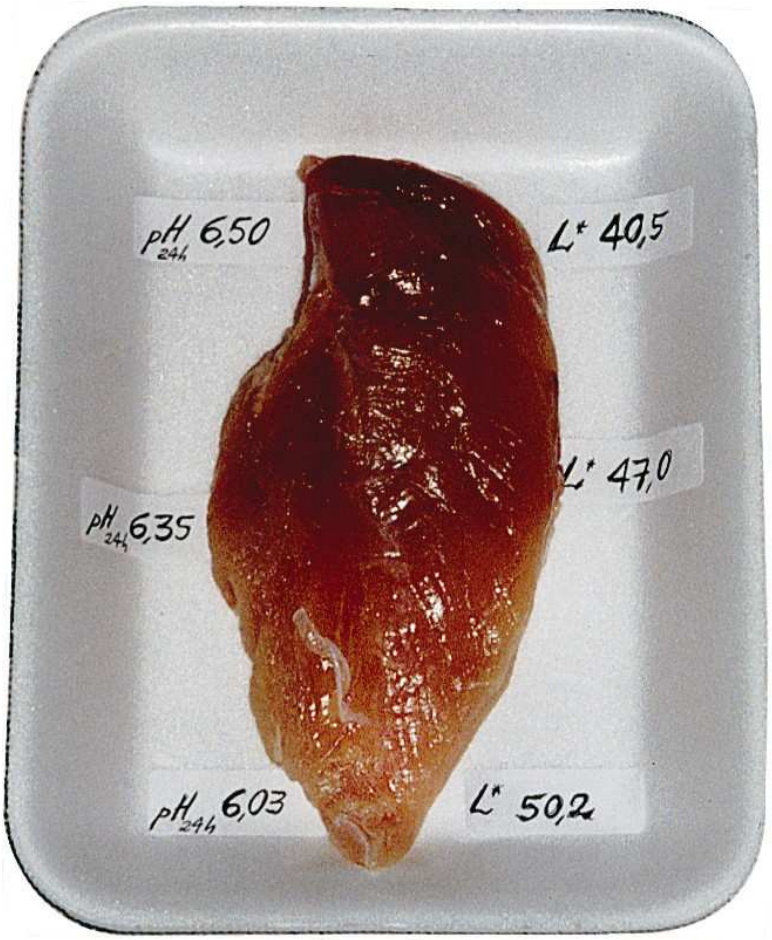

Figura 4. Alteração da cor em *P. major* (Insensibilização Elétrica)
Fonte: Foto gentilmente cedida pelo Prof. Dr. Rubison Olivo, de seu arquivo pessoal

2.8.11 Escalda

A temperatura da água de escalda é regulada entre 50 e 60°C, com velocidade de passagem de 1 a 2 min. Estes parâmetros variam de acordo com o tamanho dos frangos. Com a falta de uniformidade do tamanho das aves em determinados lotes, os indivíduos menores são comumente escaldados em demasia, sofrendo cozimento e desnaturação protéica na superfície dos peitos, mesmo que ainda protegidos pelas penas. Este fenômeno é conhecido por “queima” do peito e foi ilustrada por OLIVO & SHIMOKOMAKI (2002), sendo que a mesma se dá superficialmente e, sua região interna permanece com cor normal (Figura 05).

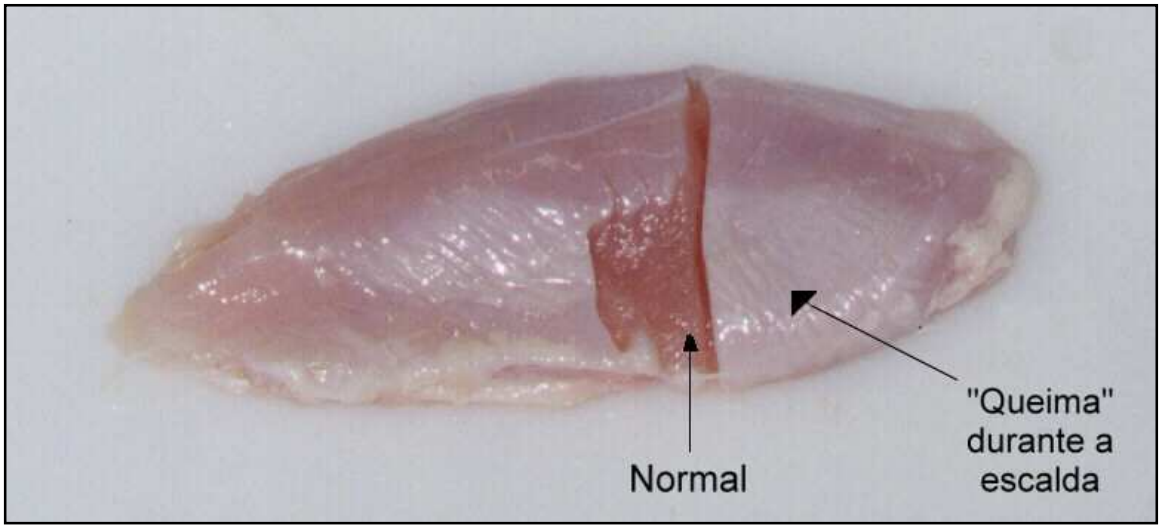

Figura 5. Filé de peito de frango mostrando a "queima" superficial durante a fase de escalda. A região interna do peito permanece com cor normal
Fonte: OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002

2.8.12 Taxa de resfriamento *post mortem*

O sistema de pré-resfriamento das carcaças adotado no Brasil é do tipo de imersão em água gelada, por resfriadores contínuos do tipo rosca sem fim (*chillers*), sendo que a água não deve ser superior a 4ºC e a temperatura das carcaças no final do processo não pode ser superior a 7ºC, de acordo com a

Circular 210 (BRASIL, 1998). OFFER (1991) mostrou claramente o efeito e a importância do resfriamento na inibição da velocidade de instalação do *rigor mortis* e na redução da desnaturação protéica, em carne suína, enquanto LONG & TARRANT (1990) mostraram a combinação do banho *ante mortem* com o resfriamento rápido na diminuição da queda do pH e na redução da perda de exsudato.

2.8.13 Coadjuvantes de tecnologia utilizados no *chiller* de resfriamento

Em linhas de produção é possível a utilização de produtos coadjuvantes tecnológicos permitidos pela legislação. Estes coadjuvantes são eventualmente utilizados com a finalidade bactericida/bacteriostáticos e/ou de tratamento de água. Estes produtos, em geral, podem ser acidificantes (como o ácido peracético) ou alcalinizantes (como o fosfato trissódico). Assim, quando utilizados no *chiller* de lavagem ou de resfriamento, é possível que os mesmos venham a interferir no pH e na cor final da carne.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Estudar o fenômeno *DFD* em carne de frango.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Averiguar a incidência do fenômeno *DFD* em filé de peito de frango (músculo *Pectoralis major*), sob condição comercial, durante o período de inverno brasileiro

3.2.2 Analisar as propriedades funcionais da carne *DFD* de peito de frango (músculo *Pectoralis major*) comparando-a com carnes *PSE* e Normal

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 EXPERIMENTOS REALIZADOS

4.1.1 Incidência dos fenômenos *PSE*, NORMAL e *DFD*

Para o estudo, as amostras de filé de peito (n = 329) foram coletadas no mês de agosto de 2004, na região oeste do estado de Santa Catarina. A temperatura ambiente neste período variou de 12°C a 15°C.

4.1.2 Estudo das propriedades funcionais

As amostras de filé de peito (n = 374) foram coletadas de dezembro de 2002 a abril de 2003, no estado de São Paulo. A temperatura ambiente neste período variou de 25°C a 35°C.

4.2 COLETA DAS AMOSTRAS SOB CONDIÇÕES COMERCIAIS

Todas as amostras foram coletadas em abatedouros, sob situação comercial, conforme normas estabelecidas na Portaria n$^{\underline{o}}$ 210 (BRASIL, 1998).

As aves utilizadas foram da linhagem Cobb e Ross, com idade de aproximadamente seis semanas. Frangos vivos foram transportados das granjas aos abatedouros, por distâncias que variaram de 15 a 50km. O tempo entre a coleta na granja e a recepção no frigorífico foi de 1-4h.

Na recepção, todos os frangos utilizados receberam banho de água *ante mortem*, sob temperatura ambiental durante 10min (±2) (GUARNIERI *et al*., 2003).

As aves foram sacrificadas na linha industrial de abate, sofrendo os processos de rotina de atordoamento elétrico, sangria, escalda, depenagem, evisceração, resfriamento e obtenção de cortes anatômicos primários. O tempo total de processo foi de aproximadamente 90min, com a temperatura final dos

referidos cortes de 3°C (±2) (BRASIL, 1998). Amostras foram aleatoriamente separadas na linha de processamento, após a retirada do filé e encaminhadas para imediata ou posterior análises. As amostras analisadas ao tempo de 24h *post mortem*, foram individualmente embaladas em sacos de polietileno e conservadas sob resfriamento a 3°C (±2).

4.3 CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ACORDO COM VALORES DE L* (COR)

As amostras de peito foram coletadas, após os processos de rotina descritos no item 4.2, no tempo *post mortem* de 90min, registrando-se os valores de L* inicial (L*i) pelo sistema CIE L*a*b*, com colorímetro Minolta (Mod. CR-10) e pH inicial (pHi) pelo potenciômetro Metler-Toledo (Mod. 345). O eletrodo foi inserido diretamente na carne, na região cranial-ventral do músculo, conforme procedimento adotado por OLIVO *et al*. (2001a). O resultado da análise de cor (L*f) ao tempo de 24h *post mortem*, classificou os filés em *PSE*, Normal e *DFD* de acordo os valores adotados por QIAO *et al*. (2001), SOARES *et al*. (2002) e ODA *et al*. (2003) conforme consta na Tabela 01. O valor de pHf ao tempo de 24h *post mortem* também foi registrado.

Tabela 1 - Valor de L* do *P. major* característicos de carnes *PSE*, Normal e *DFD*

Classificação	Valor de L*f
PSE	> 53,0
NORMAL	44,0 a 53,0
DFD	< 44,0

FONTE: QIAO *et al*. (2001), SOARES *et al*., 2002 e ODA *et al*., 2003

4.4 MEDIDA DO EXUDATO

Para a medida do exsudato (%) foram utilizados amostras dos grupos *PSE* (n=49), Normal (n=201) e *DFD* (n=30). Estas amostras foram coletadas ao

tempo de 90 min *post mortem*. Peitos íntegros foram pesados e acondicionados em sacos plásticos de polietileno e mantidos por 24h a 3°C (±2). Após este período o exsudato foi descartado e as amostras pesadas em balança Marte (Mod. AS-5500-C). O percentual de exsudato foi calculado com base no peso inicial e final das amostras, conforme a fórmula abaixo:

% Medida do Exsudato = {(Pf-Pi)-1}*100

Pi: peso inicial (90 min *post mortem*)

Pf: peso final (24h *post mortem*)

4.5 MEDIDA DA PERDA DE UMIDADE NO COZIMENTO

Para a medida da perda de umidade no cozimento, amostras íntegras de filé de peito dos grupos *PSE* (n=13), Normal (n=23) e *DFD* (n=21), ao tempo de 24h *post mortem*, foram inicialmente temperadas, de acordo com WOELFEL & SAMS (2001), conforme salmoura apresentada na Tabela 02. Foi agregado de 25% sobre o peso da matéria-prima (BRASIL, 2003). Para este processo, foi utilizado massageador, *tumbler* Vakona (Mod. MGH-20 litros), durante de 40 min, com velocidade de 4 rpm e temperatura controlada de 3°C (±2).

Tabela 2 - Composição da Salmoura

Ingredientes	%
Água destilada (3°C)	93,4
Cloreto de sódio (PA)	4,3
Tripolifosfato de sódio (PA)	2,3
TOTAL	100

Após o processo de massageamento, as amostras temperadas permaneceram sob resfriamento a 3°C (±2) por 16h. Findo este tempo, as mesmas foram pesadas para obtenção do rendimento obtido. Em seguida,

foram cozidas por aproximadamente 12 min, em forno convencional Perfecta (Mod. 0448), previamente aquecido a 175°C (±5). O cozimento deu-se até atingir temperatura de 77°C (±3) na região interna das amostras. Em seguida, as amostras permaneceram em temperatura ambiente, por 15 min, até atingir temperatura interna de 40°C (±3) e então foram pesadas novamente. A percentagem de perda no cozimento foi calculada com base no peso inicial e final das amostras analisadas, conforme fórmula apresentada abaixo:

% Rendimento = {(Pf-Pi)-1}*100

Pi: peso inicial (antes do tumbleamento)

Pf: peso final (após tumbleamento)

% Perda de Umidade = {(Pf-Pi)-1}*100

Pi: peso inicial (após tumbleamento, antes do cozimento)

Pf: peso final (após tumbleamento, depois do cozimento)

4.6 MEDIDA DA INSTABILIDADE DA EMULSÃO

Para a medida da instabilidade da emulsão, amostras de filés de peito dos grupos *PSE* (n=10), Normal (n=18) e *DFD* (n=9), ao tempo *post mortem* de 24h, foram inicialmente moídas em disco 3mm, Moedor tipo doméstico e em seguida processados pelo Processador Paris (Wallita) para obtenção de emulsões, conforme a composição constante na Tabela 03. Todo o processo de pré-preparo das matérias-primas para a obtenção da emulsão modelo, foi realizado sob condições controladas de temperatura, não ultrapassando 5°C.

Tabela 3 - Composição da Emulsão	
Ingredientes	%
Água destilada (3°C)	57,5
Filé de peito	10,0
Óleo vegetal	30,0
Cloreto de sódio (PA)	2,0
Tripolifosfato de sódio (PA)	0,5
TOTAL	100

Os ingredientes da Tabela 03 foram inicialmente homogeneizados por 30seg. Em seguida, foi vagarosamente adicionado óleo de soja a hélice do processador, durante 1min. Completou-se a emulsificação até 1min e 30s, com temperatura controlada, não superior a 5°C. Foi transferida a emulsão para copos de centrífuga previamente tarados, levados ao banho-maria por 30min/75°C até temperatura interna de 72°C. Em seguida, foi realizado choque térmico com água a temperatura ambiente por 10 min. O exsudato foi drenado por 20 min e a amostra cozida foi novamente pesada para a quantificação da percentagem de instabilidade, calculada com base no peso inicial e final, conforme fórmula abaixo:

$$\% \text{ Instabilidade} = \{(Pf-Pi)-1\}*100$$

Pi: peso inicial (antes do aquecimento)

Pf: peso final (depois do choque térmico)

4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para múltipla comparação foi usado o teste Tukey-Kramer, One-Way Analysis of Variance (ANOVA) do Programa Graph Pad, versão 3.05 (Graph Pad Software Inc., San Diego, CA, USA, 2000). Para a correlação foi utilizado o Programa Statistica, versão 5.0 (STATISTICA - Stat Soft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA, 1995).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 pH E COR DO FILÉ DE PEITO DE FRANGO EM LINHA COMERCIAL

O teor de glicogênio presente no músculo no momento do abate é o principal componente para a glicólise *post mortem*, que se realiza por via anaeróbica acumulando ácido láctico e resultando no declínio do pH muscular. O pH fisiológico de aproximadamente 7,0 sob situação considerada normal, com a instalação do *rigor mortis* desce e se estabiliza a aproximadamente 5,8. No entanto, filés de frango podem apresentar uma faixa de pH que variam entre os extremos de 5,5 a 6,3. Este fenômeno deve-se às diferenças nas práticas de manejo pré-abate, fisiologia e na bioquímica da carne (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002).

A Figura 06 mostra filés com diferentes pHs e o seu efeito na cor. Há uma relação inversa entre estes valores, resultando em cores mais claras com pHs inferiores ou mais escuras à medida que esses valores aumentam (ODA *et al*., 2003), conforme previamente apresentado por OLIVO (1999).

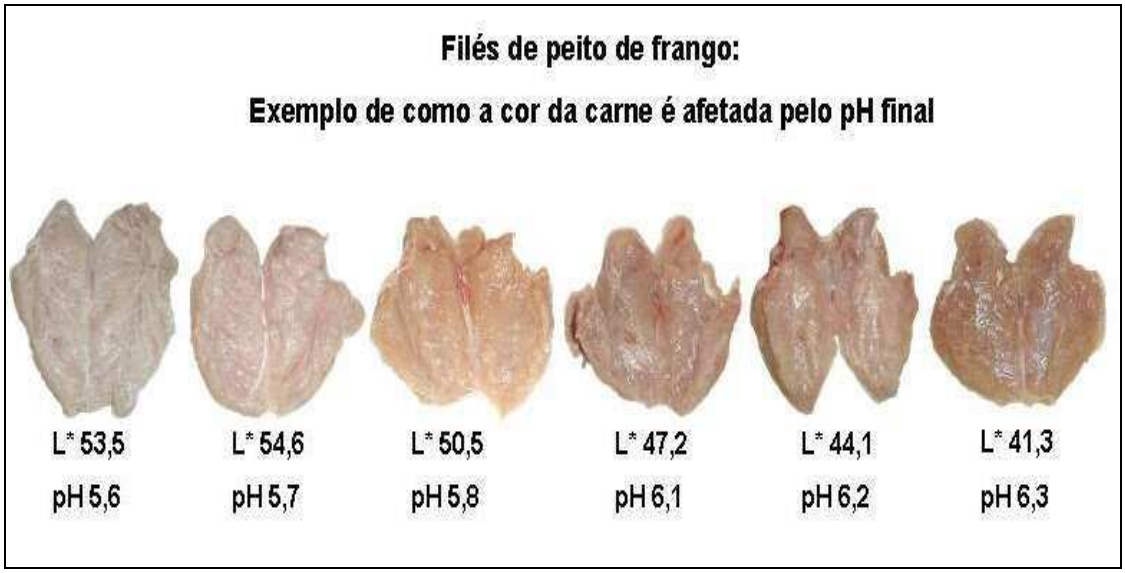

Figura 6. Efeito do pH final na coloração da carne de frango
Fonte: Oda et al., 2003

5.2 OCORRÊNCIA DOS FENÔMENOS DE CARNES *PSE*, *NORMAL* e *DFD* EM LINHA COMERCIAL, NO PERÍODO DE INVERNO

A classificação dos padrões de qualidade de peitos de frangos foi realizada com base nas faixas de valores de L*f (24h *post mortem*) conforme proposto por QIAO *et al* (2001), SOARES *et al* (2002) e ODA *et al* (2003) e apresentado na Tabela 01. Desta forma, a percentagem encontrada de cada classe de qualidade, no período de inverno, com 329 amostras avaliadas, foi a seguinte: 24,92% para *PSE*, 73,55% para Normal e 1,52% para *DFD*, conforme apresentado na Tabela 04.

Tabela 4 - Incidência dos Fenômenos *PSE*, Normal e *DFD* (%)

PSE	24,92
Normal	73,55
DFD	1,52

n = 329

No período de verão, com amostragem realizada no mesmo abatedouro-frigorífico, SOARES *et al* (2002) encontraram a incidência de 15,86% para PSE, 78,19% para Normal e 5,86% para *DFD*.

Se comparado com o estudo realizado no verão por SOARES *et al* (2002), os resultados do presente trabalho, realizado no inverno, apresentaram baixa incidência de *DFD*. De acordo com MALLIA *et al* (2002a), a incidência do fenômeno *DFD* é maior no inverno, pois o estresse causado pelo frio, causa demasiado consumo das reservas de glicogênio. O frio estimula o mecanismo de contração da musculatura estriada, para produzir mais calor interno, como forma de compensar o frio externo e manter o equlíbrio térmico corporal. Esta manutenção da temperatura corpórea provoca demasiado consumo das reservas de glicogênio, o qual estará em níveis baixos ou praticamente ausentes, quando do sacrifício da ave. No entanto, o trabalho de MALLIA *et al* (2000a) foi realizado no Canadá. Naquele país, é admissível que a ocorrência

do fenômeno *DFD* seja alta, pois o frio no inverno é muito intenso. McCURDY *et al* (1996), com trabalho também realizado no Canadá, mostraram o efeito sazonal na cor de filés de frango, sendo que o valor de L* foi menor no inverno e mais alto no verão, apesar da magnitude desta diferença ter sido pequena. Por outro lado, WILKINS *et al* (2000), com trabalho realizado no Reino Unido, não encontraram claro efeito sazonal na cor de filés de peito de frango. Por sua vez, FLETCHER (1999) observou que 7% das embalagens de filés de peito de frango em supermercados nos EUA, continha pelo menos um filé com anormalidade de cor.

A intenção do presente trabalho foi constatar a ocorrência de *DFD* e *PSE* no inverno, comparando com os resultados encontrados por SOARES *et al* (2002) no verão e, principalmente, conhecer a tendência da ocorrência de *DFD* sob as condições do inverno brasileiro. Por esta razão, a amostragem foi realizada na região sul do Brasil, mais precisamente no oeste do estado de Santa Catarina. Esta região apresenta normalmente, sob padrão sub-tropical, um inverno considerado rigoroso, sendo que nos meses de junho a julho, é possível a ocorrência de temperatura ambiental próximo a 0°C. No entanto, no período da realização dos ensaios, não ocorreu temperatura baixa, como havia sido esperado. Durante o período de coleta das amostras e realização das análises, a temperatura manteve-se entre 12°C a 15°C. Esta faixa de temperatura, obviamente é bastante amena e agradável para o bem estar das aves, colaborando para a sua performance homeostática.

Possivelmente, a baixa incidência de filés de peito com característica *DFD*, deu-se em razão da agradável (para as aves) temperatura ambiental reinante no período das análises. Associado a isto, as aves utilizadas neste trabalho receberam banho de água com temperatura ambiental imediatamente antes do sacrifício. É conhecido que o banho *ante mortem* alivia a injúria do estresse e contribui para a melhoria da qualidade da carne de frango (GUARNIERI, 2003; GUARNIERI *et al*, 2003, GUARNIERI *et al*, 2004). Outros fatores podem ter contribuído para os referidos resultados, pois muitas variáveis *ante* e *post mortem* podem influenciar no pH e na cor final de filés de peito. Estas questões foram previamente apresentadas e discutidas no ítem

2.8. Por exemplo, as melhorias podem ser baseadas na dieta (OLIVO *et al.*, 2001a), ou nos manuseios físicos (GUARNIERI *et al.*, 2004). A intensidade da luz ambiente mostrou-se ser um promotor de inquietude trazendo lutas entre as aves e luz opaca foi efetiva em minimizar essas brigas (JONES *et al.*,1998). A colocação de aves em pé mostrou-se menos estressante do que a posição invertida, antes do sacrifício das aves (KANNAN & MENCH, 1997).

Os nossos resultados aqui relatados corroboram com a hipótese de que condições de manejo pré-abate são fundamentais para a manutenção da qualidade da carne de aves. As indústrias conhecendo esses fatos estão tendo iniciativas para a diminuição do estresse térmico pela técnica de aspersão e ventilação. Foi relatado anteriormente pelo nosso grupo, em um experimento no mesmo frigorífico em 2002, de que a ocorrência no verão, com banho, foi 15,86%, 78,19%, 5,86% para carnes *PSE,* Normal e *DFD*, respectivamente. No inverno, sem banho, os resultados foram 21,95%, 77,85% e 0,37%, respectivamente para *PSE*, Normal e *DFD* (SOARES *et al.*, 2003).

5.3 INSTALAÇÃO DO *RIGOR MORTIS* POR GRUPO DE QUALIDADE

SOARES *et al.* (2000) apresentaram a faixa de valores de L*f classificatórios de *PSE*, Normal e *DFD*, conforme consta na Tabela 01 (página 26). A referida Tabela é importante, prática e muito útil para a pesquisa básica e para a indústria, para selecionar padrões de qualidade de filés de peito. Com o presente trabalho, além do L*f, registrou-se os valores de L*i e pHi e pHf, para cada grupo de qualidade, com o objetivo de ampliar os referidos dados.

Os valores de L*i foram 51,57 (±1,91), 48,55 (±1,94) e 41,67 (±1,80) para *PSE*, Normal e *DFD*, com diferença estatística significativa entre os mesmos (P>0,05). Os resultados de pHi foram 6,10 (±0,48), 6,31 (±0,59) e 7,15 (±0,43) para *PSE*, Normal e *DFD* respectivamente. Estes valores iniciais, para cada grupo de qualidade, são sumarizados na Tabela 05.

Tabela 5 - Médias dos valores de L*i e pHi

	PSE		Normal		*DFD*	
	L*i	pHi	L*i	pHi	L*i	pHi
n	82		242		5	
Média	51,57[c]	6,10[x]	48,55 [b]	6,31[x]	41,67[a]	7,15[x]
Desvio Padrão	1,91	0,48	1,94	0,59	1,80	0,43

n = 329
Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,05)
PSE: pálido, macio e exsudativo
DFD: escuro, firme e seco

Os valores de L*f foram 54,32 (±1,09), 50,56 (±1,64) e 42,23 (±1,80), respectivamente para *PSE*, Normal e *DFD*, com significância estatística entre os mesmos (P<0,05). Para o grupo *PSE* o pHi foi 6,10 (±0,48) e atingiu o pHf de 5,69 (±0,14). Para o grupo Normal o pHi foi de 6,31 (±0,59) e pHf 5,78 (±0,14). No caso do grupo *DFD*, o pHi foi de 7,15 (±0,43) e pHf de 6,05 (±0,43). Estes dados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Médias dos valores de L*f e pHf

	PSE		Normal		*DFD*	
	L*f	pHf	L*f	pHf	L*f	pHf
n	82		242		5	
Média	54,32[c]	5,69[x]	50,56[b]	5,78[x]	42,23[a]	6,05[x]
Desvio Padrão	1,09	0,14	1,64	0,14	1,80	0,43

n = 329
Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,05)
PSE: pálido, macio e exsudativo
DFD: escuro, firme e seco

OLIVO (1999), OLIVO *et al* (2001a) e OLIVO & SHIMOKOMAKI (2002) descreveram a curva glicolítica de peitos de frango *PSE* e Normal, para qual a instalação do *rigor mortis* nas aves estressadas foi aproximadamente duas vezes mais rápida do que nas calmas. Como o pH fisiológico *in vivo* é

aproximadamente 7,0 (LOUIS *et al.*, 1993), estes números corroboram a hipótese levantada por OLIVO & SHIMOKOMAKI (2002) de que o gatilho para a queda do pH ocorre antes do abate e que não depende apenas do resfriamento *post mortem*, mas também de determinadas condições *ante mortem*, principalmente do manejo ambiental. Conclusões semelhantes foram encontradas por WISMER-PEDERSEN (1959) e por MARIBO *et al.* (1998) para suínos e por FRONING *et al.* (1978) e SOSNICK *et al.* (1998), para perus.

Assim, o resultado de pHi e pHf vem complementar a Tabela 01 (valores de L*), gerando a Tabela 7. Esta Tabela, associando os valores de pHi e pHf aos resultados de L*, poderão contribuir para a tomada de decisões, em uma linha de produção, quanto à qualidade dos filés de peito. A classificação dos três tipos de filés é importante para a uniformização dos processos industriais e para a qualidade final dos produtos, principalmente dos itens elaborados.

Tabela 7 - Faixas de Valor de L*, pH inicial e pH final, classificatório de Músculos *P. major* dos tipos *PSE*, Normal e *DFD*

Classificação	Valor de L*f	pHi	pHf
PSE	> 53,0	6,10 (±0,48)	5,69 (±0,14)
Normal	44,0 a 53,0	6,31 (±0,59)	5,78 (±0,14)
DFD	< 44,0	7,15 (±0,43)	6,05 (±0,43)

Em adendo, os atuais números de pHi e pHf e mais os resultados relatados por OLIVO (1999), OLIVO & SHIMOKOMAKI (2002a), SOARES *et al* (2002), é possível estimar curvas glicolíticas típicas para cada padrão de qualidade, conforme Figura 7. Faz-se necessário a realização de mais pesquisas para confirmar a tendência das curvas de abaixamento do pH para as classes de qualidade.

Com os valores da Tabela 7 e a Figura 7, a pesquisa básica e principalmente a indústria dispõe agora de referenciais, nos tempos 0h e 24h

post mortem para auxiliar na tomada de decisões quanto à classificação dos peitos de frango. Com esta ferramenta, a indústria poderá, com base no pHi, predizer a qualidade final no tempo 24h. Poderá então, analisar e classificar os filés com antecedência, encaminhando para o melhor destino industrial. Este procedimento é importante, pois muitas das seções processadoras de filés de peito estão situadas fora do parque abatedouro e em geral, recebem a matéria-prima no dia seguinte.

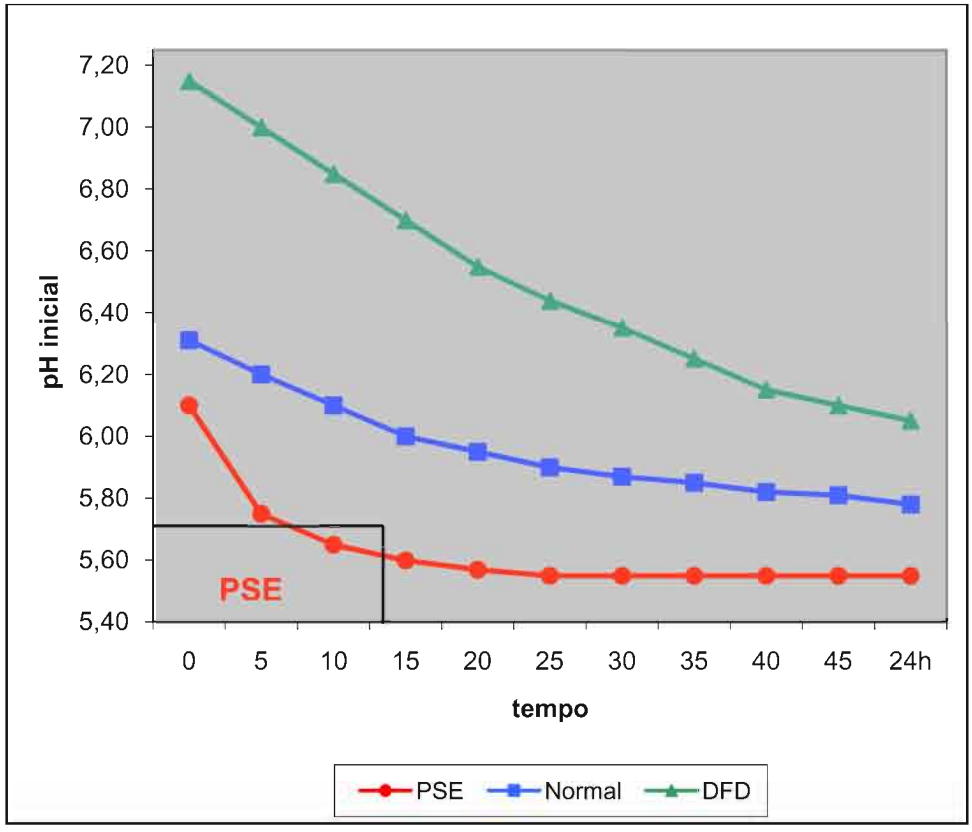

Figura 7. Curvas glicolíticas de carne de frango (*M. Pectoralis major*) *PSE*, Normal e *DFD* (estimadas)

Assim, dependendo do momento da análise, deve ser tomado critério numérico diferente, para a melhor tomada de decisões quanto a classificação prática dos grupos de qualidade, em linha de processamento. Esta ferramenta auxiliará de forma efetiva na padronização dos processos industriais e da qualidade a ser obtida, quando da elaboração de produtos derivados de filés de peito de frango.

5.4 ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS

A seguir, são apresentados e discutidos os resultados das análises das propriedades funcionais, comparativamente entre carnes *PSE*, Normal e *DFD*.

5.4.1 Medida do exsudato

Os resultados da medida do exsudato estão na Tabela 8. As amostras analisadas apresentaram os seguintes resultados: 4,73 (±2,61)%, 2,55 (±2,16)% e 1,11 (±1,01)% de exsudato para carnes *PSE*, Normal e *DFD*, respectivamente, significativamente diferentes (P<0,05).

A medida de exsudato é um parâmetro na averiguação da qualidade funcional e traduz a capacidade de retenção de água (CRA) das carnes (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002).

Tabela 8.- Medida do Exsudato (%) em carnes *PSE*, Normal e *DFD* em filé de frango

	PSE	NORMAL	*DFD*
n	49	201	30
MÉDIA	4,73 [a]	2,55 [b]	1,11 [c]
DESVIO PADRÃO	2,61	2,16	1,01

n = 280
Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,05)
PSE: pálido, macio e exsudativo
DFD: escuro firme e seco

5.4.1.1 Correlação entre a medida do exsudato e o valor de pH

Os resultados da medida do exsudato foram comparados estatisticamente com os resultados do pH muscular e encontram-se na Tabela 9 e na Figura 8. A referida correlação apresentou R= -0,55. Observamos que quanto maior o valor do pH maior é a capacidade de retenção de água (CRA).

Este resultado confirma a relação inversa entre o exsudato e o pH, estando de acordo com os resultados de outros autores (BARBUT, 1998; SOSNICK *et al.*, 1998; ALLEN *et al.*, 1998; MALLIA *et al.*, 2000b; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002; SOARES *et al.*, 2002).

Tabela 9 - Relação entre $Exudato_{24h}$ e pH_{24h} em filé de frango

	Exsudato (%)	pH
n	280	278
MÉDIA	2,78	5,85
Desvio Padrão	2,38	0,23

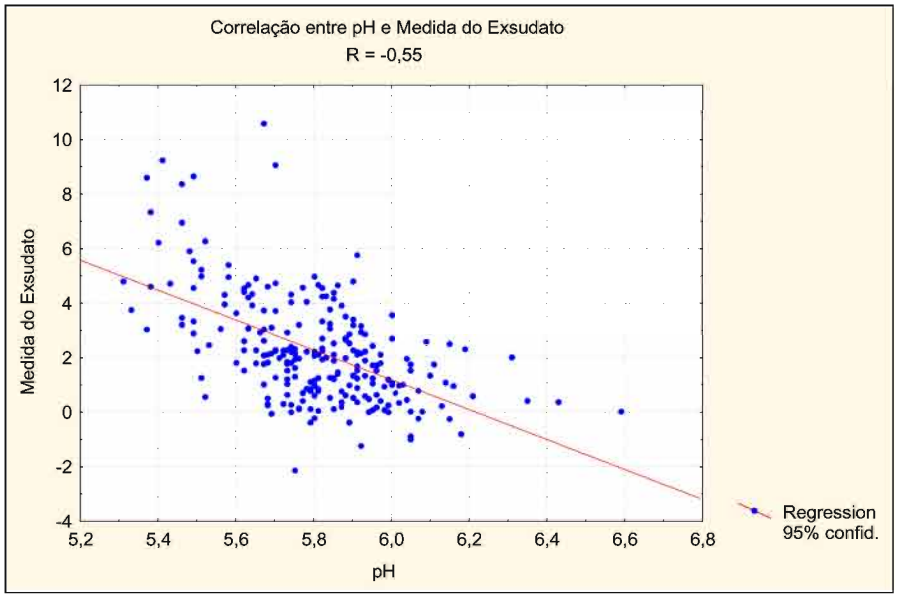

Figura 8. Correlação entre os resultados da Medida do Exsudato e Valor de pH de peito de frango (*P. Major*) (R= - 0,55; P<0,05)

5.4.1.2 Correlação entre a medida do exsudato e o valor de L*

Da mesma forma que o item anterior, foram comparados os resultados da Medida do Exsudato e o Valor de L*. O resultado estatístico desta comparação está na Tabela 10 e na Figura 9. A inclinação da reta foi de R= +0,49. A relação mostra-se direta entre a Medida do Exsudato e o Valor de L*,

diferente da anterior e inversamente proporcional. Os resultados estão concordantes em relação ao *DFD* e de carnes de suínos (BENDALL & WISMER-PEDERSEN, 1962; BENDALL & SWATLAND, 1988; SWATLAND, 1993, 1995) e de filé de peito de frango, (QIAO *et al.*, 2001) demonstrando que quanto mais escuro o peito, maior será a CRA.

Tabela 10 - Relação entre L^*_{24h} e $Exsudato_{24h}$ em filé de frango

	EXSUDATO (%)	Valor de L*
n	280	280
MÉDIA	2,78	49,11
Desvio Padrão	2,37	3,87

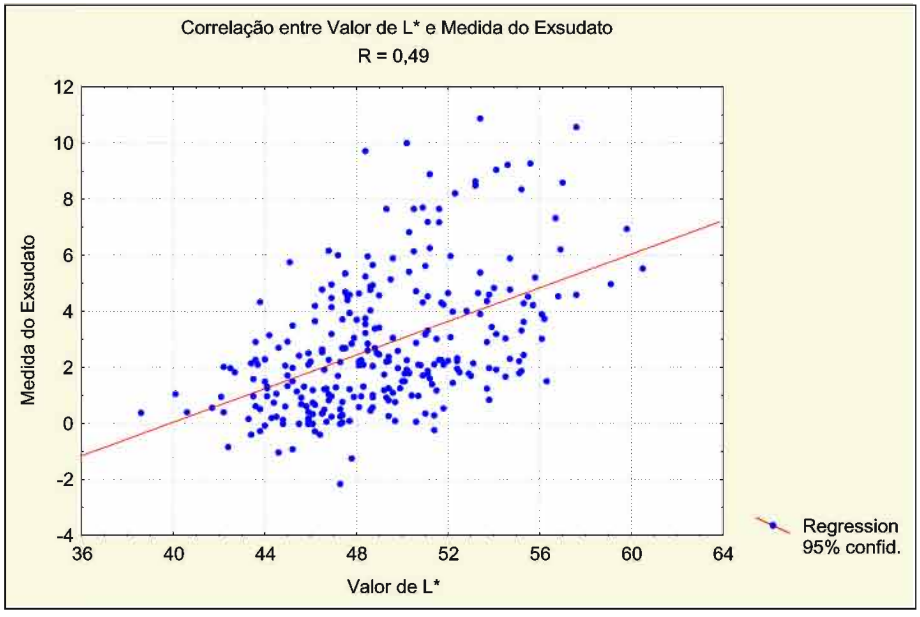

Figura 9. Correlação entre os resultados da Medida do Exsudato e do Valor de L* (R=0,49, P<0,05)

5.4.2 Medida da perda de umidade no cozimento

A medida da perda no cozimento é um outro atributo de qualidade e pode ser usada para determinar a CRA da carne e, a sua avaliação em

produtos temperados é importante, pois esta classe de produtos é representativa na linha de processados de aves (OWENS & SAMS, 2000).

A absorção média das amostras temperadas foi de aproximadamente 22,2%, 23,6% e 24,2% para *PSE*, Normal e *DFD* respectivamente, após as amostras terem permanecido em cura por 16h, sob resfriamento. Os resultados de absorção não apresentaram diferenças significativas entre carnes *PSE*, Normal e *DFD* (P<0,05) e outros autores (OWENS & SAMS, 2000; WOELFEL & SAMS, 2001 e QIAO *et al*., 2002) também não encontraram significativa diferença estatística de absorção no *tumbler*, entre os três diferentes tipos de amostras.

Os resultados da medida da perda de umidade no cozimento, de filés previamente marinados, estão apresentados na Tabela 11 e na Figura 10.

Tabela 11 - Perda de Umidade no Cozimento (%) em filé de frango

	PSE	NORMAL	*DFD*
n	13	23	21
Média	26,03 [a]	25,38 [a]	22,88 [b]
Desvio Padrão	2,93	3,96	2,65

n = 57
Médias com diferentes letras são significativamente diferentes
0,05)
PSE: pálido, macio e exsudativo
DFD: escuro firme e seco

A perda de peso durante o cozimento, nas amostras consideradas *PSE*, foi de 26,03 (±2,93)%. Para os filés do grupo Normal, a quebra foi de 25,38 (±3,96)%, enquanto que para os do grupo *DFD* a quebra foi de 22,88 (±2,65)%. Entre as amostras dos grupos *PSE* e Normal não ocorreu diferença significativa (P>0,05), apesar de leve tendência para menor quebra de peso para os filés do grupo Normal. Por sua vez, QIAO *et al*. (2002) encontraram diferença estatística entre estes dois grupos, para a perda no cozimento.

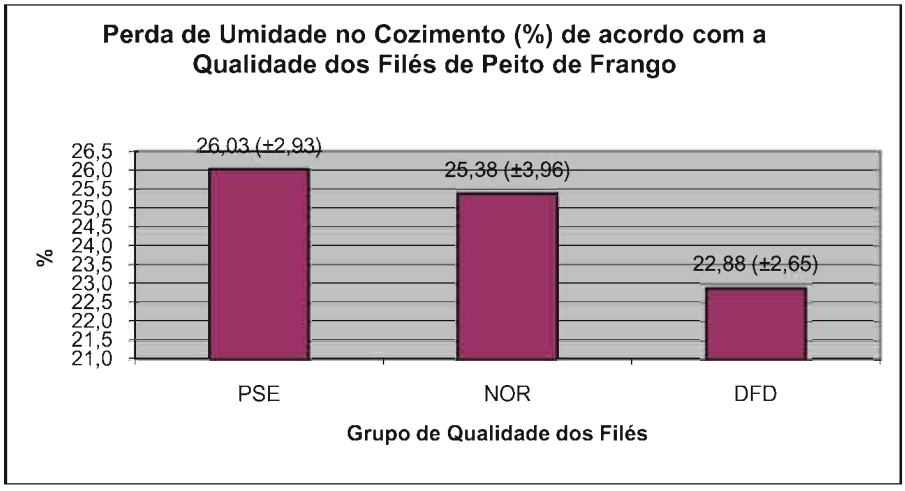

Figura 10. Perda de umidade no cozimento (%) de acordo com a qualidade dos filés de peito de frango

Esperava-se uma maior diferença nos resultados entre estes dois grupos (*PSE* e Normal), considerando que a instalação do *PSE* causa desnaturação das proteínas, comprometendo a capacidade de retenção de água (BARBUT, 1993; NORTHCUTT, 1994; OLIVO, 1999; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002; WOELFEL & SAMS, 2001). No entanto, é possível que a ação dos ingredientes não cárneos utilizados na elaboração das amostras, tenham contribuído, parcialmente, para recuperação da qualidade dos filés do grupo *PSE*. De acordo com estudos realizados por WOELFEL & SAMS (2001) o tempero com solução salina, sob algumas situações, melhora a CRA de filés pálidos e recupera parcialmente a funcionalidade da proteína, apesar de ALLEN *et al.* (1998) não ter encontrado que este processo tecnológico tenha reduzido as diferenças nas propriedades funcionais.

A funcionalidade das matérias-primas pode ser modificada pela ação do sal, de tripolifosfatos e de outros aditivos não cárneos. Os tripolifosfatos são comumente utilizados na indústria de processamento de carnes, com a finalidade de aumentar a força iônica, pelo aumento do pH. O pH levemente alcalino aumenta a capacidade de retenção de água, pelo aumento do número de cargas dos resíduos protéicos, pelo espaçamento intermiofibrilar e pela dissociação das ligações entre os filamentos de actina e miosina, promovendo a solubilização das mesmas. O sal tem ação sinérgica com os tripolifosfatos na

solubilização das proteínas miofibrilares. A solubilização destas proteínas deixa-as aptas a formarem malhas protéicas retentoras de umidade, quando do cozimento. Assim, carnes contendo sal e tripolifosfatos tendem a apresentar maior suculência e menos exsudato durante as etapas de descongelamento e/ou cozimento (BARBUT, 2002).

Por sua vez, quando comparados entre si, a quebra de peso para o grupo Normal e *DFD* apresentou resultados significativamente diferentes ($P<0,05$), a qual foi de 25,38% e 22,88%, respectivamente. Estes números mostram uma diferença percentual direta de 2,50%. Valor significativo em relação ao aspecto sensorial.

Assim, os resultados deste ensaio mostram que as matérias-primas que apresentam as características *DFD* tendem a conferir melhor qualidade funcional.

Como a água é o principal constituinte da carne, a habilidade dos produtos cárneos em retê-la é muito importante. Quando a umidade é perdida, o rendimento, maciez, textura e sabor são negativamente afetados. Da mesma forma, como a água exsudada contém proteínas sarcoplasmáticas solúveis em água (FAROUK *et al.*, 2002) e possivelmente proteínas miofibrilares solúveis em presença de sal, a sua perda irá afetar também a qualidade nutricional do produto. Outrossim, apesar das proteínas sarcoplasmáticas não apresentarem uma função estrutural no músculo vivo, elas podem formar, em produtos cozidos, uma matriz geleificada que irá preencher e unir outros elementos, contribuindo para a estrutura final do produto (DAVEY & GILBERT, 1974). Em outras palavras, as proteínas sarcoplasmáticas melhoram sinérgicamente a capacidade de liga da miosina (MACFARLANE *et al.*, 1977), contribuindo para uma melhor suculência e agradabilidade da carne como alimento. Da mesma forma, uma maior retenção de umidade na carne cozida, irá contribuir para que sejam evitadas alterações oxidativas formadoras de ranço e, sob este ponto de vista, auxiliando na segurança alimentar e preservando o sabor da carne (OLIVO, 2002).

OLIVO & BARBUT (2004) estudaram o fenômeno de exudação de gel durante o cozimento de carne de peito de frango. Encontraram que existe correlação positiva entre a quantidade de gel exudado e a perda de umidade no cozimento, sendo este fenômeno indicador da falta de interação funcional entre os componentes do sistema.

Os resultados obtidos por ALLEN *et al* (1998), demonstraram que filés de peito de frango escuros temperados com salmoura contendo tripolifosfatos apresentam alta capacidade de absorção, retenção da umidade, baixo exsudato e baixa perda no cozimento do que os filés claros, endossando a indicação de que as propriedades das carnes estão relacionadas com a cor, conforme bem documentado por diversos pesquisadores. Porém em seus estudos, o tempero com sal e polifosfatos não reduziu as diferenças e ALLEN *et al* (1998) acredita ser mais vantajoso para os processadores separar os filés de acordo com a cor, antes dos processos de industrialização. QIAO *et al*. (2001) também sugerem a separação em grupos de filés de frango de acordo com a sua tonalidade, em linha de processamento, como forma de padronizar os processos.

5.4.3 Medida da instabilidade da emulsão

Resultados da instabilidade de emulsões elaboradas com matérias-primas dos três grupos de filés estão apresentadas na Tabela 12. Estes resultados foram 1,04 (±0,32)%, 0,78 (±0,20)%, 0,70 (±0,12)%, respectivamente para os grupos *PSE*, Normal e *DFD*, com diferença estatística significativa entre ambos ($P<0,05$).

A correlação estatística entre a instabilidade da emulsão e o valor de L* dos filés utilizados para este ensaio, está na Figura 11**.** O resultado desta análise foi $R=+0,44$ ($P>0,05$), confirmando a tendência de uma melhor qualidade funcional de acordo com a cor mais escura do filé.

Tabela 12 - Instabilidade da Emulsão (%) em filé de frango

	PSE	NORMAL	*DFD*
n	10	18	9
MÉDIA	1,04 [a]	0,78 [b]	0,70 [c]
Desvio Padrão	0,32	0,20	0,12

n = 37
Médias com diferentes letras são significativamente diferentes (P<0,05)
PSE: pálido, macio e exsudativo
DFD: Dark, Firm and Dry (Escuro , Frme e Seco)

Desta forma, como também encontrado por QIAO *et al*. (2001), para os quais peitos mais escuros apresentaram melhor capacidade de emulsificação, os resultados deste ensaio corroboram os resultados dos ensaios anteriores, mostrando forte tendência de uma melhor qualidade funcional para os filés do grupo *DFD*.

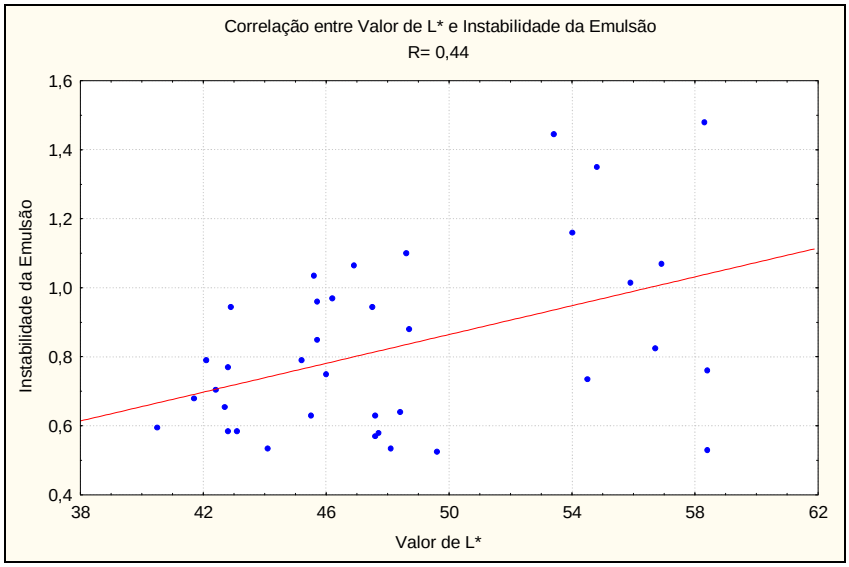

Figura 11. Correlação entre os resultados do Valor de L* e Instabilidade da Emulsão (R=+0,44, P<0,05)

5.5 COMENTÁRIOS ADICIONAIS

Os resultados encontrados no presente trabalho mostram de forma significativa, a possibilidade de diferença de qualidade funcional para as matérias-primas. Resultados semelhantes foram encontrados por ALLEN *et al*. (1998) e por QIAO *et al*. (2001), os quais sugerem a separação dos filés de peito de frango de acordo com as suas respectivas cores, em uma linha de processamento, como forma de padronizar processos. Mostram também, a importância e a necessidade em considerar estes parâmetros, como forma de contribuir para a garantia do rendimento e a viabilidade da indústria avícola.

6 CONCLUSÕES

6.1 Carnes de frango (*M. Pectoralis major*) são suceptíveis a apresentarem características de carne *DFD*.

6.1.1 Não foi constatada relevante incidência de carne de frango (*M. Pectoralis major*) *DFD*, dentro dos padrões de inverno brasileiro.

6.1.2 As carnes de frango (*M. Pectoralis major*) com caracterísitcas *DFD*, apresentam melhores propriedades funcionais, quando comparadas com *PSE* e Normal.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar a incidência de carnes *DFD* (*dark, firm, dry*) em um frigorífico comercial de frango e determinar as suas propriedades funcionais comparando com as do *PSE* (*pale, soft, exudative*) e Normal em filés de peito, *Pectoralis major*.

Para a avaliação da ocorrência desses tipos de cores, as aves das linhagens Cobb e Ross receberam banho calmante, com aspersão de água em temperatura ambiente por aproximadamente 10 minutos, associado à ventilação, imediatamente antes do seu abate. Em seguida, foram sacrificadas e desossadas e os filés foram analisados ao tempo de 90min e 24h *post mortem*, para coleta de valores de pH e L* e classificados em carnes *PSE*, Normal e *DFD*, com base nos resultados de 24h *post mortem* (n=329). O resultado da incidência foi de 24,92, 73,55 e 1,52% para amostras *PSE*, Normal e *DFD*, respectivamente. O valor de L* ao tempo de 90 min *post mortem* foi de 51,57 (±1,91), 48,55 (±1,94) e 41,67 (±1,80), respectivamente, enquanto para o pH foi de 6,10 (±0,48), 6,31 (±0,59) e 7,15 (±0,43) para carnes *PSE*, Normal e *DFD*, respectivamente. Após 24h *post-mortem* os resultados foram para L* 54,32 (±1,09), 50,56 (±1,64), 42,23 (±1,80) e para o pH 5,69 (±0,14), 5,78 (±0,14), 6,05 (±0,43) respectivamente para amostras *PSE*, Normal e *DFD*, significativamente diferente (P<0,05).

Para o estudo das propriedades funcionais, amostras (n=374) foram selecionadas nas linhas de produção, classificadas em carnes *PSE*, Normal e *DFD* de acordo com o L* e pH *24h post mortem*. Foram realizadas as medidas do exsudado formado, perda de umidade durante o cozimento e estabilidade da emulsão. Os resultados encontrados na medida do exsudado foram 4,73 (±2,61)%, 2,55 (±2,16)%, 1,11 (±1,01)% para *PSE*, Normal e *DFD* respectivamente, significativamente diferentes (P<0,05). A medida da perda de umidade durante o cozimento para as amostras *PSE* foi de 26,03 (±2,93)%, para o grupo Normal a quebra foi de 25,38 (±3,96)% e para o grupo *DFD* 22,89 (±2,65)%. Entre as amostras dos grupos *PSE* e Normal não ocorreu diferença

significativa (P<0,05), apesar da leve tendência para menor quebra de peso para grupo considerado Normal, enquanto que a quebra de peso para o grupo Normal e *DFD* apresentou resultados significativamente diferentes (P<0,05) com diferença significativa de 2,50% para *DFD*. Finalmente, para a medida de instabilidade da emulsão os resultados foram 1,04 (±0,32)%, 0,78 (±0,20)%, 0,70 (±0,12)%, respectivamente para *PSE*, Normal e *DFD*, significativamente diferente (P<0,05).

Concluindo, as matérias-primas que apresentam características *DFD* tendem a conferir melhor qualidade funcional com melhor capacidade de absorção, retenção de umidade, baixo exsudado e baixa perda durante o cozimento. A constatação da diferença nas cores do filé na linha de processamento pode padronizar os processos contribuindo para a distribuição adequada das amostras de carne *PSE*, Normal e *DFD* especificamente para diferentes tipos de processamento trazendo benefícios econômicos às industrias e qualidade sensorial aos consumidores.

SUMMARY

The objective of this work was to investigate the incidence of *DFD* (*dark, firm, dry*) meat, in a commercial chicken plant and to determine its functional properties in comparison to *PSE* (*pale, soft, exudative*) and Normal breast fillet, *Pectoralis major.*

In order to evaluate the occurrence of different color types, commercial Cobb and Ross chickens were submitted to water shower and ventilation treatments during 10 minutes immediately before slaughtering. Birds (n=329) were sacrificed, deboned and analyzed after 90 minutes and 24h *post mortem* for pH and L* values evaluation and submitted to classification as *PSE*, Normal, *DFD* meat based upon 24h *post mortem* samples.

The occurrence was 24.92, 73.55 and 1,52% for samples *PSE*, Normal and *DFD* meats, respectively. L* values for 90 minutes *post mortem* were 51.57 (±1.91), 48.55 (±1.94) and 41.67 (±1.80), respectively, while for pH values were 6.10 (±0.48), 6.31 (±0.59) and 7.15 (±0.43) for *PSE*, Normal e *DFD* meats, respectively. After 24h *post-mortem*, L* values results were 54.32 (±1.09), 50.56 (±1.64), 42.23 (±1.80) for *PSE*, Normal and *DFD* meats, respectively, and pH values were 5.69 (±0.14), 5.78 (±0.14), 6.05 (±0.43) respectively for *PSE*, Normal and *DFD* meats. All results were significantly different (P<0.05).

For functional properties evaluation, samples (n=374) were selected from production lines and ranked as *PSE*, Normal e *DFD* meats according to L* and pH *24h post mortem*. Measurement for formed exudate, cook drip loss and emulsion stability was carried out. Results for formed exudate were 4.73 (±2.61), 2.55 (±2.16), 1.11 (±1.01)% for *PSE*, Normal e *DFD* meats, respectively and for cook drip loss for *PSE* 26.03 (±2.93), for Normal 25.38 (±3.96) and for *DFD* 22.89 (±2.65)%, respectively. No significantly difference (P<0,05) was found between *PSE* and Normal samples although there was a tendency for lower weight loss for normal group while between normal and *DFD* samples a significantly difference (P<0.05) was found. Finally, for emulsion estability

results were 1.04 (±0.32), 0.78 (±0.20), 0.70 (±0.12)%, respectively for *PSE*, Normal and *DFD* samples, significantly different (P<0,05).

In conclusion, broiler breast fillet meat which presents *DFD* characteristics tends to have better functional properties for water holding capacity, lower exudate formation and lower cook drip loss. The standardization of colour differences detection in broiler fillet meat in the processing line could direct these samples specifically to *PSE*, normal and *DFD* meats for processing meat products accordingly in order to have economical benefits to the poultry industries and particularly sensorial meat products improvement for consumers.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPORTADORES DE FRANGO. *Relatório Abef 2002*. São Paulo: Gab'Design, 2003, 48p.

ABEF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPORTADORES DE FRANGO. Disponível em: www.abef.com.br/noticias. Acesso em: 12 Jan.2004.

ACTON, J.C.; ZIEGLER, G.R.; BURGE Jr. D.L. Functionality of muscle constituents in the processing of comminuted meat products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*., Fort Lauderdale, v.18, n.2, p.99-121, 1983.

ALLEN, C.D.; RUSSEL, S.M.; FLETCHER, D.L. The relationship of broiler meat color and pH to shelf-life and odor development. *Poult. Sci.*, Savoy, v.76, p.1042-1046, 1997.

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

APINCO – CONFERÊNCIA APINCO 2003 de Ciência e Tecnologia Avícolas. *Anais 2003*. São Paulo: FACTA 2003.

BAILEY, A.J.; LIGHT, N.D. *Connective tissue in meat and meat products*. London, New York: Elsevier Applied Science, 1989. 355p.

BARBUT, S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (*PSE*) occurrence in turkey meat. *Food Res. Int*., Amsterdam, v.26, p.39-43, 1993.

BARBUT, S. Estimating the magnitude of the *PSE* problem in poultry. *J. Muscle Foods*, Trumbull, v.9, p.35-49, 1998.

BARBUT, S. *Poultry products processing: an industry guide*. Boca Raton: CRC Press, 2002. 548p.

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.*, Amsterdam, v.24, p.85-126, 1988.

BOULIANNE, M.; KING, A.J. Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark-colored broiler chicken carcasses. *J. Food Sci.*, Chicago, v.63, n.5, p.759-762, 1998.

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 (SDA), Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasília, 1998. Disponível em: www.defesaagropecuaria.gov.br. Acesso em: 24 Jun 2003.

BRASIL. Normativa 64, de 01 de setembro de 2003. Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasília, 2003. Disponível em: www.defesaagropecuaria.gov.br. Acesso em: 15 Out 2003.

CHEAH, K.S.; CHEAH, A.M. Mitochondrial calcium transport and calcium-activate 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 A2 activity, calmodulin, Ca^{2+} and meat quality in young and adult halothane- sensitive

and halotane-insensitive british landrace pigs. *Meat Sci*., Amsterdam, v.17, p.37-53, 1986.

CHEN, M.T.; LIN, S.S.; LIN, L.C. Effect of stresses before slaughter on changes to the physiological, biochemical and physical characteristics of duck muscle. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v.32, p.997-1002, 1991.

CONTRERAS, C.C.; BERAQUET, N.J. Electrical stunning, hot boning, and quality of chicken breast meat. *Poult. Sci.*, Savoy, v.80, p.501-507, 2001.

DAVEY, C.L.; GILBERT, K.V. Temperature-dependent cooking toughness in beef. *J. Sci. Food Agric.*, Bognor Regis, v.25, p.931-938, 1974.

FAROUK, M.M.; WIELICZKO, K.; LIM, R.; TURNWALD, S.; MACDONALD, G.A. Cooked sausage batter cohesiveness as affected by sarcoplasmic proteins. *Meat Sci.*, Amsterdam, v.61, p.85-90, 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. *Missed World Poult.*, Doetinchem, v.11, n.2, p.10-15, 1995.

FLETCHER, D.L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. *Poult. Sci.*, Savoy, v.78, p.1323-1327, 1999.

FLETCHER, D.L.; QIAO, M.; SMITH, D.P. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poult. Sci.*, Savoy, v.79, p.784-788, 2000.

FRONING, G.W.; BABJI, A.S.; MATHER, F.B. The effect of preslaughter temperature, stress, stuggle 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 de aves: uma exigência dos consumidores. *Rev. N. Carne*, São Paulo, n.301, p.36-44, 2002.

GUARNIERI, P.D. *Manejo pré-abate em aves*: efeito do banho no grau de estresse em frangos e qualidade da carne. São Paulo. 2003. 53p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo.

GUARNIERI, P.D.; SOARES, A.L.; OLIVO, R.; SCHNEIDER, J.; MACEDO, R.M.G.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. Preslaughter handling with water shower spray inhibits *PSE* (PALE, SOFT, EXUDATIVE) broiler breast meat commercial plant. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 49, Campinas, 2003. *Proceedings.* Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes/ITAL, 2003. p.201.

GUARNIERI, P.D.; SOARES, A.L.; OLIVO, R.; SCHNEIDER, J.P.; MACEDO, R.M.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. Preslaughter handling with water shower spray inhibits *PSE* (pale, soft, exudative) broiler breast meat in a commercial plant. biochemical and ultrastructural observations. *J. Food Biochem.*, Trumbull, v.28, p.269-277, 2004.

GRAPH PAD. Versão 3.05 for Windows. San Diego: Graph Pad Software, 2000. Disponível em: www.graphpad.com. Acesso em: 20 jan 2004.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FOREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. *Principles of meat science*. 3.ed. Dubuque: Kendal/Hunt, 1993. 354p.

HSIEH, Y.L.; REGENSTEIN, J.M. Modeling protein gelation and application of entropy elasticity to understand protein gel properties. *J. Texture Stud.*, Trumbull, v.23, p.379-401, 1992.

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. 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 end meat from broiler breast muscles as affect by their initial pH values. *J. Food Technol*., Oxford, v.13, n.5, p.451-459, 1978.

LAWRIE, R.A. *Lawrie`s Meat Science.* 6.ed. Lancaster-Basel: Technomic, 1998. 336p.

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, 2002. 1013p.

LONG, V.P.; TARRANT, P.V. The effect of pre-slaughter showering and post-slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides. *Meat Sci*., Amsterdam, v.27, p.181-195, 1990.

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.

MARIDO, 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*., Amsterdam, 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 characteristics. *Poult. Sci.,* Chamapaign, v.77, p.169-174, 1996.

MACFARLANE, J.J.; SCHMIDT, G.R.; TURNEER, R.G. Binding of meat pieces: a comparison of myosin, actomyosin and sarcoplasmic proteins as binding agents. *J. Food Sci.*, Chicago, v.42, p.1603-1605, 1977.

McVEIGH, J.M.; TARRANT, P.V. Glycogen content and repletion rates in beef muscle, effect of feeding and fasting. *J. Nutr.,* Bethesda, v.112, p.1306-1314, 1982.

MALLIA, J.G.; BARBUT, S.; VAILLANCOURT, J.-P.; MUCKLE, A.; IRWIN, R.; MCEWEN, S.A. Safety and quality of dark turkey carcasses exhibiting dark, firm, dry characteristics. *J. Am. Vet. Med. Assoc*., Schaumburg, v.209, p.361, 1996.

MALLIA, J.G.; VAILLANCOURT, J.-P.; MARTIN, S.W.; MCEWEN, S.A. Risk factors for abattoir condemnation of turkey carcasses due to cyanosis in southern Ontario. *Poult. Sci.,* Savoy, v.79, p.831-837, 2000a.

MALLIA, J.G.; BARBUT, S.; VAILLANCURT, J.P.; MARTIN, S.W.; MCEWEN, S.A. Roaster breast meat condemned for cyanosis: a dark firm dry-like condition? *Poult. Sci*., Savoy, v.79, p.908-912, 2000b.

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

MILLER, R.K. Factors affecting the quality of raw material. In: KEERY, J.; KERRY, J.; LEDWARD, D., eds. *Meat processing:* improving quality. Cambridge: Woodhead, 2002. p.27-63.

MITCHELL, G.; HEFFRON, J.J.A. Porcine stress syndromes. *Adv. Food Res*., New York, v.28, p.167-230, 1982.

MONDELLI, G.; VIDRIK, V.R.; ROÇA, R.O. Importância do emprego das técnicas de abate humanitário para os consumidores de carne e frigoríficos. *Rev. N. Carne*, São Paulo, n.299, p.59-64, 2002.

MURRAY, A.C.; JONES, S.D.M.; SATHER A.P. The effect of preslaughter feed restriction and genotype for stress susceptibility on pork lean quality and composition. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, n.69, p.83-91, 1989.

NORTHCUTT, J.K.; FOEGEDING, E.A.; EDENS, F.W. Water-holding properties of termanlly preconditioned chicken breast na leg meat. *Poult. Sci*., Savoy, v.73, p.308-316, 1994.

NUNES, F. Aturdido correcto - ¿Por qué es tan difícil?. *Industria Avícola*, Mount Morris, v.50, n.Julio, p.16-22, 2003.

ODA, S.H.I.; SCHNEIDER, J.; SOARES, A.L.; BARBOSA, D.M.L.; IDA, I.I.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Detecção de cor em filés de peito de frango. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, n.321, p.30-34, 2003.

OFFER, G. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: effects of chilling regime and rate and extend of glycolysis. *Meat Sci*., Amsterdam, v.30, p.157-184, 1991.

OLIVO, R. *Carne PSE em aves*. São Paulo. 1999. 97p. Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo.

OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin E inihibits poultry *PSE* and improves meat functional properties. *J. Food Biochem.*, Trumbull, v.25, p. 271-283, 2001a.

OLIVO, R.; GUARNIERI, P.D.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. *Rev. N. Carne*, São Paulo, n.289, p.44-49, 2001b.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Carnes: No caminho da pesquisa. 2.ed. Cocal do Sul: Imprint, 2002. 155p.

OLIVO, R. Fatores que influenciam as características das matérias-primas cárneas e suas implicações tecnológicas. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, n.307, p.72-83, 2002.

OLIVO, R.; BARBUT, S. Exudative cooked gel in chicken breast meat products. In: XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, *Anais 2004.* Recife: SBCTA, p.89, 2004.

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

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

QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; SMITH, D.P.; NORTHCUTT, J.K. Effects of raw broiler breast meat color variation on marination and cooked meat quality. *Poult. Sci.*, Savoy, v.81, p.276-280, 2002.

SAMS, A.R. *Poultry meat processing*. Boca Raton C.R.C. Press, 2001, 334p.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; DIKEMAN, M.E. Effect of biological type of cattle on the incidence of the dark, firm and dry condition in longissimus muscle. *J. Anim. Sci*., Savoy, v.72, p.337-343, 1994.

SMITH, D.M. Factores influencing texture formation in comminuted meats. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 41. Laramie, 1988. *Proceedins*. Chicago: National Stock and Meat Board, *American Meat Science Association*, 1989. p.48-52.

SKJERVOLD, P.O.; FJAERA, S.O.; OSTBY, P.B.; EINEN, O. Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.192, p.265-280, 2001.

SOARES, A.; LARA, J.; IDA, E.I; GUARNIERI, P.; 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: Universitá de Parma, 2002, v.2, p.540.

SOARES, A.L.; LARA, J.A.F.; IDA, E.I.; GUARNIERI, P.D.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Influence of preslaughter handling practices on broiler meat color in a commercial plant. IFT Annual Meeting Book of Abstacts, Chicago, p.201, 2003.

SOLOMON, M.B.; VAN LAACK, R.L.J.M.; EASTRIDGE, J.S. Biophysical basis of pale, soft, exudative (*PSE*) pork and poultry muscle: a review. *J. Muscle Foods*, Trumbull, v.9, p.1-11, 1998.

SOSNICKI, A.A. *Pse* in turkey. *Meat Focus Int*., Wallinford, 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. versão 5.0 for Windows. Tulsa: Stat Soft, 1995. CD-ROM.

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. 343p.

TANKSON, J.D.; VIZZIER-THAXTON, Y.; THAXTON, J.P.; MAY, J.D.; CAMERON, J.A. Stress and nutritional quality of broilers. *Poult. Sci*., Savoy, v.80, p.1384-1389, 2001.

UBA - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. *Relatório Anual 2002*. São Paulo: Charbel, 2003. 70p.

UBA - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. Disponível em: www.uba.org.br (ubanews). Acesso em: 20 Jan.2004.

WANG, Y.H.; LEIBHOLZ, J.; BRYDEN, W.L.; FRASER, D.R. Lipid peroxidation status as na index to evaluate the influence of dietary fats on vitamin E requirements of young pigs. *Br. J. Nutr*., Wallingford, v..75, p.81-95, 1996.

WILKINS, L.J.; BROWN, S.N.; PHILLIPS, A.J.; WARRISS, P.D. Variation in colour of broiler breast fillets in the UK. *Br. Poult. Sci*., Basingstoke, v.14, p.308-312, 2000.

WILSON, B.W.; NIEBERG, P.S.; BUHR, R.J.; KELLI, B.J.; SCHULTZ, F.T. Turkey muscle growth and focal myopathy. *Poult. Sci*., Champaign, v.69, p.1553-1562, 1990.

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, 1961.

WOELFEL, R.L.; SAMS, A.R. Marination performance of pale broiler meat. *Poult. Sci*., Savoy, n.80, p.1519-1522, 2001.

ZIEGLER, G.R.; FOEGEDING, E.A. The gelation of proteins. Adv. *Food Nutr. Res*., San Diego, v.34, p.204-286, 1990.