



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CASSIANA KISSEL

**CARNES PSE (*PALE, SOFT, EXUDATIVE*) E ANÁLOGO AO
DFD (*DARK, FIRM, DRY*) DE FRANGO EM EMBUTIDOS
CÁRNEOS**

Londrina
2008

CASSIANA KISSEL

**CARNES PSE (*PALE, SOFT, EXUDATIVE*) E ANÁLOGO AO
DFD (*DARK, FIRM, DRY*) DE FRANGO EM EMBUTIDOS
CÁRNEOS**

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

Orientador: Prof. Dr. Massami Shimokomaki
Co-orientadora: Profa. Dra. Adriana Lourenço Soares

Londrina
2008

CASSIANA KISSEL

**CARNES PSE (*PALE, SOFT, EXUDATIVE*) E ANÁLOGO AO
DFD (*DARK, FIRM, DRY*) DE FRANGO EM EMBUTIDOS
CÁRNEOS**

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

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Massami Shimokomaki Universidade
Estadual de Londrina

Profa. Dra. Marta de Toledo Benassi
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Marco Antonio Trindade
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Universidade de São Paulo

Londrina, 24 de Março de 2008.

Dedicatória

Aos meus pais,
Wilson e Alaides,
meus eternos exemplos de Vida e que rezam muito por mim.

Aos meus irmãos,
Simone e Willian,
pelo apoio e amizade.

À minha irmã,
Silviana (*In Memorium*),
Por mostrar-me um amor a Vida como ninguém.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Massami Shimokomaki, pela orientação, profissionalismo, confiança, motivação. O respeito pelo grande profissional e exemplo de amor à ciência.

A Profa. Dra. Adriana Soares, pela grande colaboração, dedicada orientação e contribuição para minha formação profissional, minha eterna e profunda gratidão.

Ao Prof. Dr. Fábio Yamashitapelas consultas estatísticas.

A Fundação CAPES/MEC (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Ministério da Educação), pela bolsa concedida, e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundação Araucária, pelo auxílio financeiro desta pesquisa.

A Seara Alimentos de Seara-SC, na pessoa de Paulo Donizetti Guarnieri, e a COPACOL de Cafelândia-PR, na pessoa de Alessandro Rossa, pelas amostras cedidas.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Medianeira, na pessoa da Prof. Dr^a Saraspathy Naidoo Terroso Gama de Mendonça, pelo uso de instalações, equipamentos e pelo apoio das Prof^{as}. Cristiane Canan e Marinês Paula Corso, pelo auxílio e amizade, amigas como vocês fazem com que jamais eu me sinta só.

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, pelas condições oferecidas para a realização deste trabalho. E aos docentes do Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos desta Instituição pelos ensinamentos e pela atenção dispensada.

Aos funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos desta Instituição, em especial a Elza Youssef Youssef, pela colaboração.

Aos "pombos" do grupo de carnes, pela colaboração, trocas de conhecimentos e pelos bons momentos a serem lembrados.

Pela convivência e lembranças queridas, agradeço a todos e a cada um dos amigos do Mestrado em especial a Carolina Gil Bernardi, pessoa pela qual sinto uma enorme admiração; e as três meninas super poderosas Cleusa Inês Weber, Fernanda Gonçalves Campanha e Valéria de Oliveira Brito, obrigada por permitirem laços de amizade concretos.

A meus pais Wilson e Alaides, meus irmãos Simone, Silviana (In Memorium) e Willian, meus sobrinhos, a tia Ada, pessoas amadas da minha família, e pelos quais eu vivo, pelo apoio, paciência, incentivo e disponibilidade em sempre me ajudar, e nos momentos de solidão, tiveram um papel fundamental.

A Deus pela sabedoria, luz e discernimento, que nos momentos de incertezas e dificuldades me mostrou que eu seria capaz.

Quero, um dia, poder dizer às pessoas que nada foi em vão... que o amor existe, que vale a pena se doar às amizades a às pessoas, que a vida é bela sim, e que eu sempre dei o melhor de mim... e que valeu a pena!

Luís Fernando Veríssimo

KISSEL, Cassiana. **Carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e análogo ao DFD (*Dark, Firm, Dry*) de frango em embutidos cárneos**. 2008. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

RESUMO

O crescente consumo mundial de carne de frango e produtos processados, fez aumentar a preocupação com a qualidade da carne fresca, conseqüentemente anormalidades relacionadas a cor, como o PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e análogo ao DFD (*Dark, Firm, Dry*) ganharam a sua devida importância. O objetivo deste trabalho foi investigar a influência da utilização de carnes PSE e análogo ao DFD (a-DFD) como matéria-prima para elaboração de embutidos cárneos. Os filés foram coletados e analisados 24h *post mortem* em uma linha comercial de abate, e classificados com base na associação dos valores de pH e L*, $pH < 5,80$ e $L^* > 53,0$ como PSE, $pH > 6,00$ e $L^* < 44,0$ como a-DFD, e amostras com valor de $5,80 < pH < 6,00$ e $44,0 < L^* < 53,0$ como carne normal. O estudo foi realizado em duas etapas: na primeira utilizando 565 filés previamente classificados como PSE, Normal e a-DFD, foram elaborados os embutidos cárneos *light*, com a finalidade de avaliar as propriedades funcionais destas carnes. Na segunda etapa, utilizando 127 filés previamente classificados como PSE e Normal, foram elaborados embutidos tipo mortadela, a fim de avaliar o comportamento da carne PSE em produtos cárneos emulsionados. As mortadelas foram elaboradas com e sem o emprego de fécula de Mandioca (FM), Proteína Isolada de Soja (PIS) e Tripolifosfato de Sódio (TPFS). Nos embutidos cárneos *light*, foram avaliados a cor (Minolta CR400), a capacidade de retenção de água (CRA), e o perfil de textura (Texturômetro Universal TATx-2i). Essas mesmas medidas também foram realizadas para as mortadelas, incluindo a determinação da estabilidade da emulsão (EE) por aquecimento seguido de centrifugação, e a aceitação sensorial. Como resultado os embutidos cárneos *light* com carne a-DFD (EDFD) apresentaram valores de a^* e b^* maiores e valores de L^* menores ($p < 0,05$) em comparação com os produtos preparados com carnes PSE e normal. Os embutidos cárneos *light* PSE (EPSE) apresentaram menores valores de CRA e alterações na textura ($p < 0,05$). Na mortadela com carne PSE, foi verificada a menor EE que na normal e o emprego de FM, PIS e TPFS promoveu aumento nos valores de CRA, EE e b^* , e os valores de L^* e a^* diminuíram, e também, aumento da dureza e mastigabilidade nas mortadelas normais e PSE. O produto com carnes PSE foi aceito sensorialmente, apesar da qualidade inferior quando comparado com o produto com carne Normal. Finalmente a utilização de filés a-DFD como matéria-prima para elaboração de produtos embutidos, não constitui problema tecnológico, e a utilização de filés PSE em tais produtos, mostrou-se uma boa alternativa para a redução de prejuízos em decorrência desta anormalidade de cor, desde que empregada corretamente tecnologias e aditivos no processamento.

Palavras-chave: Mortadela. Capacidade de retenção de água. Perfil de textura. Cor da carne. Estabilidade da emulsão.

KISSEL, Cassiana. **Broiler PSE (PALE, SOFT, EXUDATIVE) and DFD-like (DARK, FIRM, DRY) meats in emulsion processing meat products.** 2008. 87p. Dissertation (Master Degree in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

ABSTRACT

The consequence of increase worldly consumption of chicken meat and also as processed meat products, brings about an increase concern of its quality as fresh meat in particular those related to meat color abnormalities as PSE (Pale, Soft, Exudative) and DFD-like (Dark, Firm, Dry). Thus the objective of this work was to investigate the influence of using broiler PSE meat and DFD-like meat (a-DFD) as raw material for processing meat products. Breast fillet meat were analyzed after 24h post mortem in a commercial meat processing line and classified as PSE-, a-DFD- and Normal-meats based on the association of pH and L* values. The values of $\text{pH} < 5.80$ and $\text{L}^* > 53.0$ as PSE, $\text{pH} > 6.00$ and $\text{L}^* < 44.0$ as a-DFD, and samples with values of $5.80 < \text{pH} < 6.00$ and $44.0 < \text{L}^* < 53.0$ as Normal-meats. the study was done in two phase: in the first using 565 fillets samples previously classified as PSE-, Normal- and a-DFD-meats, were formulated Light meat products to observe its actual PSE- and a-DFD-meats functional properties. In the second phase 127 fillets samples previously classified as PSE- and Normal-meats were formulated mortadellas to observe the behavior of PSE-meat in a meat emulsion product. Also, mortadella was processed with and without cassava flour (FM), soy isolated proteins (PIS) and sodium tripolyphosphate (TPFS). In the light meat products, color (Minolta CR400), water holding capacity (CRA) and texture profile (Universal Texturometer, TATx-2i) were measured. All these analysis were also performed in the mortadella product including the determination of emulsion stability (EE) by heating it followed by centrifugation and sensorial acceptance. As the results, light meat products prepared with a-DFD presented a* and b* values higher and L* values lower ($p < 0.05$) in comparison to the products prepared with PSE- and Normal meats. In the light meat product prepared with PSE-meat showed lower values of CRA and alterations in the texture ($p < 0.05$). Mortadella prepared with PSE- meat showed lower EE than normal and the use of FM, PIS, and TPFS promoted the increase of CRA, EE and b* value and L* and a* values decreased, increase of hardness and mastication properties were observed in mortadella made of PSE-and Normal meats. Although as observed with lower qualities in relation to Normal-meats, products prepared with PSE-meat were accepted by the panelists. Finally, the use of a-DFD-meats as raw material to processing meat chicken products, not showed technologic problem, and the use of PSE-meat in this products, showed a good alternative to reduce the cost promoted by the occurrence of these color abnormalities in chicken breast meat, since that make use of correctly technology and food additive in processing.

Keywords: Mortadella. Water holding capacity. Texture profile. Meat color. Emulsion stability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Produção mundial de carne de frango no ano de 2006.....	19
Figura 2 –	Exportações mundiais de carne de frango no ano de 2006.....	19
Figura 3 –	Exportação de carnes de frango por segmento para os anos de 2005 e 2006	20
Figura 4 –	Curvas glicolíticas de carne de peito PSE, Normal e DFD de frango.....	22
Figura 5 –	Mecanismo proposto para indução de PSS (Pork Stress Syndrome), causado por anomalias nos canais liberadores de Ca^{2+} localizados no retículo sarcoplasmático (RS).....	24
Figura 6 –	Parte do eixo da seqüência de aminoácidos no DNA, na qual Arg ⁶¹⁵ sofreu uma mutação para cisteína (localizada na caixa). A seqüência normal GCGCTC foi alterada para GTGCTC.....	25
Figura 7 –	Efeito do pH final na coloração da carne	26
Figura 8 –	Filés de frango típicos classificados como análogo ao DFD, Normal e PSE com base no valor de L^*_{24h}	27
Figura 9 –	Foto ilustrativa da mortadela elaborada com filés de frango classificados como PSE, com o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio (MPCA)	45
Figura 10 –	Foto ilustrativa das mortadelas elaboradas com filés de frango classificados como PSE e Normal obtidas sem o uso de fécula de mandioca (FM), proteína isolada de soja (PIS) e Tripolifosfato de Sódio (TPFS)	61
Figura 11 –	Foto ilustrativa das mortadelas elaboradas com filés de frango classificados como PSE e Normal obtidas com o uso de fécula de mandioca (FM), proteína isolada de soja (PIS) e Tripolifosfato de Sódio (TPFS)	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Definição física e sensorial dos parâmetros primários e secundários do perfil de textura.....	33
Tabela 2 –	Formulação utilizada para elaboração do embutido cárneo <i>light</i> utilizando filés PSE, Normal e a-DFD de frango	40
Tabela 3 –	Etapas de cozimento utilizadas na estufa programada durante a elaboração de embutidos cárneos utilizando filés PSE, Normal e a-DFD de frango	41
Tabela 4 –	Formulação utilizada para elaboração das mortadelas de frango: MPSA - mortadela com carne PSE sem o uso de Tripolifosfato de Sódio (TPFS), Fécula de Mandioca (FM) e Proteína Isolada de Soja (PIS), MNSA - mortadela com carne Normal sem o uso TPFS, FM e PIS, MPCA - mortadela com carne PSE e com uso TPFS, FM e PIS, MNCA - mortadela com carne Normal e com uso TPFS, FM e PIS	44
Tabela 5 –	Valores médios de L*, a*, b*, pH e CRA 24h <i>post mortem</i> dos filés de frango _g classificados como PSE, Normal e a-DFD.....	48
Tabela 6 –	Valores de L*, a* e b* dos embutidos cárneos <i>light</i> obtidos a partir de filés de frango classificados como PSE, Normal e a-DFD.....	51
Tabela 7 –	Valores da CRA dos embutidos cárneos <i>light</i> obtidos a partir de filés de frango classificados como PSE, Normal e a-DFD.....	52
Tabela 8 –	Valores do perfil de textura dos embutidos cárneos <i>light</i> obtidos a partir de filés de frango classificados como PSE, Normal e a-DFD	54
Tabela 9 –	Valores médios de L*, a*, b* e pH 24h <i>post mortem</i> dos filés de frango classificados como PSE e Normal.....	55
Tabela 10 –	Valores da estabilidade das emulsões obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal sem adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.....	57
Tabela 11 –	Valores da estabilidade das emulsões obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.....	58
Tabela 12 –	Valores da estabilidade das emulsões obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.....	58

Tabela 13 –	Valores da estabilidade das emulsões obtidas a partir de filés de frango classificados como Normais sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio	59
Tabela 14 –	Valores de L*, a* e b* das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal sem adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.....	60
Tabela 15 –	Valores de L*, a* e b* das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.....	62
Tabela 16 –	Valores de L*, a* e b* das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.....	63
Tabela 17 –	Valores de L*, a* e b* das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como Normais sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.....	63
Tabela 18 –	Valores da CRA das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal sem adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio	64
Tabela 19 –	Valores da CRA das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio	65
Tabela 20 –	Valores da CRA das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio	66
Tabela 21 –	Valores da CRA das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como Normais sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio	66
Tabela 22 –	Valores da análise de perfil de textura das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal sem adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio	67
Tabela 23 –	Valores da análise de perfil de textura das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio	68

Tabela 24 – Valores da análise de perfil de textura das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE sem e com a adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio	69
Tabela 25 – Valores da análise de perfil de textura das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como Normal sem e com a adição de fécula de mandioca, 5 [^] proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.....	70
Tabela 26 – Valores da aceitação sensorial das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com a adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- a*** – Componente vermelho - verde do sistema de cor CIELAB
- ABEF** – Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frango
- b*** – Componente amarelo - azul do sistema de cor CIELAB
- CMS** – Carne Mecanicamente Separada
- CRA** – Capacidade de Retenção de Água
- DFD** – Escura, Firme, Seca
- a-DFD** – Análogo ao DFD
- DNA** – Ácido Desoxirribonucléico
- EDFD** – Embutido cárneo *light* a base de filés classificados como a-DFD
- EE** – Estabilidade da Emulsão
- ENML** – Embutido cárneo *light* a base de filés classificados como Normal
- EPSE** – Embutido cárneo *light* a base de filés classificados como PSE
- FM** – Fécula de Mandioca
- HM** – Hipertermia Maligna
- L*** – Luminosidade do sistema de cor CIELAB
- MNCA** – Mortadela com filés normais com adição de FM, PIS e TPFS
- MNSA** – Mortadela com filés normais sem adição de FM, PIS e TPFS
- MPCA** – Mortadela com filés PSE com adição de FM, PIS e TPFS
- MPSA** – Mortadela com filés PSE sem adição de FM, PIS e TPFS
- N** – Newton
- PLA₂** – Fosfolipase A₂
- PI** – Ponto Isoelétrico
- PIS** – Proteína Isolada de Soja
- PSE** – Pálida, Macia, Esxudativa
- PSS** – Síndrome de Estresse Suíno
- RS** – Retículo sarcoplasmático
- RYR1** – Proteína Rianodina 1
- RYR2** – Proteína Rianodina 2
- RYR3** – Proteína Rianodina 3
- TPFS** – Tripolifosfato de Sódio
- USDA** – United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 PANORAMA AVÍCOLA	19
3.2 PSE EM AVES	21
3.3 ANÁLOGO AO DFD EM AVES.....	27
3.4 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS CARNES E SUAS IMPLICAÇÕES TECNOLÓGICAS	30
3.4.1 Cor	31
3.4.2 Capacidade de Retenção de Água	32
3.4.3 Propriedades Mecânicas e Sensoriais	33
3.4.5 Tecnologias de Processamento.....	34
4 MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1 EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE CARNES PSE, NORMAL E ANÁLOGO AO DFD DE FRANGO NA ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO EMBUTIDO LIGHT.....	38
4.1.1 Matéria-Prima.....	38
4.1.2 Medida de pH nos Filés de Frango.....	39
4.1.3 Medida de Cor dos Filés de Frango.....	39
4.1.4 Medida da Capacidade de Retenção de Água dos Filés de Frango.....	39
4.1.5 Obtenção dos Embutidos Cárneos Light	40
4.1.6 Medida de Cor dos Embutidos Cárneos Light	41
4.1.7 Medida da Capacidade de Retenção de Água dos Embutidos Cárneos Light.....	41
4.1.8 Análise do Perfil de Textura dos Embutidos Cárneos Light	41
4.1.9 Análise Estatística	42
4.2. EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE CARNES PSE E NORMAL DE FRANGO NA ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO TIPO MORTADELA	42
4.2.1 Matéria-Prima.....	42
4.2.2 Medida de pH dos Filés de Frango.....	43

4.2.3 Medida de Cor dos Filés de Frango.....	43
4.2.4 Obtenção dos Embutidos tipo Mortadela	43
4.2.5 Medida da Estabilidade da Emulsão das Mortadelas	45
4.2.6 Medida de Cor das Mortadelas	45
4.2.7 Medida da Capacidade de Retenção de Água das Mortadelas	46
4.2.8 Análise do Perfil de Textura das Mortadelas.....	46
4.2.9 Análise Sensorial das Mortadelas.....	46
4.2.10 Análise Estatística	47
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1 EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE CARNES PSE, NORMAL E ANÁLOGO AO DFD DE FRANGO NA ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO EMBUTIDO CÁRNEO LIGHT	48
5.1.1 Caracterização das Matérias-Primas.....	48
5.1.2 Medida de Cor dos Embutidos Cárneos Light	50
5.1.3 Medida de CRA dos Embutidos Cárneos Light	52
5.1.4 Análise do Perfil de Textura dos Embutidos Cárneos Light	53
5.2.EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE CARNES PSE E NORMAL DE FRANGO NA ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO TIPO MORTADELA	55
5.2.1 Caracterização de Matéria-Prima	55
5.2.2 Medida de Estabilidade da Emulsão das Mortadelas	56
5.2.3 Medida de Cor das Mortadelas	59
5.2.4 Medida de Capacidade de Retenção de Água das Mortadelas	64
5.2.5 Análise do Perfil de Textura das Mortadelas.....	67
5.2.6 Análise Sensorial das Mortadelas.....	70
6 CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS	73
ANEXO.....	86
ANEXO A – Ficha escala hedônica de 9 pontos utilizada na avaliação sensorial das Mortadelas de frango	87

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento crescente das tendências de processamento, a funcionalidade da carne e todos os atributos sensoriais de qualidade passaram a ter maior relevância e, conseqüentemente, a incidência de carne PSE (*Pale, soft, exudative*) passou a ser uma preocupação importante para a indústria avícola. A ocorrência de PSE é internacionalmente reconhecida como um sério problema para a indústria de carnes. Embora essa anomalia venha sendo estudada há vários anos, a sua ocorrência em aves ganhou relevância somente a partir da década de 90. Segundo Woelfel et al. (2002), a ocorrência do PSE em frangos merece destaque, uma vez que a sua incidência pode chegar entre 30 e 50%, dependendo das condições de manejo pré-abate a que as aves são submetidas.

Considerando as estatísticas de incidência de PSE no Brasil de 22% (SOARES et al., 2003a), numa produção nacional anual de 4,03 trilhões de frangos, 800 mil toneladas são carnes com PSE. Levando em conta de que são perdidos 1,5% em peso devido ao PSE, teríamos uma queda de 12 mil toneladas por ano. Desta forma em termos econômicos, o prejuízo poderia alcançar o montante de US\$ 9 milhões anuais (ODA et al., 2003).

Dados mais recentes da produção mundial de carne de frango segundo o United States Department of Agriculture (USDA), registrou em 2006 um aumento de 3,25% em relação a 2005, passando de 58,2 para 60,09 milhões de toneladas. A produção do Brasil em 2006 foi de 9,3 milhões de toneladas, resultado que manteve o país no terceiro lugar entre os maiores produtores mundiais (ABEF, 2006). E com base nessa produção nacional, estima-se que as perdas econômicas devido ao PSE, podem ter alcançado um montante de aproximadamente US\$ 36 milhões, representando uma queda de mais de 30 mil toneladas/ano.

O termo PSE é originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale, Soft e Exudative* que significam respectivamente, carnes com as características de cor pálida, textura macia e pobre capacidade de retenção de água (CRA). Estas carnes apresentam propriedades funcionais comprometidas devido à desnaturação das proteínas, face à rápida glicólise *post mortem* (WISMER-PEDERSEN, 1959). Este tipo de carne torna-se inaceitável para os consumidores e em muitos casos, impróprios para determinadas aplicações industriais (OLIVO, 1999). No caso de processados, itens que mais agregam valor à indústria da carne, o PSE acarreta grandes prejuízos.

Um outro desvio de cor, semelhante ao PSE, tem sido historicamente estudado em outras espécies animais. Trata-se do fenômeno DFD, termo originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Dark, Firm e Dry* que significam respectivamente, carnes com as características de cor escura, textura firme e seca na superfície. Isto ocorre devido à baixa reserva de glicogênio no músculo no momento do abate que conduzem a uma glicólise lenta com pouca formação de ácido lático e conseqüentemente com pH final elevado (WOOD; RICHARDS, 1975).

Em geral, o DFD é um problema mais significativo na carne bovina, onde foi inicialmente estudado, e mais tarde passou a ser observado em carne suína, em aves esse fenômeno ainda não está totalmente esclarecido, sendo denominado de análogo ao DFD (DFD-like ou a-DFD). Entretanto, à coloração escura das carnes de frango tinha sido motivo da condenação das carcaças na América do Norte devido à cianose (MALLIA et al., 2000a), sangria inadequada, categorias tais como ascite, edemas e deformidade valgus e varus (MALLIA et al., 2000b) e septicemia e toxemia (BOULIANNE; KING, 1998), mas a condição a-DFD foi descartada dessas condenações, baseando-se nos testes de cor e pH.

No Brasil foi relatada uma incidência de peitos a-DFD de frango que variou de 0,94 a 5,95%, dados coletados em diferentes estações do ano (SOARES et al., 2002; ODA et al., 2003; SCHNEIDER, 2004).

Uma ampla variedade de cor de filés de frango também foi observada por Qiao et al. (2001), que sugeriram ainda o uso da cor como um critério para separar os filés com propriedades funcionais alteradas contribuindo assim, para uniformidade dos produtos. Da mesma maneira, Allen et al. (1998), sugeriram que seria vantajoso para os processadores separar os filés de frango do acordo com sua cor antes do processamento.

Considerando que em 2006, a avicultura brasileira registrou um crescimento de 51,5% nas exportações de industrializados (ABEF, 2006), esta investigação visa aprofundar conhecimento sobre a influência de carnes PSE e a-DFD na elaboração de embutidos cárneos, desenvolvendo processos para melhorar as propriedades funcionais destas carnes, contribuindo assim para o desenvolvimento tecnológico das indústrias processadoras de carnes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da utilização de carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e análogo ao DFD (*Dark, Firm, Dry*) de frango na elaboração de embutidos cárneos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver formulação para fabricação de embutidos cárneos utilizando carnes PSE, Normal e a-DFD de frango.

Avaliar a cor e a capacidade de retenção de água dos embutidos cárneos elaborados com carnes PSE, Normal e a-DFD de frango.

Avaliar o perfil de textura dos embutidos cárneos elaborados com carnes PSE, Normal e a-DFD de frango.

Investigar a estabilidade de emulsão obtida durante o processo de fabricação da mortadela elaborada com carnes PSE e normal de frango.

Avaliar a aceitação sensorial dos produtos obtidos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PANORAMA AVÍCOLA

Embora a carne suína seja a mais consumida em todo o mundo, os consumidores brasileiros dão preferência para as carnes de aves e de bovinos (FARIA; FERREIRA; GARCIA, 2006). Segundo dados preliminares da USDA, o consumo mundial de carne de aves no ano de 2006, alcançou o patamar de 63,568 milhões de toneladas. O Brasil é o terceiro maior produtor (9,3 milhões de toneladas) (Figura 1), o maior exportador (2,713 milhões de toneladas) (Figura 2), e o terceiro maior consumidor deste tipo de carne (6,622 milhões de toneladas) (ABEF, 2006).

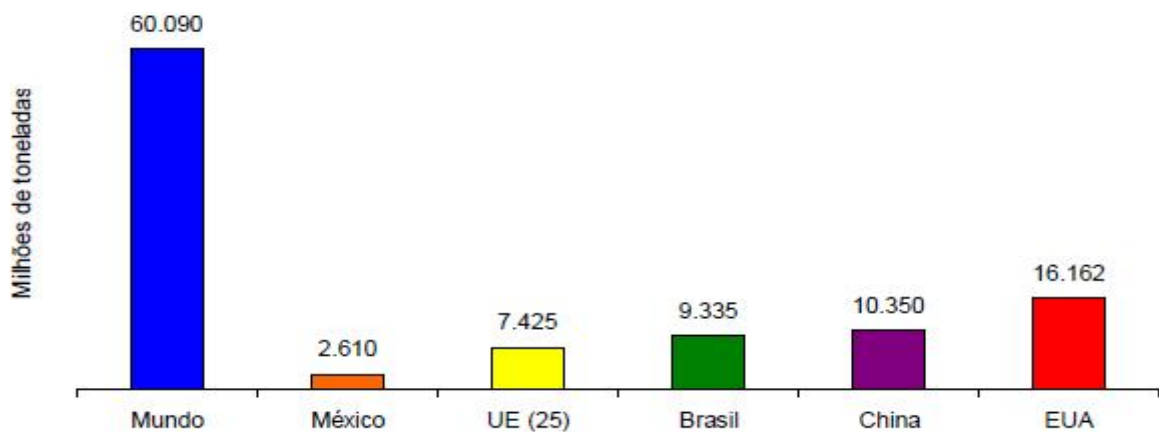


Figura 1 – Produção mundial de carne de frango no ano de 2006.

Fonte: (ABEF, 2006).

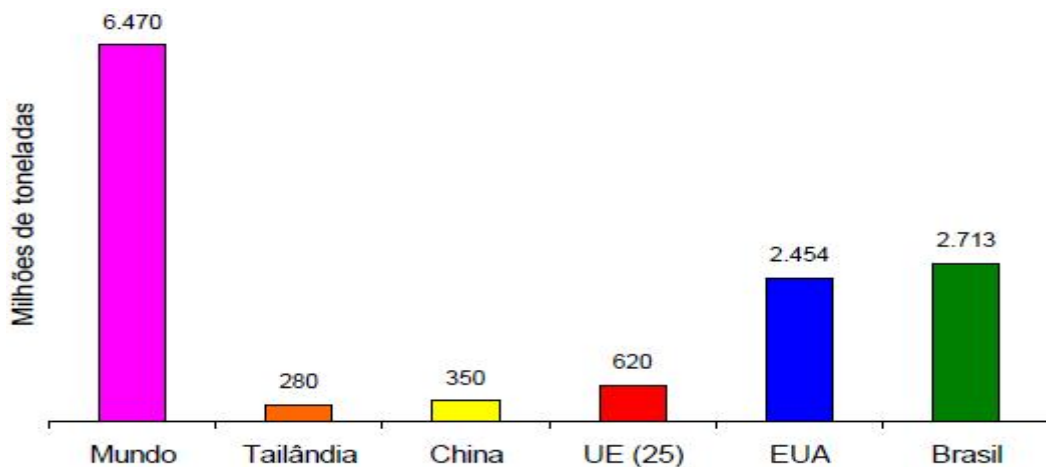


Figura 2 – Exportações mundiais de carne de frango no ano de 2006.

Fonte: ABEF (2006).

A Avicultura Industrial Brasileira notabilizou-se por profundas mudanças nos últimos anos. O segmento evoluiu através da absorção de contribuições advindas da biotecnologia e das tecnologias complementares da microeletrônica e da automação. O bom desempenho nos mercados (interno e externo) pôde ser alcançado por meio de duas estratégias: a redução do custo das matérias-primas e o atendimento das necessidades específicas dos consumidores (em ambos os mercados) (MARTINELLI; SOUZA, 2005).

Até recentemente, o foco para seleção era apenas na taxa de crescimento, todavia, de acordo com Park et al. (2002), características relacionadas à qualidade da carne vêm apresentando crescente importância, tanto para a indústria processadora como para os consumidores.

Através dessas mudanças efetuadas nos hábitos de consumo, as empresas processadoras evoluíram do oferecimento do tradicional frango inteiro para o frango industrializado. Este fator não somente influenciou a oferta de um maior número de produtos, como também a oferta de produtos mais elaborados. Assim, o frango inteiro, os cortes de frango e produtos industrializados de frango constituem os principais produtos desta cadeia.

Como pode ser observado através da Figura 3, em 2006 os embarques de produtos industrializados, de maior valor agregado, somaram 127.245 toneladas, apontando um expressivo crescimento de 51,5% em relação ao ano de 2005. A receita cambial foi de US\$ 280 milhões, com aumento de 52,32%. (ABEF, 2006).

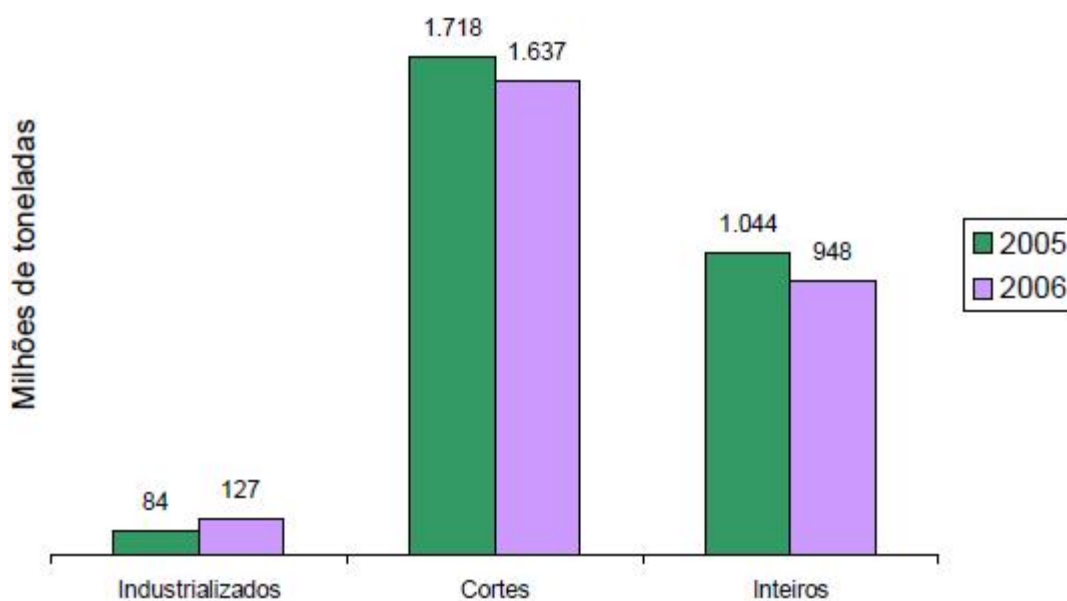


Figura 3 – Exportação de carnes de frango por segmento para os anos de 2005 e 2006.

Fonte: ABEF (2006).

3.2 PSE EM AVES

O PSE em aves começou a ganhar relevância recentemente quando comparado com o suíno, devido o rápido crescimento da produção de industrializados de aves, que despertou o interesse em aprofundar as investigações sobre as características bioquímicas da carne de aves (BARBUT, 1993, 1997, 1998). A sua ocorrência foi constatada no final da década de 70 com algumas publicações sobre o assunto. Froning, Babji e Mather (1978), demonstraram que perus expostos ao estresse pré-abate, como aquecimento ou agitação, exibiram um acelerado declínio no pH. Kijowski e Niewiarowicz (1978), sugeriram que o pH indicativo de carne PSE em frangos seria de 5,7 no tempo de 15 minutos *post mortem*.

A intensa seleção genética, freqüentemente relacionada com a necessidade econômica de produzir aves em menor tempo de vida e com rápido ganho de peso, pode ter resultado em comportamentos fisiológicos anormais. A idade de abate dos frangos tem diminuído continuamente, em 1930, os frangos eram abatidos com 15 semanas de idade, apresentando um peso médio de carcaça de 1,5kg, enquanto que atualmente os frangos são abatidos com aproximadamente 6 semanas, pesando aproximadamente 2,5kg (OBA et al., 2006). Segundo Dransfield e Sosnicki (1999), as altas taxas de crescimento de frangos têm induzido o rápido desenvolvimento do *rigor mortis* aumentando a probabilidade de ocorrência de carnes pálidas com baixa CRA. Entretanto, Berri et al. (2001), e Bihan-Duval et al. (2001), sugeriram que a seleção para crescimento e desenvolvimento de peito em frangos não tem impacto negativo sobre a qualidade da carne, embora ocorram mudanças no metabolismo.

A instalação do *rigor mortis* em frangos leva cerca de 1 hora, entretanto a velocidade de queda de pH pode variar entre linhagens e indivíduos. Tipicamente, valores de pH aferidos em 15 minutos após o abate variam de 6,2 a 6,6 em aves (DRANSFIELD; SOSNICKI, 1999). Segundo Kijowski, Niewiarowicz e Kujawska-Biernat (1982), em frangos, os níveis de ácido láctico, e portanto o pH, tornam-se constante após 4h *post mortem*.

A condição PSE em aves também é caracterizada pelo processo de *rigor mortis* acelerado, com pH baixo (< 5,80) e uma temperatura muscular elevada (acima de 35°C), levando à desnaturação das proteínas miofibrilares (SOSNICKI et al., 1998). Olivo et al. (2001), constataram que em frangos pode-se obter valores de pH abaixo de 5,8 em até 15 minutos *post mortem*, conforme a Figura 4, indicando que o *rigor mortis* é mais acelerado do que em suínos, cujo pH final pode ser atingido após 45 minutos *post mortem*.

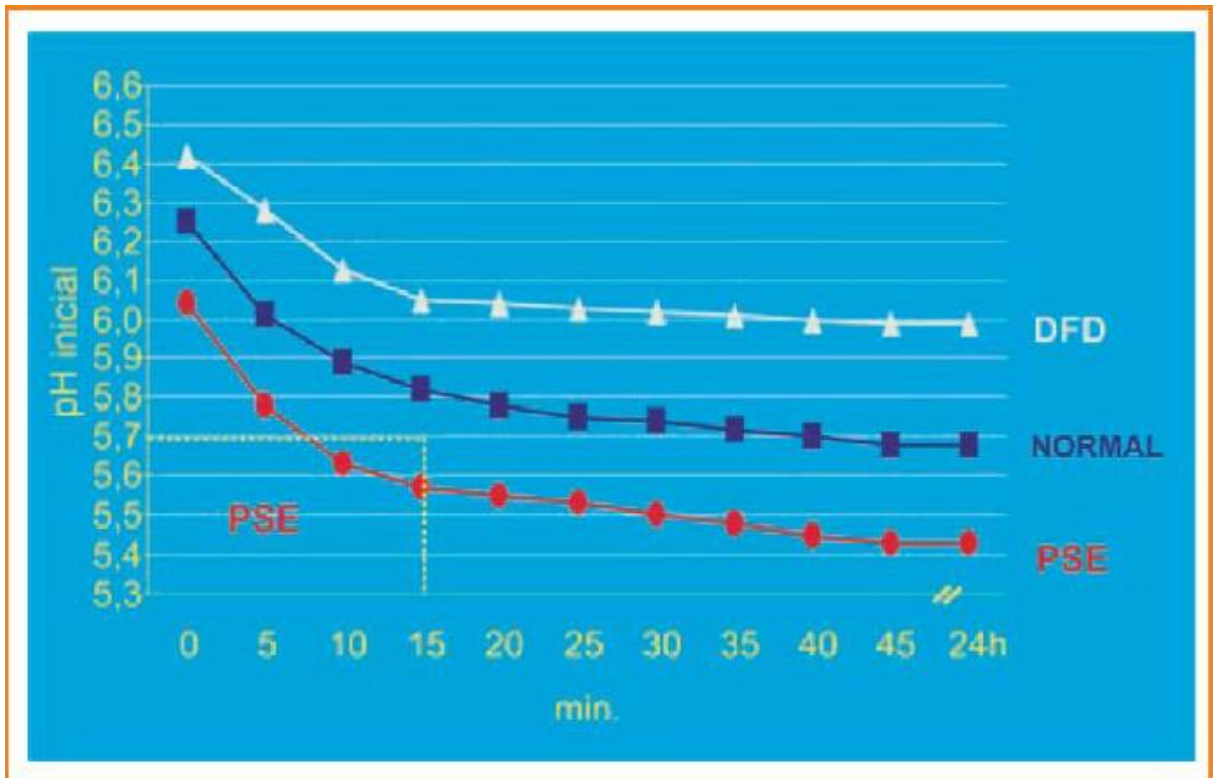


Figura 4 – Curvas glicolíticas de carne de peito PSE, Normal e DFD de frango.

Fonte: SCHNEIDER et al. (2006).

As condições de manejo pré-abate a que são submetidas as aves, como transporte, temperatura, umidade relativa do ambiente, são fatores que conduzem ao estresse, influenciando a qualidade da carne e aumentando a incidência de carnes PSE (SAMS, 1999a).

O termo estresse é uma expressão comum para designar o conjunto de reações do organismo a agressões de ordem física, psíquica e outras, capazes de perturbar a homeostase. O grau de estresse *ante-mortem* sofrido pelos frangos, em virtude do desenvolvimento do PSE influi diretamente na qualidade final do filé de peito, músculo *Pectoralis major* (GUARNIERI et al., 2002). O estresse nos animais provoca a liberação do hormônio adrenalina que induz o organismo a efetuar a gliconeogênese, ou seja, a produção de glicose ou glicogênio a partir de compostos que não são carboidratos, levando a um aumento considerável do nível de glicogênio no músculo (SIEGEL, 1995).

O calor é um dos principais agentes causadores de estresse às aves, comum durante o seu transporte. Algumas empresas brasileiras principalmente aquelas que visam exportação tem adotado o banho, duchas ou atomizadores, durante as fases de coleta, transporte e recepção no abatedouro (GUARNIERI et al., 2002).

Langer et al. (2007), destacaram a importância do controle das práticas de manejo pré-abate, principalmente, com relação aos microambientes térmicos nos veículos de transporte de frangos que, por conta da sua natureza complexa podem afetar adversamente a qualidade final das carnes.

Segundo McCurdy, Barbut e Quinton (1996) e Barbut (1998), a incidência de PSE em perus é maior nos meses de verão, quando a temperatura ambiente é elevada, sugerindo a susceptibilidade das aves ao estresse térmico. Da mesma forma, McKee e Sams (1997) sugeriram que o estresse térmico sazonal acelera o metabolismo *post mortem* e mudanças bioquímicas no músculo, produzindo assim carnes de perus com características PSE. Olivo et al. (2001), demonstraram que frangos foram susceptíveis ao estresse térmico com desenvolvimento de carnes PSE, com propriedades funcionais comprometidas e que a suplementação com vitamina E na dieta foi capaz de inibir o desenvolvimento da carne PSE. Provavelmente, pela inibição da atividade da fosfolipase A₂ (PLA₂) (SOARES et al., 2003b), sendo que, o estresse provoca ativação da PLA₂, e a sua maior atividade seria o fator iniciante do surgimento dos sintomas característicos das carnes PSE, ou seja, provenientes de aves que sofreram estresse térmico pré-abate.

A enzima PLA₂ é considerada como indutora dos processos bioquímicos que conduzem as características do PSE em suínos (CHEAH; CHEAH; WARING, 1986), ou seja, esta enzima tem um papel preponderante na série de eventos bioquímicos que ocorrem em suínos com Hipertermia Maligna (HM) e conseqüentemente na formação de carnes PSE. O aumento no nível de Ca²⁺ do retículo sarcoplasmático pode ser o responsável pelos eventos bioquímicos que conduzem à severa acidose através do aumento da formação de ácido láctico (CHEAH; CHEAH, 1981a). A PLA₂ mitocondrial pode ser ativada pelo Ca²⁺ e então hidrolisar os fosfolipídios da membrana, resultando na formação de ácidos graxos insaturados de cadeia longa e metabólitos (NACHBAUR; COLBEAU; VIGNAIS, 1972). Estes produtos de ação da PLA₂ poderão induzir o retículo sarcoplasmático a liberar mais Ca²⁺, ocasionando na perda do controle da glicólise e conseqüentemente na formação de carnes PSE (CHEAH; CHEAH, 1981ab; CHEAH; CHEAH; WARING, 1986; CHEAH; CHEAH; KRAUSGRILL, 1995). Estes fenômenos sugerem que a formação de carne PSE está intimamente relacionada com a atividade da PLA₂ (CHEAH; CHEAH; WARING, 1986).

MacLennan e Phillips (1992) propuseram um mecanismo de indução da PSS - Pork Stress Syndrome (Síndrome do Estresse Suíno), causado por uma anomalia nos canais liberadores de Ca²⁺ do retículo sarcoplasmático (RS), conforme apresentado na Figura 5. Neste mecanismo, a contração muscular, glicólise e função mitocondrial são regulados

pelas concentrações de Ca^{2+} no citoplasma. Em um ciclo normal de contração-relaxamento (Figura 5 - esquerda), o Ca^{2+} é bombeado para dentro do RS por uma ATPase para iniciar a relaxamento. Na próxima contração, o Ca^{2+} é liberado de forma controlada pelos canais do RS. Os metabolismos glicolítico e aeróbio são realizados de forma balanceada, para produzir energia para a célula. Neste caso, a liberação de Ca^{2+} é regulada pelo ATP, Mg^{2+} e pela sua própria concentração. Na condição anormal de PSS (Figura 5 - direita), os canais liberadores de Ca^{2+} não são sensíveis a baixas concentrações de Ca^{2+} , mantendo-se abertos e aumentando a sua concentração no citoplasma. A contração muscular é mantida, gerando a rigidez muscular. O metabolismo glicolítico e aeróbio são aumentados, gerando ácido láctico, CO_2 e calor, aumentando a tomada de oxigênio. Ocorre injúria nas membranas celulares e problemas sistêmicos típicos de PSS.

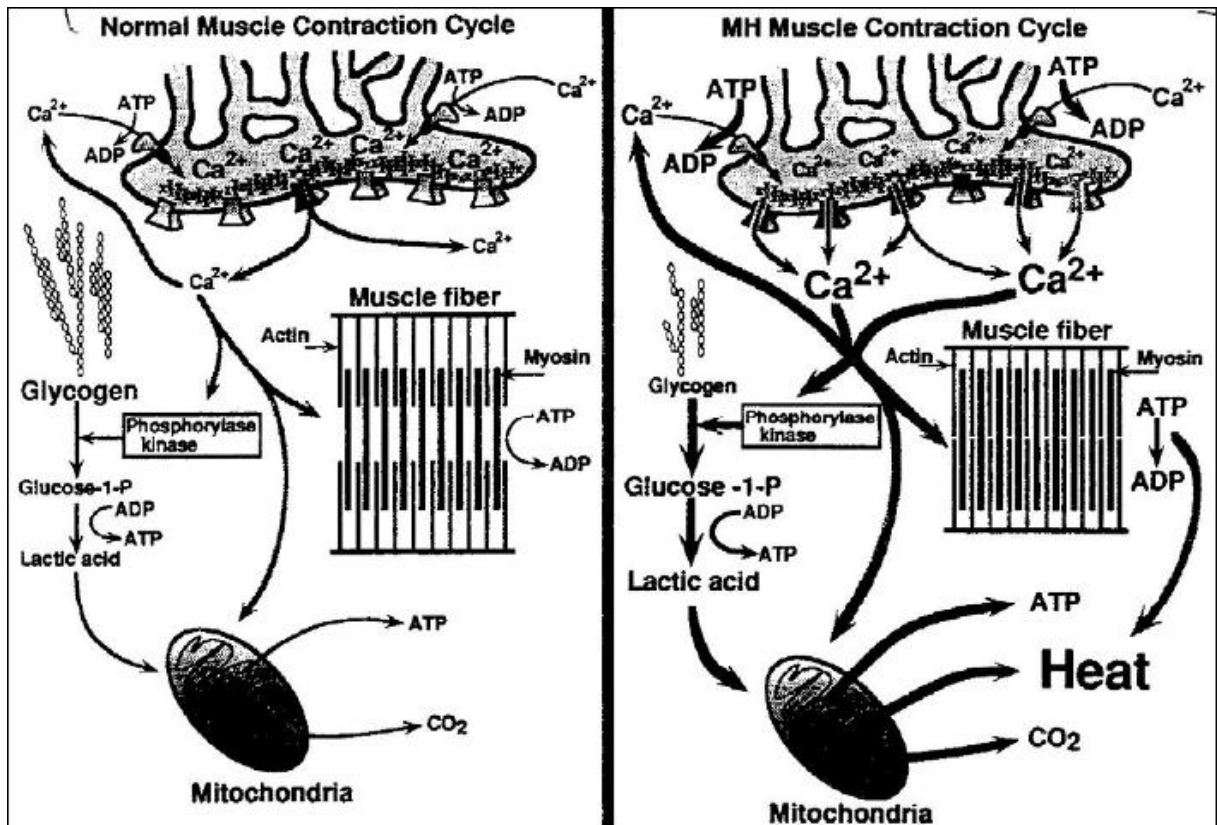


Figura 5 – Mecanismo proposto para indução de PSS (Pork Stress Syndrome), causado por anomalias nos canais liberadores de Ca^{2+} localizados no retículo sarcoplasmático (RS).

Fonte: MacLennan e Phillips (1992).

Foi verificado que o PSS em suínos, está relacionado com uma mutação de ponto no gene que codifica a proteína rianodina (RYR1). Esta proteína, de peso molecular de

350kDa, controla a liberação de Ca^{2+} pelo retículo sarcoplasmático e recebe a denominação de rianodina por ter a capacidade de ligar-se à um alcalóide derivado de planta de mesmo nome (GIANNINI et al., 1995; MICKELSON; LOUIS, 1996). O cromossomo 6, responsável pela codificação do gene RYR1, sofreu mutação de uma base nitrogenada citosina para timina na posição 1843 da seqüência de DNA, resultando na alteração do aminoácido 615, onde um resíduo de arginina cedeu lugar a um resíduo de cisteína (Figura 6) (FUJII et al., 1991). A partir desta constatação, métodos em análise genética foram desenvolvidos para detectar esta mutação (HOUDE; POMMIER; ROY, 1993; VRIES et al., 2000), contribuindo assim, para a diminuição da incidência de carne PSE nestes animais.

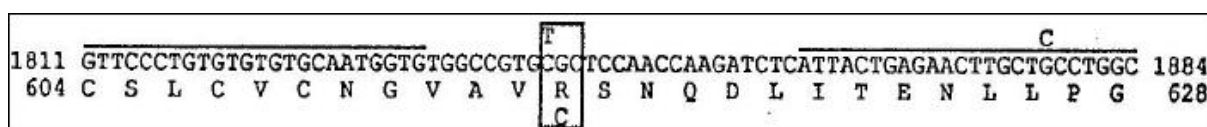


Figura 6 – Parte do eixo da seqüência de aminoácidos no DNA, na qual Arg⁶¹⁵ sofreu uma mutação para cisteína (localizada na caixa). A seqüência normal GCGCTC foi alterada para GTGCTC.

Fonte: Fujii et al., (1991).

Esta mutação no gene RYR1 está diretamente relacionada com a alteração no mecanismo de liberação de Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático, embora a natureza e expressão deste defeito ainda sejam controvertidas (MICKELSON; LOUIS, 1996). Fujii et al. (1991) relataram que Arg⁶¹⁵ está envolvida na ligação de reguladores do canal de Ca^{2+} e esta alteração conduz a hipersensibilidade do canal regulador de Ca^{2+} , abrindo-o. Uma vez aberto, o canal poderá não responder a Ca^{2+} e Mg^{2+} , que induzem ao seu fechamento, conduzindo assim a contratura muscular, hipermetabolismo e hipertermia. Da mesma maneira, Mickelson e Louis (1996) descreveram que as taxas aumentadas de liberação de Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático e a maior afinidade do canal de Ca^{2+} para rianodina, em animais sensíveis a HM, poderiam ser devido a maior permanência do canal no estado aberto.

O desenvolvimento de carnes PSE em aves apresenta várias semelhanças com o de suínos (SOLOMON; VAN LAACK; EASTRIDGE, 1998; SOSNICKI et al., 1998), entretanto, ainda não está esclarecido se existe relação entre as linhagens de frango e a condição PSE, como observado em suínos, e a existência de sistemas de PSS aguarda a sua comprovação. Entretanto, a participação da proteína receptora de Ca^{2+} , os receptores de rianodina (RYR), na ocorrência de carne PSE em aves ainda não está comprovada, mas sua

existência está determinada em perus e frangos (WANG et al., 1999), sugerindo assim uma influência semelhante ao que ocorre em suínos. Existem três isoformas de RYR, uma relacionada à musculatura esquelética (RYR1), outra ao tecido cardíaco (RYR2) e outra ao tecido cerebral (RYR3) (SUTKO; AIREY, 1996). Nas aves, as isoformas RYR1 e RYR3 coexistem em igual proporção evidenciando um mecanismo de controle do fluxo de Ca^{2+} diferente dos mamíferos, onde nestes a RYR1 é predominante, com uma concentração de cerca de 50 vezes maior que RYR3 (FRANZINI-ARMSTRONG; PROTASI, 1997).

Kannan et al. (1997) estudando o efeito do transporte no estresse, observaram que os frangos abatidos imediatamente após o transporte de 3h apresentaram maior nível de cortisona do que aqueles que aguardaram 4h em repouso antes de serem abatidos. Segundo Kannan et al. (1998) o elevado nível de corticosterona no plasma, induzido artificialmente, resultou em carnes de frangos mais pálidas. Tankson et al. (2001) concluíram que o estresse induzido pelo hormônio adenocorticotropina ou por exposição ao calor causaram grandes perdas na qualidade das carnes de frango. Entretanto, Owens e Sams (2000) sugeriram que o transporte de perus imediatamente antes do abate não induziu o desenvolvimento de carne PSE.

Em frangos, foi observado que a secreção de glicocorticóides pela adrenal implica na produção de corticosterona circulante, que no músculo esquelético estimula a gliconeogênese, que converte proteínas em glicose. Este mecanismo metabólico é uma das principais respostas das aves para resistir ao estresse e voltar a homeostase (TANKSON et al., 2001).

A determinação do PSE em carnes de aves tem sido realizada pela combinação das análises de pH, cor e algumas propriedades funcionais. A palidez da carne está diretamente relacionada com a desnaturação protéica causada pelo baixo pH (SWATLAND, 1993) conforme o observado na Figura 7.

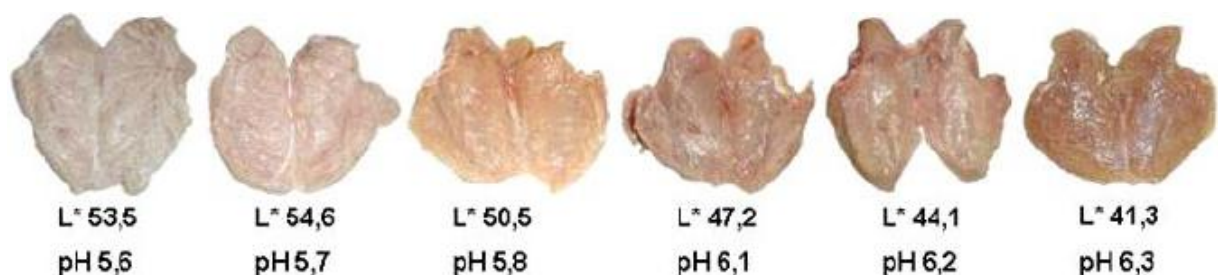


Figura 7 – Efeito do pH final na coloração da carne.

Fonte: Oda et al. (2003).

Alguns pesquisadores têm proposto a utilização de valores de Luminosidade (L^*) (sistema CIELAB ou Hunter) para classificação de carnes de aves em PSE e normal. McKee, Hargis e Sams (1998) e Owens et al. (2000) classificaram como PSE as carnes de perus que apresentaram valor de $L^* > 53$, enquanto que Barbut (1997) sugeriu valores de $L^* > 49$ para carnes de frango PSE. Soares et al. (2002) classificaram os filés com valores de $L^* > 53$ como PSE, filés com valor de $L^* < 44$ como a-DFD e filés com valores de $44 < L^* < 53$ como normal (Figura 8).

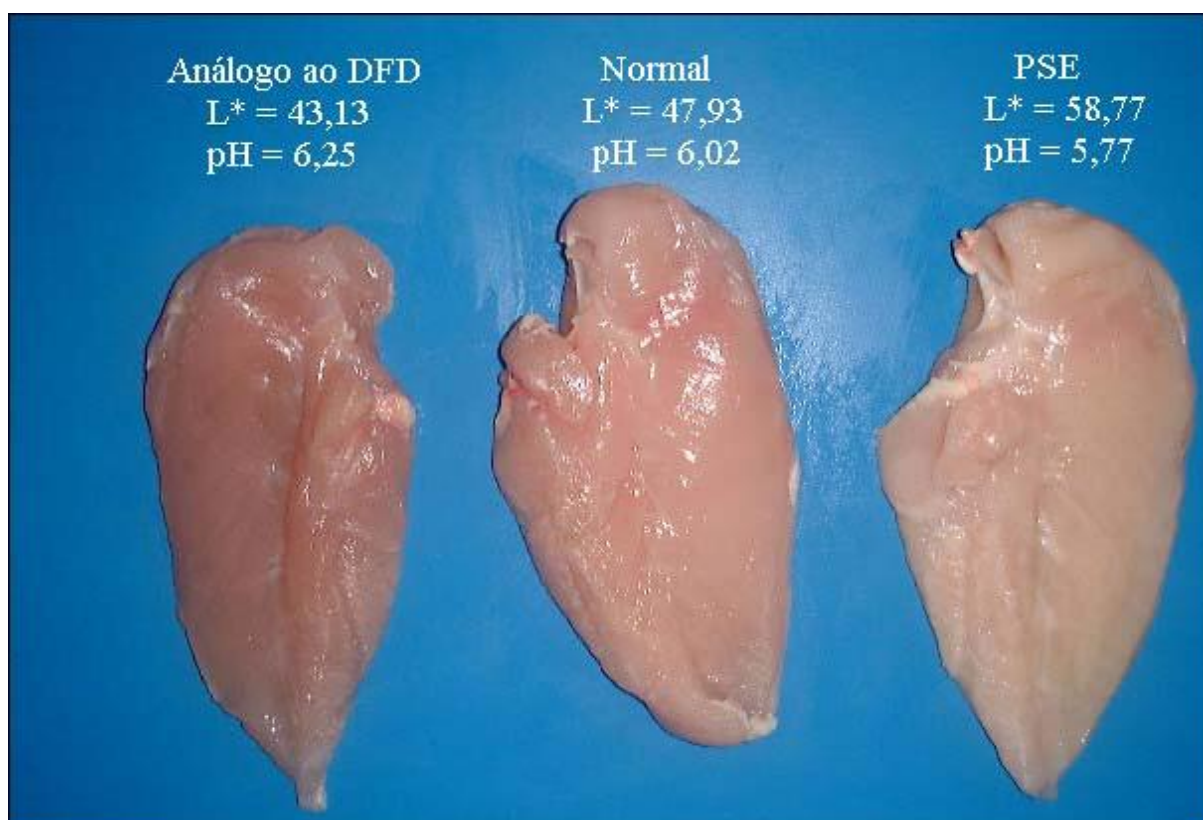


Figura 8 – Filés de frango típicos classificados como análogo ao DFD, Normal e PSE com base no valor de L^*_{24h} .

Fonte: SOARES (2003).

3.3 ANÁLOGO AO DFD EM AVES

O fenômeno DFD, termo originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Dark, Firm, Dry* que significam respectivamente, carnes com as características de cor escura, textura firme e seca na superfície. Ocorre devido à baixa reserva de glicôgeno no

músculo no momento do abate que conduzem a uma glicólise lenta com pouca formação de ácido láctico e conseqüentemente com pH final elevado (WOOD; RICHARDS, 1975).

O a-DFD em aves pode ser decorrente das condições de manejo pré-abate, sendo fatores de riscos as baixas temperaturas ambientais, a privação da ração e o tempo de transporte dos animais (WOOD; RICHARDS, 1975). O estresse ao frio ocorre quando a temperatura ambiente durante o transporte é muito baixa e as aves movimentam-se mais, aumentando o consumo da reserva de glicogênio. Esta redução da reserva de glicogênio durante o abate é o fator do desenvolvimento de carne a-DFD.

Quando estes animais são abatidos, a baixa reserva de glicogênio no músculo conduz a uma glicólise lenta com menor formação de ácido láctico, levando a um pH elevado (Figura 4) e como conseqüência estas carnes apresentam melhores propriedades funcionais como a alta CRA, boa capacidade emulsificante, pouca perda de água no descongelamento e cozimento, sendo apropriadas para processamento (SCHNEIDER, 2004).

Nestas condições, as proteínas miofibrilares saem da zona do seu ponto isoelétrico, tornando-se ionizadas e, portanto, potencializando a sua capacidade de reter molécula de água. A superfície da carne, então, se torna seca e a presença dessa água intracelular traz como conseqüência uma característica avermelhada (Figura 8). Tal qual PSE, a sua incidência depende das condições do manejo pré-abate e a utilização do banho e da ventilação podem eventualmente, aumentar a sua freqüência (ODA et al., 2003).

Segundo Warriss et al. (1988), frangos que foram privados de alimentação por um período de 6h antes do abate tiveram o glicogênio do fígado reduzido a níveis negligenciáveis (< 1,0 mg/g) e elevado pH final no músculo *Biceps femoris*. Chen, Lin e Lin (1991) constataram que patos com mais de 8 horas de jejum e que foram forçados a exercitarem-se por 10 minutos antes do abate apresentaram filés com características de a-DFD.

Allen, Russell e Fletcher (1997) e Allen et al. (1998), sugeriram que filés de frango escuros apresentam maior susceptibilidade ao crescimento bacteriano do que os filés mais claros, provavelmente devido à diferença no valor de pH.

Qiao et al. (2002) sugeriram que o desenvolvimento de carnes a-DFD em frangos pode ser devido à predisposição genética ou fatores de estresse *ante mortem*, após observarem diferenças significativas entre os teores de proteínas, cinzas, e ácidos graxos livres de três grupos de carnes: muito pálida ($L^* > 53$), normal ($48 < L^* < 51$) e muito escura ($L^* < 46$).

A condição tipo a-DFD foi observada em patos (CHEN; LIN; LIN, 1991), em perus (MALLIA et al., 1996; OWENS; SAMS, 2000; MALLIA et al., 2000c) e em frangos (ALLEN; RUSSEL; FLETCHER, 1997; ALLEN et al., 1998; BOULIANNE; KING, 1998; MALLIA et al., 2000a; MALLIA et al., 2000d; QIAO et al., 2001; QIAO et al., 2002; ODA et al., 2003; SOARES et al. 2003). Todos os trabalhos encontraram significativa e inversa correlação entre pH e valor de L*.

Além da correlação entre pH alto e cor escura, Boulianne e 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 melhores propriedades funcionais, medidas pela CRA e pela capacidade de emulsificação. Esses autores sugeriram que peitos de frangos com cores extremas de pálida e escura podem ser usadas como indicadores das propriedades funcionais. Da mesma forma, Mallia et al. (2000d) encontraram que peitos a-DFD de frango apresentaram maior CRA, 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 desenvolvimento do fenômeno a-DFD, devido aumento no consumo das reservas de glicogênio (MALLIA et al., 2000d) e, perus que foram transportados 3h antes do abate também tiveram suas reservas de glicogênio diminuídas e, em consequência, apresentaram pH significativamente maior, menor valor de L*, maior retenção de salmoura e menor perda no cozimento (OWENS; SAMS, 2000).

Oda et al. (2003) avaliaram a coloração de filés de peito de frango em uma linha comercial durante a estação mais fria no Brasil, encontrando uma incidência de 49,4% filés normais; 44,3% a-DFD e apenas, 6,3% de PSE. A ocorrência elevada de casos de peitos classificados como a-DFD pode ser devido às condições de manejo pré-abate, tendo como fatores de riscos: baixas temperaturas ambientais; privação da ração e o tempo de transporte dos animais.

3.4 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS CARNES E SUAS IMPLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

A carne utilizada em produtos cárneos processados deve possuir propriedades funcionais excelentes, com padrões de qualidade estáveis, que garantam um produto final de boa qualidade e rentabilidade (BRESSAN, 1998). Entretanto, segundo Dirinck et al. (1996), um dos maiores desafios para a indústria de carnes é oferecer produtos macios, suculentos e com cor e sabor agradáveis.

A industrialização consiste na transformação de carnes em produtos cárneos, sendo que, entre os seus objetivos maiores visam aumentar a sua vida útil, desenvolver diferentes sabores e utilizar partes do animal de difícil comercialização quando no estado fresco (TERRA, 1998).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por Mortadela, o produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão das carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido ao tratamento térmico adequado (BRASIL, 2000).

Apesar de ser bastante popular, antigamente a mortadela tinha um conceito de produto barato e consumido por pessoas de baixa renda. Contudo, com o passar dos anos, o embutido ganhou credibilidade e adeptos em todas as camadas sociais do Brasil, tornando-se também um produto requintado. Conhecida pela sua coloração característica, sabor delicado de massa fina, aroma suave e como ingrediente para lanches, a mortadela se apresenta na atualidade como um dos mais procurados entre os itens alimentícios, embora não exista nenhum levantamento oficial, segundo estimativas de analistas do setor de alimentos o consumo de mortadela gira em torno de cem mil toneladas por ano no Brasil (HANNA, 2007).

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. Têm implicações tecnológicas diretas e influenciam decisivamente nos aspectos econômicos dos produtos.

Como ingredientes funcionais, as proteínas possuem propriedades únicas tais como emulsificação, formação de espumas, viscosidade e gelatinização, sendo também capazes de mudar o sabor, aparência e textura. São determinadas basicamente pelas

características estruturais das moléculas das mesmas, as quais podem ser alteradas pelas condições do processo (ROIG; ANTUNES, 1995, apud SILVA et al., 2002).

Segundo Olivo e Shimokomaki (2006), as proteínas podem ser consideradas as principais responsáveis pelas características funcionais das matérias-primas cárneas. Por analogia, podem ser definidas como sendo o "cimento" e são requeridas para uma grande variedade de funções e irão determinar o rendimento, a qualidade, a estrutura e os atributos sensoriais.

3.4.1 Cor

A cor é um dos fatores mais importantes na percepção do consumidor quanto à qualidade da carne, pois é uma característica que influencia tanto a escolha inicial do produto como a aceitação no momento do consumo (FLETCHER, 1999). De acordo com Olivo et al. (2001), a cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva da luz pela mioglobina e por outros importantes componentes, como as fibras musculares e suas proteínas, sendo também influenciada pela quantidade de líquido livre presente na carne.

Segundo Anadòn (2002, apud GAYA; FERRAZ, 2006), a dispersão de luz de uma superfície muscular é diretamente proporcional à sua quantidade de desnaturação protéica, o que, segundo Lawrie (1991) e Bihan-Duval et al. (2003), interfere na aparência física da carne, influenciando a quantidade de luz que lhe é refletida. Segundo Olivo et al. (2001), quanto maior o grau de desnaturação protéica, menos luz é transmitida através das fibras e mais luz acaba sendo dispersa, o que leva à palidez da carne.

McCurdy, Barbut, Quinton (1996) e Sosnicki et al. (1998) encontraram relação entre o valor de L^* e a capacidade de retenção de água. Desta forma, quanto maior for o valor de L^* , menor será a CRA e o peito exibirá maior dureza. Por esta razão e por ser um método rápido e não destrutivo, as indústrias processadoras de carnes de aves tendem a usar o parâmetro cor como indicativo da qualidade de sua matéria-prima para determinar qual a melhor aplicação da mesma.

3.4.2 Capacidade de Retenção de Água

Em geral, todas as propriedades funcionais são influenciadas por interações de proteína com água. A umidade natural da carne é importante para a obtenção do rendimento e da qualidade final do produto, contribuindo para a textura, suculência, sabor e palatabilidade da carne como alimento. Se as proteínas não estão desnaturadas, elas continuam a ligar a água durante a conversão do músculo à carne e, por extensão, durante as diversas fases da cadeia do produto. Assim, a habilidade de reter água é uma importante propriedade da carne, principalmente sob o aspecto econômico e sensorial sendo classificada como: Capacidade de Retenção de Água (CRA) que é a habilidade da carne de reter a água endógena; e a Capacidade de Ligação de Água (CLA) que é a habilidade da carne de reter a água adicionada (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006).

Assim, o limite e o grau de abaixamento do pH durante a instalação do *rigor mortis* e, por conseguinte, o teor de proteína desnaturada terá importante influência na CRA e CLA. Segundo Offer e Knight (1988), o declínio de pH *post mortem* altera a composição celular e extracelular das fibras musculares, resultando em redução de grupos reativos disponíveis para reter água nas proteínas. De acordo com Felício (1986), a retenção da água pelas proteínas da carne depende do pH e o seu valor quanto mais próximo de 5,0, ou seja, quanto mais próximo do Ponto Isoelétrico (PI), menor será a CRA.

Em um ensaio com filés PSE temperados, estes apresentaram resultados de quebra no cozimento de 26,03% , maior que no dos filés controle e a-DFD que tiveram quebra de 25,38% e 22,88%, respectivamente (SCHNEIDER, 2004). Os filés de frango a-DFD apresentaram menor perda de água após o processo de marinação e cozimento quando comparado com filés normais e PSE (ODA et al., 2003).

A CRA é especialmente crítica em carnes que são destinadas a produtos manufaturados que são submetidos a combinações do aquecimento, moagem e outros processos (SOUZA, 2005). Moreira (2005), afirmou que por ter suas propriedades funcionais alteradas, a carne PSE torna-se imprópria para elaboração de empanados, nuggets, embutidos, produtos que dependem de bom fatiamento entre outros, pois, a maior exsudação durante o armazenamento, preparo dos produtos e/ou até mesmo na exposição nas gôndolas para comercialização, podem danificar e provocar uma redução da vida útil destes produtos, bem como reduzir seu valor comercial.

3.4.3 Propriedades Mecânicas e Sensoriais

A textura é outro fator bastante importante na percepção do consumidor quanto à qualidade da carne (BRESSAN, 1998). A textura da carne está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular e, portanto, a CRA da carne, de modo que quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne (ANADÒN, 2002, apud GAYA; FERRAZ, 2006).

A textura dos alimentos é um parâmetro sensorial que possui atributos primários e secundários. Civille e Szczesniak (1973) definiram algumas características mecânicas para alimentos semi-sólidos e sólidos conforme a Tabela 1:

Tabela 1 – Definição física e sensorial dos parâmetros primários e secundários do perfil de textura

	FÍSICA	SENSORIAL
<i>Propriedades primárias</i>		
Dureza	Força necessária para produzir uma deformação.	Força requerida para compressão de uma substância entre os dentes molares (para sólidos) ou entre a língua e o palato (para semi-sólido).
Coesividade	Extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura.	Grau com o qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper.
Elasticidade	Velocidade pela qual um material deformado volta à sua condição não deformada, depois que a força de deformação é removida.	Grau com o qual o produto volta a sua forma original, depois da compressão com os dentes.
Adesividade	Trabalho necessário para vencer as forças atrativas entre o alimento e a superfície de outros materiais com os quais o alimento entra em contato.	Força requerida pra remover o material que adere na boca (geralmente o palato) durante o processo normal de ingerir.
<i>Propriedades secundárias</i>		
Fraturabilidade	Força com a qual o material se fratura (um produto de alto grau de coesividade).	Força com a qual uma amostra esmigalha, racha ou quebra em pedaços (força com que os pedaços saltam).
Mastigabilidade	Energia requerida para mastigar um alimento até a sua deglutição; é o produto da dureza x coesividade x elasticidade.	Tempo (segundos) requerido para mastigar uma amostra, a uma velocidade constante de aplicação de força, para reduzi-la a uma consistência adequada para a deglutição.
Gomosidade	Energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido até estar pronto para a deglutição; é o produto de baixo grau de dureza x alto grau de coesividade.	Densidade que persiste durante a mastigação; energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto ideal para deglutição.

Fonte: Civille e Szczesniak (1973).

3.4.4 Tecnologias de Processamento

Correções no valor do pH podem reduzir os prejuízos causados pela incidência da carne PSE com conseqüente melhora da CRA. Investigações de Farr e May (1970), Shults e Wierbicki (1973), Froning e Sackett (1985), Barbut, Draper e Hadley (1989) e Lemos, Nunes e Viana (1999) têm indicado que aditivos como sal e tripolifosfato de sódio podem ser usados para reduzir perdas de umidade durante a estocagem e no cozimento do produto final, melhorando a aceitação, maciez e funcionalidade das proteínas. Young e Lyon (1986) notaram que quando usados em combinação sal e fosfatos têm um efeito sinérgico aumentando a ligação das proteínas com água, pelo aumento do pH e força iônica, juntamente com a dissociação do complexo actinmiosina, expondo mais sítios de ligação de água (WONG, 1989). Segundo Terra (1998), os fosfatos aumentam a velocidade de adsorção e liberam as proteínas dos seus complexos ao seqüestrarem os íons cálcio.

Segundo Woelfel e Sams (2001), os resultados de marinação de filés mostraram que a perda no cozimento foi significativamente maior em filés PSE comparando com os normais. Essa maior perda indica que os filés pálidos têm uma menor CRA que os filés normais, uma característica que pode ser atribuída ao baixo pH exibida por esses filés pálidos. Esse resultado também sugere que marinação *post rigor* não melhora significativamente a funcionalidade das proteínas, resultados semelhantes foram relatados por Alvarado e Sams (2003) e por Barbut, Zhang e Marcone (2005). Alvarado e Sams (2003), sugeriram que a marinação de filés pálidos e normais durante o pré-rigor com um fosfato de alto pH pode reduzir os efeitos negativos da carne PSE.

Woelfel e Sams (2001), ainda concluíram que a marinação com sal e solução alcalina de fosfato pH 9 aumenta a CRA de filés pálidos e restaura parcialmente a funcionalidade da proteína, enquanto que a marinação a pH 11, não melhorou significativamente a funcionalidade das proteínas com a concentração e condições usadas no estudo, provavelmente por essa maior concentração afetar a funcionalidade por *Salting out*.

Allen et al. (1998), concluíram que filés escuros de frango, marinados ou não, apresentam menores valores de L*, maiores valores de pH, maiores porcentagens de absorção de marinação, aumento da retenção de umidade, menores porcentagens de perda por gotejamento, e menores porcentagens de perdas por cozimento do que filés claros. Valores de maciez, por sua vez, não foram afetados pela cor ou tratamento de marinação.

Segundo Komiyama (2006), a marinação de filés pálidos melhorou algumas características de qualidade como, por exemplo, a coloração. Além disso, melhorou também a textura, sendo que a marinação proporcionou uma carne mais macia.

Segundo Moreira (2005), a marinação com bicarbonato de sódio também tem sido estudada por reduzir a velocidade de queda do pH *post mortem* nas carnes PSE. Se a velocidade de queda do pH pode ser reduzida, conseqüentemente, a desnaturação protéica que causa a baixa capacidade de retenção de água e caracteriza o PSE, pode ser revertida.

Outro acesso para minimizar o efeito do problema do PSE em produtos processados é a adição de ingredientes não cárneos como o amido, carragena, e proteína de soja para aumentar a capacidade de retenção de água e textura.

A proteína de soja age encapsulando as gotículas de gordura e formando uma rede contínua de proteína-gel através da fase aquosa (WANG; FERNANDES; CABRAL, 2000). Dessa forma, os isolados e concentrados de soja são utilizados na fabricação de embutidos com o objetivo de aumentar a CRA, fator que possibilita a redução de custos pelo aumento nos percentuais de água adicionados (TERRA, 1991).

Rakowsky (1974) encontrou que a proteína de soja tem a capacidade de melhorar a funcionalidade por ligação com gordura e água bem como pela sua gelatinização por aquecimento. Quando incorporadas em carnes processadas, as proteínas de soja também promovem um aumento na absorção de água, ligação, gelatinização, coesividade - adesividade, emulsificação, e absorção de gordura (FULMER, 1995).

A gelatinização da proteína de soja ocorre durante o aquecimento, e à medida que formas moleculares são retidas dentro de um arranjo ordenado, promove o acréscimo das interações proteína-gordura. Essa propriedade de formação de gel ajuda na ligação de pedaços de carne, bem com a ligação com água e gordura (HERMANSSON, 1986, PEARSON; GILLET, 1996). Simultaneamente, as proteínas de soja podem aumentar a viscosidade, formação de gel, e CRA em produtos cárneos (LAUCK, 1975), o que contribui na formação e estabilidade das emulsões cárneas e aumento da retenção de umidade (BOWERS; ENGLER, 1975) e aparência final do produto (SCHWEIGER, 1974).

Em estudo utilizando colágeno de aves, proteína de soja e carragena em um embutido cárneo originalmente conhecido por "Delicatessen Roll", Daigle (2005) concluiu que a adição de concentrado protéico de soja diminuiu significativamente as perdas por gotejamento e cozimento dos tratamentos formulados com carne PSE de peito de peru. Resultados semelhantes aos reportados por Schilling et al. (2003, 2004) quando adicionaram concentrado protéico de soja em carne PSE de suíno.

Ainda de acordo com Daigle (2005), tratamentos com carne PSE de peru, carne PSE com concentrado protéico de soja e carne PSE com carragena, não diferiram quanto ao valor de L^* , demonstrando uma falta uniforme de funcionalidade das proteínas sarcoplasmáticas. Huang, Mikel e Jones (1997), reportaram não haver melhoras na luminosidade quando 1% de carragena foi adicionada em presuntos reestruturados de carne PSE.

Em comparação, Schilling et al. (2004) reportaram que a adição proteínica de soja diminuiu a intensidade da cor vermelha (componente a^*) da carne PSE de suíno. Huang, Mikel e Jones (1997), também encontraram que a adição de 1% de carragena em presunto com carne PSE diminuiu o valor do componente a^* .

Zhu e Brewer (1998) notaram que PSE de suíno tem maior valor de b^* (intensidade da cor amarelo) que o normal e isso seria também verdadeiro para carne PSE de frango. Schilling et al. (2004), sugeriram que o aumento no valor de b^* poderia ser atribuído à coloração amarela da matéria prima, e dos ingredientes adicionados, já que a carragena e a proteína de soja, ambas, são claras.

Zhang e Barbut (2005), compararam o uso de diferentes amidos (normais e modificados de batata e mandioca) em massa de carne PSE, Normal e a-DFD de frango, e mostraram que a perda no cozimento de carnes PSE foi maior (28%), e que com alguns amidos, isso pode ser reduzido ao redor de 5%. O amido de mandioca é usado nas indústrias de carnes para dar brilho na superfície, alisar e amaciar a textura e não interfere no sabor produto (AVEBE, 1997, apud ZHANG; BARBUT, 2005).

Claus e Hunt (1991) indicaram que amido de trigo aumenta a textura de Bologna com baixo teor de gordura. Nowsad, Kanoh e Niwa (2000) determinaram que adição de 6% de amido de batata em massas de carne de frango aumentou a qualidade do gel pela melhora nas características de tato e mastigabilidade, enquanto, que a força/resistência à fratura não se alterou. Por outro lado, a massa de carne de frango com amido permaneceu rígida e esponjosa.

Motzer et al. (1998) reportaram que amidos alimentares modificados aumentam a retenção de água de carnes PSE de suínos. Cavitt e Owens (2001), resumidamente indicaram que o amido modificado poderia efetivamente melhorar a CRA de PSE de frangos. Geralmente, é limitada a informação relativa aos benefícios dos amidos na alteração da gelatinização de carnes PSE, e não cobrem a faixa do PSE ao a-DFD da carne de frango.

Yang, Trout e Shay (1995), reportaram que adição de amido de batata foi mais benéfica em melhoras da textura em salsichas com pouca gordura. Hachmeister e Herald (1998) reportaram que amidos modificados de batata, milho e mandioca variam em sua habilidade de aumentar a firmeza e outras características de textura das massas de peru com reduzido teor de gordura.

Todos os amidos reduziram significativamente as perdas por cozimento e contribuíram para a textura das massas cárneas PSE, Normal e DFD. A magnitude dos efeitos, entretanto, varia. Zhang e Barbut (2005) concluíram que o amido de batata mostrou maior rigidez durante o aquecimento e refrigeração de massa cárnea normal, mas amido de mandioca mostrou o melhor aumento no rendimento de cocção, assim a adição de amido pode compensar em parte a perda da funcionalidade da proteína da carne PSE, mas a critério de uso, o amido é selecionado com base na melhora da necessidade específica.

Motzer et al (1998) avaliando a dureza instrumental em presuntos, constataram que as amostras fabricadas com diferentes ligantes apresentaram diferenças significativas entre si. Amostras adicionadas de amido modificado apresentaram menor dureza que os demais tratamentos avaliados (kappa-carragenina e isolado protéico de soja).

Hachmeister e Herald (1998) constataram que o amido modificado pode acentuar a firmeza e outras características texturais em produtos de teor reduzido de gordura (produtos emulsionados de peru adicionados de água).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em duas etapas, na primeira foi elaborado um embutido cárneo light com os filés de frango previamente classificados como PSE, Normal e a-DFD, e condimentos, sem adição de gordura, o qual se enquadra como produto light, visto que segundo a Portaria 29/98 do Ministério da Saúde (Portaria 29/98) estabelece no regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais, define que o termo *light* deve ser empregada nos produtos que apresentem redução mínima de 25% em determinado nutriente ou calorias comparado com o alimento convencional (BRASIL, 1998). Na segunda etapa foram elaborados embutidos do tipo mortadela com os filés previamente classificados como PSE e Normal, nesta etapa, não foram utilizados filés a-DFD de frango, pois na obtenção de embutido cárneo *light* estes tiveram comportamento semelhante aos filés normais. Essas formulações foram elaboradas com a finalidade de avaliar as propriedades funcionais da carne PSE e a-DFD *per si* no primeiro produto, e no segundo avaliar o comportamento da carne PSE em condições reais de processamento de um produto altamente popular.

4.1 EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE CARNES PSE, NORMAL E ANÁLOGO AO DFD DE FRANGO NA ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO EMBUTIDO *LIGHT*

4.1.1 Matéria-Prima

Foram utilizados como matéria-prima 565 filés de peito de frangos (*Pectoralis major*) da linhagem *Cobb* com 32 dias de idade coletados 24h *post mortem* em uma linha comercial de abate seguindo as etapas de insensibilização elétrica, sangria, escaldagem, depenagem, evisceração, pré-chiller e chiller de uma empresa localizada no estado de Santa Catarina. Os filés de frango foram analisados quanto ao pH, cor e CRA para classificação em PSE, análogo ao DFD e normal.

4.1.2 Medida de pH nos Filés de Frango

As medidas de pH foram realizadas diretamente no filé com auxílio do potenciômetro Sentron 1001, 24h *post mortem*, conforme procedimento adotado anteriormente (SOARES et al, 2002; ODA et al., 2003), em duplicata sendo os pontos de incisões do eletrodo na parte cranial ventral do filé conforme descrito por Boulianne e King (1995) e adaptado por Olivo et al. (2001).

4.1.3 Medida de Cor dos Filés de Frango

As medidas de cor foram realizadas na face ventral do filé 24h *post mortem*, tomando três pontos diferentes de leitura por amostra. A medida de cor foi analisada nas mesmas amostras da determinação de pH, utilizando o colorímetro Minolta® CR400 com iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os valores de luminosidade L^* , a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB. Os filés de frango com valores de $L^*_{24h} > 53$ foram classificados como PSE, com valores intermediários $44 < L^*_{24h} < 53$ como Normal, e valores de $L^*_{24h} < 44$ como análogo ao DFD segundo Soares et al. (2002).

4.1.4 Medida da Capacidade de Retenção de Água dos Filés de Frango

Para a determinação da CRA foram utilizados 60 filés de frango segundo a metodologia descrita por Hamm (1960), que utiliza a medição de perda de água liberada quando é aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Esta consistiu em colocar sob a forma de cubo amostra de carne de aproximadamente 2,00g entre dois papéis de filtro circulares marca Whatman ($n^{\circ}2$), e entre duas placas de acrílico, no qual é colocado cuidadosamente um peso de 10 kg por 5 minutos, posteriormente a amostra foi pesada novamente. A capacidade de retenção de água foi calculada pela diferença de peso da amostra

e expressa em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial, conforme fórmula abaixo:

$$\% \text{ CRA} = 100\% - [(\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial}] \times 100$$

4.1.5 Obtenção dos Embutidos Cárneos *Light*

O produto embutido cárneo *light* foi elaborado a partir da trituração em *cutter* (marca Brasião) dos filés previamente classificados como PSE (Embutido cárneo *light* PSE - EPSE), Normal (Embutido cárneo *light* Normal - ENML) e análogo ao DFD (Embutido cárneo *light* a-DFD - EDFD). Os ingredientes utilizados na formulação estão apresentados na Tabela 2. Foram empregados as mesmas quantidades para os três tipos de carnes, seguindo de embutimento em envoltório artificial (nylon) calibre 70, e cozidos em estufa programada (MEG50 Ibrasmak) conforme Tabela 3, seguidas de choque térmico com água corrente por 15 minutos. As peças de embutido cárneo *light* apresentavam aproximadamente 1000 gramas cada, e foram estocadas a temperaturas de refrigeração (5-7°C) até a análise.

Tabela 2 – Formulação utilizada para elaboração do embutido cárneo *light* utilizando filés PSE, Normal e a-DFD de frango.

Ingredientes	% de uso
Filés (PSE / Normal / a-DFD)	83
Água / Gelo	13,62
Sal	1,80
Açúcar	0,60
Tripolifosfato de Sódio	0,20
Eritorbato de Sódio	0,07
Sal de Cura (90% sal e 10% Nitrito de Sódio)	0,10
Alho em Dente	0,27
Pimenta branca em pó	0,08
Páprica em pó	0,06
Pimenta Síria em pó	0,05
Coentro em pó	0,07
Noz Moscada em pó	0,08

Tabela 3 – Etapas de cozimento seqüencial utilizadas na estufa programada durante a elaboração de embutidos cárneos utilizando filés PSE, Normal e a-DFD de frango.

Etapas	Temperatura (°C)	Temperatura interna (°C)	Tempo (min.)	Umidade relativa (%)
1	45	-	45	98
2	55	-	55	98
3	65	-	60	98
4	75	-	45	98
5	85	72	-	98

4.1.6 Medida de Cor dos Embutidos Cárneos *Light*

As medidas de cor foram realizadas na parte interna do produto tomando três pontos diferentes de leitura por amostra utilizando o colorímetro Minolta® CR400 conforme descrito no item 4.1.3.

4.1.7 Medida da Capacidade de Retenção de Água dos Embutidos Cárneos *Light*

A determinação da CRA no embutido cárneo foi realizada conforme descrito no item 4.1.4., em triplicata.

4.1.8 Análise do Perfil de Textura dos Embutidos Cárneos *Light*

Os parâmetros utilizados para analisar as propriedades mecânicas dos embutidos foram definidos por Civille e Szczesniak (1973), sendo a dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade (mastigabilidade = dureza x coesividade x elasticidade).

Os parâmetros de textura foram determinados em amostras de embutido cilíndricas, com 3 cm de diâmetro e 2,2 cm de altura. De cada peça de embutido foram retirados 3 cilindros de 3 regiões diferentes, totalizando 9 cilindros. As amostras foram comprimidas em 50% de deformação. As velocidades de pré-teste, teste e pós-teste foram de 5 mm/s, a força do *Trigger* foi de 0,05N, e a força foi de 0,98N. as análises foram realizadas no texturômetro Universal TAXT2i, com a "ponta de prova" ou "probe" metálico P035, em triplicata para cada amostra de embutido cárneo *light*.

4.1.9 Análise Estatística

Os resultados foram avaliados utilizando o programa STATISTICA 6.0 (StatSoft). Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de médias Tukey a 5% de probabilidade para verificar as diferenças significativas entre os filés de frango, e os três produtos obtidos com relação às medidas de CRA, cor, e perfil de textura.

4.2 EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE CARNES PSE E NORMAL DE FRANGO NA ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO TIPO MORTADELA

4.2.1 Matéria-Prima

Foram utilizados como matéria-prima 127 filés de peito de frangos (*Pectoralis major*) da linhagem *Cobb* com 42 dias de idade coletados 24h *post mortem* em uma linha comercial de abate seguindo as etapas de insensibilização elétrica, sangria, escaldagem, depenagem, evisceração, pré-chiller e chiller de uma empresa localizada no estado do PR. Os filés de frango foram analisados quanto ao pH e cor para classificação em PSE e normal.

4.2.2 Medida de pH dos Filés de Frango

As medidas de pH foram realizadas conforme descrito no item 4.2.2.

4.2.3 Medida de Cor dos Filés de Frango

As medidas de cor foram realizadas conforme descrito no item 4.2.3.

4.2.4 Obtenção dos Embutidos tipo Mortadela

O produto tipo mortadela foi elaborado a partir da formulação apresentada na Tabela 4, sendo que, as mortadelas elaboradas com carne PSE (MP) ou Normal (MN), sem (AS) e com (CA) a adição de fécula de Mandioca (FM), proteína isolada de soja (PIS) e Tripolifosfato de Sódio (TPFS), geraram as siglas:

MPSA - mortadela com carne PSE sem o uso de TPFS, FM e PIS;

MNSA - mortadela com carne Normal sem o uso TPFS, FM e PIS;

MPCA - mortadela com carne PSE com o uso TPFS, FM e PIS;

MNCA - mortadela com carne Normal com o uso TPFS, FM e PIS.

Sendo que os ingredientes foram empregados respeitando-se a quantidade permitida de uso conforme a legislação estabelecida pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000 (BRASIL, 2000). Os ingredientes após pesagem foram triturados em *cutter* (Brasição), sendo que logo após a obtenção da emulsão, uma alíquota desta foi coletada para análise de estabilidade da emulsão. Na seqüência as emulsões obtidas foram embutidas em envoltório artificial calibre 70, e cozidas em estufa programada (MEG50 Ibrasmak) conforme descrito na Tabela 3, seguidas de choque térmico com água corrente por 15 minutos. A Figura 9 apresenta uma das peças de mortadela obtida, sendo que as peças tinham aproximadamente 800 gramas cada.

Tabela 4 – Formulação utilizada para elaboração das mortadelas de frango: MPSA - mortadela com carne PSE sem o uso de Tripolifosfato de Sódio (TPFS), Fécula de Mandioca (FM) e Proteína Isolada de Soja (PIS), MNSA - mortadela com carne Normal sem o uso TPFS, FM e PIS, MPCA - mortadela com carne PSE e com uso TPFS, FM e PIS, MNCA - mortadela com carne Normal e com uso TPFS, FM e PIS.

Ingredientes (%)	MPSA	MNSA	MPCA	MNCA
Carne PSE	47	0	39,8	0
Carne Normal	0	47	0	39,8
Carne Mecanicamente Separada	23	23	23	23
Pele	11,67	11,67	11,67	11,67
Água	15	15	15	15
Sal	1,80	1,80	1,80	1,80
Fécula de Mandioca	0	0	3	3
Proteína Isolada de Soja	0	0	4	4
Tripolifosfato de Sódio	0	0	0,20	0,20
Açúcar	0,60	0,60	0,60	0,60
Eritorbato de Sódio	0,20	0,20	0,20	0,20
Sal de Cura	0,25	0,25	0,25	0,25
Alho em dente	0,27	0,27	0,27	0,27
Pimenta Branca em pó	0,08	0,08	0,08	0,08
Páprica em pó	0,06	0,06	0,06	0,06
Coentro em pó	0,07	0,07	0,07	0,07



Figura 9 – Foto ilustrativa da mortadela elaborada com filés de frango classificados como PSE, com o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio (MPCA).

4.2.5 Medida da Estabilidade da Emulsão das Mortadelas

A medida da estabilidade de emulsão (EE) foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Olivo et al. (1996). Imediatamente após o processo do cutter, foram retiradas alíquotas de 25g de massa crua em tubos de centrífuga, submetidas a tratamento térmico a 70°C por 30 minutos e posterior centrifugação a 4.000 rpm/3 minutos. A quantidade de material retido durante esses processos foi expresso em porcentagem (%) de estabilidade (peso/peso).

$$\% EE = 100 - [(peso\ inicial - peso\ final) / peso\ inicial] \times 100$$

4.2.6 Medida de Cor das Mortadelas

As medidas de cor foram realizadas na parte interna do produto tomando três pontos diferentes de leitura por amostra conforme descrito no item 4.1.3.

4.2.7 Medida da Capacidade de Retenção de Água das Mortadelas

A determinação da CRA na mortadela foi realizada conforme descrito no item 4.1.4.

4.2.8 Análise do Perfil de Textura das Mortadelas

A textura da mortadela de frango foi analisada utilizando texturômetro Universal TAXT2i conforme descrito no item 4.1.8.

4.2.9 Análise Sensorial das Mortadelas

A análise sensorial da mortadela foi realizada apenas com as formulações MPCA (Mortadela com carne PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio) e MNCA (Mortadela com carne Normal e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio) por serem formulações próximas a mortadelas de marcas comerciais. A metodologia utilizada foi descrita por Dutcosky (2007), com 73 provadores não treinados, utilizando o método de escala hedônica de 9 pontos para o teste de aceitação de produto. As duas amostras (MPCA e MNCA) foram servidas na forma de cubos de 1cm³, codificadas por 3 dígitos ao acaso. Foi oferecida água para fazer o branco entre as amostras e os provadores foram orientados a degustar as amostras da esquerda para a direita, respeitando a ordem em que elas lhe foram apresentadas. O modelo de ficha de avaliação utilizada está apresentado no Anexo A.

4.2.10 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram analisados utilizando o programa STATISTICA 6.0 (StatSoft). A análise de variância e teste de médias Tukey a 5% de probabilidade foram utilizados para verificar as diferenças significativas entre os filés de frango, e o teste de t de *student* foi utilizado para comparação dos valores de Estabilidade de Emulsão, cor, CRA, perfil de textura e aceitação sensorial entre os produtos obtidos a partir dos filés classificados como PSE e normal. Foram feitas quatro comparações entre os produtos: MPSA x MNSA; MPCA x MNCA; MPSA x MPCA; MNSA x MNCA.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE CARNES PSE, NORMAL E ANÁLOGO AO DFD DE FRANGO NA ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO EMBUTIDO CÁRNEO *LIGHT*

5.1.1 Caracterização das Matérias-Primas

A Tabela 5 apresenta a média dos valores de L*, a*, b*, pH e CRA 24h *post mortem* dos filés classificados em PSE, Normal e análogo ao DFD. Para critério de classificação utilizou-se a medida de pH e L*. O valor de L* (Tabela 5) diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre os grupos Normal, PSE e a-DFD, com menores valores de L* para os filés do grupo a-DFD, e maiores para filés PSE. O valor médio de L* dos filés variou de 41,77 (escuro) a 55,64 (pálido), resultados similares aos valores relatados por Soares (2003) e Oda et al. (2003).

Tabela 5 – Valores médios de L*, a*, b*, pH e CRA 24h *post mortem* dos filés de frango classificados como PSE, Normal e a-DFD.

	L*	a*	b*	pH	CRA ¹
PSE (n=191)	55,64 ^a ± 1,97	3,30 ^c ± 1,34	11,23 ^a ± 2,01	5,75 ^c ± 0,07	62,24 ^b ± 2,39
Normal (n=187)	47,76 ^b ± 2,12	4,27 ^b ± 2,06	10,60 ^b ± 1,91	5,88 ^b ± 0,06	64,54 ^a ± 2,72
a- DFD (n=187)	41,77 ^c ± 1,98	7,44 ^a ± 2,26	10,68 ^b ± 1,61	6,08 ^a ± 0,13	65,96 ^a ± 2,81

^{a, c} Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ para análise de CRA foi realizada amostragem entre os filés classificados pela análise de L* e pH (n=20)

Os valores de pH (Tabela 5) diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os grupos Normal, PSE e a-DFD, com menores valores de pH para os filés do grupo PSE, e maiores para filés a-DFD. A média dos valores de pH dos filés a-DFD foi similar ao

observado por Boulianne e King (1998) para filé de frango escuro (pH = 6,04). Diferenças significativas nos valores de pH de carnes de frango classificadas como escuro, pálido e normal foram observadas por outros pesquisadores (FLETCHER, 1999; FLETCHER; QIAO; SMITH, 2000; QIAO et al., 2001; QIAO et al., 2002; SOARES, 2003; ODA et al., 2003).

Os valores de a^* (Tabela 5) diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os três grupos analisados, o maior valor de a^* foi apresentado pelos filés classificados como a-DFD (7,44), seguidos pelos normais (4,27) e PSE (3,30). Diferenças nos valores de a^* foram observadas em filés de frango por outros investigadores (ALLEN et al., 1998; BOULIANNE; KING, 1998; MALLIA et al., 2000a; QIAO et al., 2001; QIAO et al., 2002; SOARES, 2003; ODA et al., 2003).

Os valores de b^* (Tabela 5) foram significativamente ($p < 0,05$) maiores para os filés PSE (11,23), enquanto que os filés a-DFD (10,68) e Normais (10,60) não diferiram entre si, sugerindo que filés mais amarelos são também mais pálidos. QIAO et al. (2001) observaram que o valor de b^* foi maior para filés de frango pálidos, menor para escuro e intermediário para normal. FLETCHER (1999), FLETCHER; QIAO; SMITH et al. (2000) e QIAO et al. (2002) não observaram diferença significativa nos valores de b^* para os três grupos de filés de frango escuro, normal e pálido.

Os filés classificados como PSE apresentam CRA menor que os filés normais e a-DFD (Tabela 5). Esse menor valor de CRA dos filés PSE é observada devido à rápida glicólise que conduz à desnaturação das proteínas miofibrilares, diminuindo sua capacidade de reter água (BENDALL; WISMER-PERDERSEN, 1962; SOLOMON; VAN LAACK, EASTRIDGE, 1998; OLIVO et al., 2001; SOARES, 2003; ODA et al., 2003).

O valor de L^*_{24h} , em particular, tem sido utilizado por diversos pesquisadores para classificação de carnes de aves em PSE e a-DFD. Filés com valores de $L^* > 53,00$ têm sido classificados como PSE (BARBUT, 1997; McKEE; SAMS, 1997; McKEE; HARGIS; SAMS, 1998; OWENS et al., 2000; OLIVO et al., 2001; QIAO et al., 2001; WOELFEL et al., 2002) e filés com valores de $L^* < 41,00 - 46,00$ como análogos ao DFD (ALLEN et al., 1998; BOULIANNE; KING, 1998; MALLIA et al., 2000a, QIAO et al., 2001). Segundo Boulianne e King (1998) e WOELFEL et al. (2002) o valor de L^* é um bom indicador e pode ser usado para distinguir amostras normais das pálidas com alta sensibilidade e especificidade.

5.1.2 Medida de Cor dos Embutidos Cárneos *Light*

A cor é um importante atributo de qualidade e influencia na aceitação e no consumo dos produtos alimentícios. A Tabela 6 apresenta os valores de L*, a* e b* dos embutidos cárneos *light* a partir de filés de peito de frango classificados como PSE, Normal e a-DFD (EPSE, ENML, EDFD, respectivamente). A média dos valores de L* foi significativamente menor ($p < 0,05$) para o EDFD (72,37) que para os produtos ENML (73,85) e EPSE (74,32). A diferença entre o produto EDFD e os outros dois, provavelmente poderia ser atribuída a cor da matéria prima, uma vez que os filés classificados como a-DFD apresentam valores menores de luminosidade. Os produtos EPSE e ENML, não diferiram quanto ao valor de L* ($p < 0,05$).

Possivelmente o aumento no valor de L* nos produtos embutidos cárneos *light* em comparação com a matéria-prima, seja em função do processamento, uma vez que na trituração da massa cárnea, ocorreu à incorporação de ar; promovendo a oxigenação dos tecidos e, portanto a oximioglobina esteve predominantemente presente no momento da adição dos ingredientes de cura. Inicialmente a oximioglobina e a mioglobina são oxidadas a metamioglobina pela ação do nitrito. Subseqüentemente, esta reage com NO formando o complexo nitrosometamioglobina (TOWNSEND; OLSON, 1987). A redução da nitrosometamioglobina pela ação de enzimas ou agentes redutores adicionados (no caso o eritorbato) ou naturalmente presente, ou a reação direta da mioglobina com o NO, dará origem a nitrosomioglobina (KILLDAY et al., 1988). A nitrosomioglobina é responsável por uma atrativa cor vermelho brilhante, sendo o pigmento presente nos produtos cárneos antes do tratamento térmico. Ambos os pigmentos (nitrosometamioglobina e nitrosomioglobina), são instáveis, podendo voltar às suas respectivas formas originais. A cor só é estabilizada através da desnaturação proteica da mioglobina, através de aquecimento sob temperaturas de 50 a 60°C, originando um pigmento róseo brilhante estável, denominado de nitrosohemocromo. A precipitação geral de proteínas aumenta a difusão da luz da superfície e é responsável pelo clareamento da cor do produto cozido (MARTENS; STABURSVIK; MARTENS, 1982).

Tabela 6 – Valores de L*, a* e b* dos embutidos cárneos *light* obtidos a partir de filés de frango classificados como PSE, Normal e a-DFD.

	L*	a*	b*
EPSE	74,32 ^a ± 0,37	5,16 ^b ± 0,19	10,15 ^b ± 0,31
ENML	73,85 ^a ± 0,30	5,26 ^b ± 0,18	9,98 ^b ± 0,24
EDFD	72,37 ^b ± 0,40	6,47 ^a ± 0,18	10,75 ^a ± 0,21

^{a,b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

n = 45

EPSE = embutido cárneo *light* PSE.

ENML = embutido cárneo *light* normal.

EDFD = embutido cárneo *light* a-DFD.

O valor de a* (vermelho) foi significativamente ($p < 0,05$) maior para a amostra EDFD que para as demais (Tabela 6). Provavelmente, a desnaturação protéica que ocorreu devido o tratamento térmico dos embutidos, reduziu o valor de a* nos EDFD, já que os filés a-DFD apresentaram os maiores valores de a*. E como os outros dois tipos de filés apresentavam valores inferiores de a*, possivelmente a adição dos condimentos proporcionaram um aumento após a industrialização dos filés.

Os valores de b* (amarelo) foram significativamente ($p < 0,05$) maiores para EDFD que para o EPSE e ENML, e os dois últimos não apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si. Esse resultado não foi o esperado, uma vez que os filés PSE apresentavam o maior valor de b* (Tabela 5), característica provavelmente mascarada com o uso dos condimentos.

Daigle (2005), comparando "Delicatessen Roll" a partir de filés de peito normal e PSE de peru, verificou que o produto Normal apresentava significativamente menor ($p < 0,05$) valor de L* que o produto PSE, e quanto aos valores de a* e b*, não mostrou diferenças significativas.

Tudo indica que a cor do produto sofre influencia do processamento térmico e da cor da matéria-prima, uma vez que Boulianne e King (1995) reportaram que filés pálidos apresentaram significativamente maiores valores de L*, menores valores de a* e maiores valores de b* que os Normais. Os mesmos pesquisadores (1998), concluíram que filés escuros

apresentaram significativamente maiores valores de a^* e menores valores de b^* e L^* que os filés normais.

5.1.3 Medida de CRA dos Embutidos Cárneos *Light*

A capacidade de retenção de água dos embutidos obtidos a partir dos filés de frango classificados como PSE, Normal e a-DFD estão apresentadas na Tabela 7. A CRA segundo a metodologia de Hamm (1960), é calculada através da porcentagem da água exsudada em relação ao peso da amostra inicial, logo quanto menor o valor de CRA, maior é a perda de água. A porcentagem de CRA para o EPSE (77,74%) foi significativamente menor ($p < 0,05$) do que para o ENML (82,47%) e o EDFD (83,33%). Esses resultados foram provavelmente em função das propriedades funcionais alteradas dos filés PSE e a-DFD, onde os filés PSE apresentaram uma desnaturação protéica que provavelmente reduziu a CRA e CLA da carne, enquanto os filés a-DFD apresentaram melhores propriedades funcionais. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre ENML e EDFD. Quanto ao processamento térmico dos embutidos cárneos *light*, este causa a desnaturação de algumas proteínas, mas a diferença entre a CRA dos produtos, provavelmente seja devido ao pH dos filés *in natura*.

Tabela 7 – Valores da CRA dos embutidos cárneos *light* obtidos a partir de filés de frango classificados como PSE, Normal e a-DFD.

	CRA (%)
EPSE	77,74 ^b ± 2,31
ENML	82,47 ^a ± 2,56
EDFD	83,33 ^a ± 1,78

^{a,b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. $n = 15$

EPSE = embutido cárneo *light* PSE.

ENML = embutido cárneo *light* normal.

EDFD= embutido cárneo *light* a-DFD.

A CRA está entre as propriedades funcionais mais importantes da carne, pois influencia seu aspecto, sua palatabilidade e está diretamente relacionada às perdas antes e durante o cozimento, e /ou industrialização.

A retenção da água natural e da adicionada na industrialização pelas proteínas da carne depende do pH, na faixa de pH de 5,0 a 7,0 e quanto mais próximo de 5,0, ponto isoelétrico das proteínas, menor a CRA, sendo especialmente crítica em carnes que são destinadas a produtos manufaturados que são submetidos a combinações do aquecimento, moagem e outros processos, como é o caso dos embutidos.

Como os filés PSE sofreram maior desnaturação protéica, a menor CRA observada para o produto EPSE, já era esperada. Barbut (1997) observou que diferenças significativas na CRA entre os 3 grupos de cor dos filés poderiam ser explicados pela relação entre a CRA e o pH que é bem estabelecida por Judge et al. (1989).

Daigle (2005) não observou diferença significativa no que diz respeito a CRA, dos produtos "Delicatessen Roll" de carne PSE e normal de peru, e sugeriu que esse fato poderia estar associado à adição do sal na formulação. A incorporação de 2% de NaCl nos produtos poderia ter reforçado a propriedade de ligação de água dos tratamentos.

Segundo Jensen, Lauridsen e Bertelsen (1998), a perda de água é um dos principais fatores na diminuição da qualidade de produtos cárneos nas indústrias. Zhang e Barbut (2005), Olivo et al. (2001) e Schneider (2004) descreveram que o problema de se usar carne PSE de frango, resultaram em um produto de baixa CRA e pobre fatiabilidade comparando com a carne Normal e a-DFD.

5.1.4 Análise do Perfil de Textura dos Embutidos Cárneos *Light*

Nos embutidos cárneos *light* elaborados, os valores de CRA refletem diretamente sobre a textura dos mesmos, sendo que através de análise de perfil de textura apresentada na Tabela 8, mostrando que a dureza e a mastigabilidade foram significativamente ($p < 0,05$) maiores no EPSE, e o parâmetro de coesividade significativamente ($p < 0,05$) menor, quando comparando com os produtos ENML e EDFD. E o parâmetro de elasticidade não houve diferenças significativas entre as amostras.

Tabela 8 – Valores do perfil de textura dos embutidos cárneos *light* obtidos a partir de filés de frango classificados como PSE, Normal e a-DFD.

	EPSE	ENML	EDFD
Dureza (N)	127,81 ^a ± 12,02	110,12 ^b ± 11,06	110,67 ^b ± 5,73
Elasticidade	0,87 ^a ± 0,03	0,88 ^a ± 0,02	0,88 ^a ± 0,02
Coabilidade	0,69 ^b ± 0,03	0,72 ^a ± 0,01	0,71 ^a ± 0,01
Mastigabilidade	76,45 ^a ± 8,94	69,37 ^b ± 7,31	68,64 ^b ± 3,81

^{a,b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

n = 45

EPSE = embutido cárneo *light* PSE.

ENML = embutido cárneo *light* normal.

EDFD= embutido cárneo *light* a-DFD.

McCurdy, Barbut e Quinton (1996), relataram que os peitos de perus classificados como PSE apresentaram menor CRA e uma textura mais macia. Barbut (1997) constatou que a força do gel foi menor para frangos estressados. Olivo (1999) também observou que filés provenientes de frangos estressados apresentaram menores valores de textura. Entretanto, estes discordaram dos resultados apresentados por Froning, Babji e Mather (1978) e McKee e Sams (1998), em que perus estressados mostraram maior resistência ao corte devido a perda de água.

A textura de carnes PSE tem sido motivo de controvérsias. Previsões de que os filés PSE poderiam apresentar maior textura devido a maior perda de água (maior desnaturação protéica) foram feitas por Soares (2003), no entanto, uma possível explicação para não observação deste fenômeno seria o fato de que a medida de textura foi realizada em amostras cruas, sem prévio cozimento, onde as análises foram realizadas 24h *post mortem* não havendo tempo suficiente para perda de água, diferindo destes outros trabalhos onde a textura foi determinada nas amostras cozidas (FRONING; BABJI; MATHER, 1978; MCKEE; SAMS, 1998).

Com o cozimento dos embutidos cárneos *light*, as amostras EPSE apresentam a menor CRA e a maior dureza e mastigabilidade, que os produtos ENML e

EDFD, onde a maior CRA auxiliou para que estes apresentassem valores de dureza e mastigabilidade inferiores (Tabela 8).

Segundo Civille e Szczesniak (1973), a mastigabilidade é a energia requerida para mastigar um alimento até a sua deglutição, é o produto da dureza x coesividade x elasticidade. No caso dos embutidos elaborados, a maior influência é da dureza, uma vez que os valores de coesividade e elasticidade são pequenos.

5.2 EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE CARNES PSE E NORMAL DE FRANGO NA ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO TIPO MORTADELA

5.2.1 Caracterização da Matéria-Prima

A Tabela 9 apresenta a média dos valores de L*, a*, b* e pH 24h *post mortem* dos filés classificados em PSE e Normal. O valor de L* diferiu significativamente ($p < 0,05$), sendo que para os filés pálidos apresentou um valor de 57,63 e para os filés normais de 51,42, resultados semelhantes ao primeiro experimento, e já esperados, uma vez que são os critérios de classificação empregados. Esse resultado corrobora novamente que os valores de L* associados aos do pH, são bons indicadores e podem ser usados para distinguir amostras normais das pálidas.

Tabela 9 – Valores médios de L*, a*, b* e pH 24h *post mortem* dos filés de frango classificados como PSE e Normal.

	L*	a*	b*	pH
PSE (n=62)	57,63 ^a ± 2,37	2,11 ^b ± 2,10	5,46 ^b ± 2,51	5,77 ^b ± 0,09
Normal (n=65)	51,42 ^b ± 1,24	7,26 ^a ± 3,04	6,74 ^a ± 1,64	5,93 ^a ± 0,07

^a Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

O valor de pH (Tabela 9) diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre os grupos PSE e normal, com menores valores de pH para os filés do grupo PSE similares ao primeiro experimento. Diferenças significativas nos valores de pH de carnes de frango classificadas como escuro, pálido e normal foram observadas por outros pesquisadores (FLETCHER, 1999; FLETCHER; QIAO; SMITH, 2000; QIAO et al., 2001; QIAO et al., 2002; OLIVO et al., 2001; SOARES et al., 2003; ODA et al., 2003).

Os valores de a^* (Tabela 9) diferiram significativamente ($p < 0,05$), esta diferença nos valores de a^* foi observada em filés de frango por outros investigadores (ALLEN et al., 1998; BOULIANNE; KING, 1998; MALLIA et al., 2000a; QIAO et al., 2001; QIAO et al., 2002; OLIVO et al., 2001; SOARES et al., 2003; ODA et al., 2003), onde o menor valor de a^* foi apresentado pelos filés classificados como PSE.

Os valores de b^* (Tabela 9) foram significativamente ($p < 0,05$) menores para os filés PSE (5,46) em relação aos filés Normais (6,74), resultados diferentes daqueles observados para o primeiro experimento, mostrando que nem sempre os filés pálidos apresentam maiores valores de b^* . Fletcher (1999), Fletcher; Qiao; Smith (2000) e QIAO et al. (2002) não observaram diferença significativa nos valores de b^* para os três grupos de filés de frango escuro, normal e pálido.

5.2.2 Medida de Estabilidade da Emulsão das Mortadelas

A Tabela 10 apresenta os dados referentes à estabilidade das emulsões MPSA e MNSA. A estabilidade da emulsão MPSA (90,99%) foi menor significativamente ($p < 0,05$) do que a MNSA (92,87%). A metodologia utilizada implicou no aquecimento, seguido de centrifugação de uma alíquota de amostra da emulsão, e a maior liberação de exsudado, refletiu na menor capacidade emulsificante das proteínas, resultando em maior instabilidade.

Tabela 10 – Valores da estabilidade das emulsões obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal sem a adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	Estabilidade da Emulsão %
MPSA	90,99 ^b ± 0,67
MNSA	92,87 ^a ± 0,49

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=2.

MPSA = Mortadela com filés PSE sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNSA = Mortadela com filés Normais sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Considerando que os filés PSE apresentaram maior desnaturação protéica conforme observado pelo baixo pH e alto valor de L* (Tabela 9), a menor estabilidade da emulsão já era esperada. Olivo et al. (2001) e Schneider (2004) relataram a baixa capacidade emulsificante de carnes PSE, comparada com carnes Normais e a-DFD. Barbut et al. (2007), sugeriram que o uso de aditivos não cárneos, seriam capazes de minimizar a problemática do PSE em produtos processados.

A Tabela 11 apresenta os dados referentes à estabilidade das emulsões MPCA e MNCA. A estabilidade da emulsão MNCA (98,02%) foi maior significativamente ($p < 0,05$) que a MPCA (97,72%). A estabilidade foi ligeiramente aumentada com o uso de FM, PIS e TPFS, mas o emprego de tais ingredientes ainda não foi capaz de corrigir a deficiência existente nos filés PSE, que ainda assim apresentaram menor estabilidade quanto aos filés normais.

Tabela 11 – Valores da estabilidade das emulsões obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com a adição de fécula de mandioca. Proteína isolada de soja e Tripolifosfato de sódio.

Estabilidade da Emulsão %	
MPCA	97,72 ^b ± 0,05
MNCA	98,02 ^a ± 0,03

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade.

n=2.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

A Tabela 12 apresenta os dados referentes à estabilidade das emulsões MPSA e MPCA. A estabilidade da emulsão MPCA (97,72%) foi maior significativamente ($p < 0,05$) que a MPSA (90,99%). A FM, a PIS e o TPFS contribuíram para a estabilidade das emulsões, como pode ser visto também na Tabela 13, onde a estabilidade da emulsão MNCA (98,02%) foi maior significativamente ($p < 0,05$) que a da emulsão MNSA (92,87%).

Tabela 12 – Valores da estabilidade das emulsões obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE sem e com a adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Estabilidade da Emulsão %	
MPSA	90,99 ^b ± 0,67
MPCA	97,72 ^a ± 0,03

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade.

n=2.

MPSA = Mortadela com filés PSE sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Tabela 13 – Valores da estabilidade das emulsões obtidas a partir de filés de frango classificados como Normais sem e com a adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja, Tripolifosfato de Sódio.

	Estabilidade da Emulsão %
MNSA	92,87 ^b ± 0,49
MNCA	98,02 ^a ± 0,05

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=2.

MNSA = Mortadela com filés Normais sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

De acordo com Forrest et al. (1979), as emulsões são geralmente instáveis, a menos que possuam outros componentes como agente emulsificante e/ou estabilizante. O TPFS juntamente com o sal, aumentam a ligação com a água, por elevar o pH e a força iônica (YOUNG; LYON, 1986), já o amido aumenta a estabilidade devido a sua gelatinização sob aquecimento (AVEBE, 1997, apud ZHANG; BARBUT, 2005), enquanto a proteína de soja além da sua gelatinização com o aquecimento, age emulsionando os glóbulos de gordura (WANG; FERNANDES; CABRAL, 2000).

5.2.3 Medida de Cor das Mortadelas

A Tabela 14 apresenta os valores de L*, a* e b* dos produtos MPSA e MNSA, e a Figura 10 apresenta a foto ilustrativa do interior destes produtos. A média dos valores de L* foi significativamente maior (p<0,05) para a MPSA (68,18) do que em MNSA (67,42). Essa diferença provavelmente pode ser explicada com relação à cor da matéria prima, uma vez que os filés classificados como PSE apresentam maior luminosidade acarretando maior palidez dos produtos. Ocorreram as transformações dos pigmentos responsáveis pela coloração da carne devido à desnaturação dos seus componentes (TOWNSEND; OLSON, 1987; KILLDAY et al., 1988; MARTENS; STABURSVIK; MARTENS, 1982), como o

observado no primeiro experimento (item 5.1.2.) e os valores de L^* não atingiram a intensidade dos embutidos cárneos *light* ($L^* = 74,32$, Tabela 6) possivelmente pela substituição de parte dos filés por CMS e pele.

Tabela 14 – Valores de L^* , a^* e b^* das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal sem adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	L^*	a^*	b^*
MPSA	$68,18^a \pm 0,60$	$12,80^b \pm 0,27$	$12,75^a \pm 0,16$
MNSA	$67,42^b \pm 0,18$	$13,31^a \pm 0,20$	$12,61^a \pm 0,24$

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade

n=27

MPSA = Mortadela com filés PSE sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNSA = Mortadela com filés Normais sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

O valor de a^* (Tabela 14) foi significativamente ($p < 0,05$) menor no produto MPSA (12,80) do que no MNSA (13,31). Provavelmente, a incorporação dos condimentos e da CMS (conforme formulações apresentadas na Tabela 4), contribuíram para um aumento no valor de a^* , quando comparado com as matérias-primas (Tabela 9). Trindade, Contreras e Felício (2005) relataram que a adição de CMS reduziu o valor de a^* em mortadela mista tendo como matéria-prima às carnes bovina e gordura suína, enquanto neste trabalho, o resultado foi o contrário devido à natureza da matéria-prima utilizada, onde a CMS podem ter contribuído para aumentar os valores de a^* dos produtos cárneos de frango.

A medula óssea é o principal local de formação do sangue, sendo por esta razão rica em hemoglobina, contribuindo para a cor vermelha da CMS, e além disso, outro pigmento vermelho presente nas CMS é a mioglobina, proveniente dos músculos (FIELD, 1988).

Quanto ao valor b^* (Tabela 14), as mortadelas não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si e o aumento relativo do seu valor de b^* comparado com o dos filés *in natura*, possivelmente seja devido à adição dos condimentos e pele de frango na formulação.

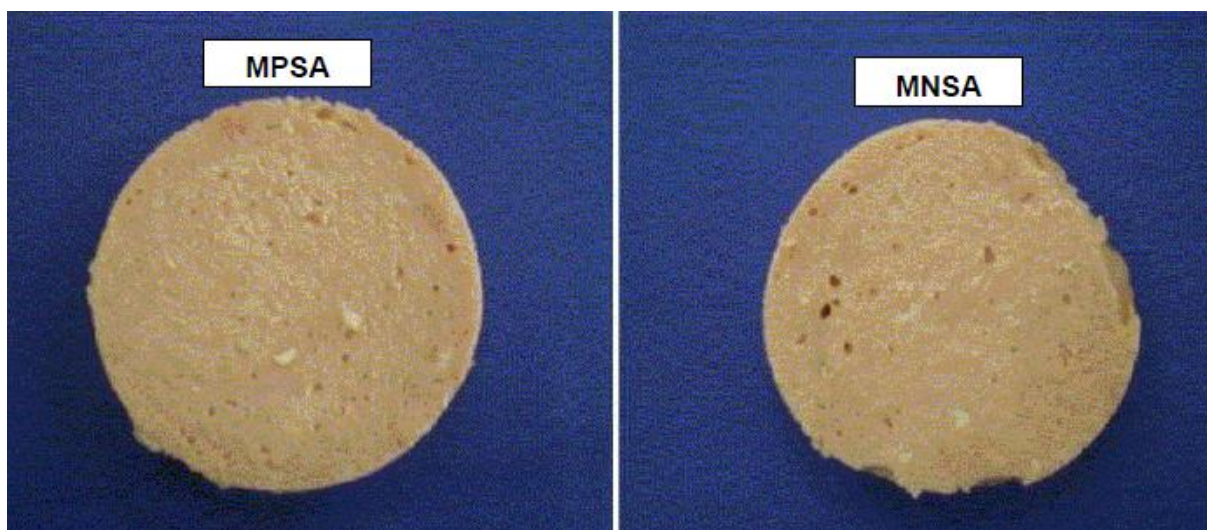


Figura 10 – Foto ilustrativa das mortadelas elaboradas com filés de frango classificados como PSE e Normal obtidas sem o uso de fécula de mandioca (FM), proteína isolada de soja (PIS) e Tripolifosfato de Sódio (TPFS).

MPSA = Mortadela com filés PSE sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNSA = Mortadela com filés Normais sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

A Tabela 15 apresenta os valores de L^* , a^* e b^* dos produtos MPCA e MNCA, e a Figura 11 apresenta a foto ilustrativa do interior destes produtos. A média dos valores de L^* foi significativamente maior ($p < 0,05$) para o produto com filés PSE (66,59) em relação ao produto com filés Normais (65,50). Possivelmente a diferença que persiste entre os produtos seja devida à cor dos filés, e pelos mesmos motivos anteriormente citados para MPSA e MNSA, explicando o comportamento da luminosidade dos produtos frente às matérias-primas. Deve-se considerar também a adição de FM e PIS que poderiam auxiliar na redução da palidez uma vez que substituíram parcialmente os filés conforme formulações apresentadas na Tabela 4, melhorando dessa forma a propriedade CRA diminuindo assim a difusão da luz da superfície (LAWRIE, 1991), responsável pela menor luminosidade desses produtos em comparação com os anteriores (MPSA e MNSA). Os valores de a^* e de b^* foram significativamente ($p < 0,05$) menores na mortadela PSE do que na Normal.

Tabela 15 – Valores de L*, a* e b* das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	L*	a*	b*
MPCA	66,59 ^a ± 0,19	11,89 ^b ± 0,04	15,81 ^b ± 0,12
MNCA	65,50 ^b ± 0,50	12,26 ^a ± 0,07	16,25 ^a ± 0,17

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade n=27.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

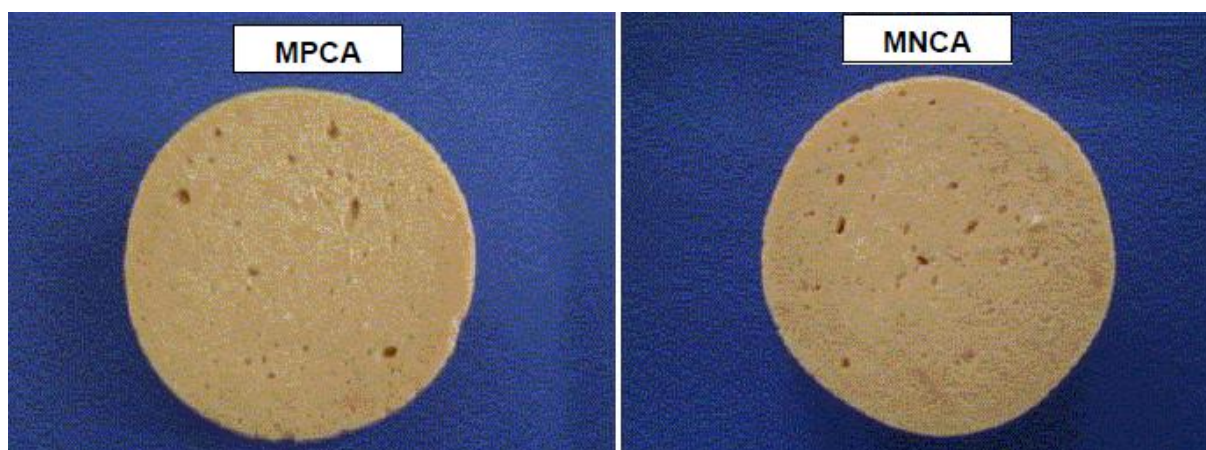


Figura 11 – Foto ilustrativa das mortadelas elaboradas com filés de frango classificados como PSE e Normal obtidas com o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

A Tabela 16 apresenta os valores de L*, a* e b* dos produtos MPSA e MPCA. A média dos valores de L* foi significativamente maior ($p < 0,05$) para MPSA (68,18) que para a MPCA (66,59). O valor de a* foi significativamente ($p < 0,05$) maior e o valor de b* foi significativamente ($p < 0,05$) menor no produto MPSA do que no produto MPCA, indicando que o uso de PIS e FM contribuiu para a redução da luminosidade e da intensidade de a*, e aumento da intensidade de b* do produto MPCA. Comportamento similar

apresentaram os produtos elaborados com os filés normais, MNSA e MNCA, apresentados na Tabela 17. A média dos valores de L* foi significativamente maior ($p < 0,05$) para MNSA (67,42) do que a MNCA (65,50). O valor de a* foi significativamente ($p < 0,05$) maior e o valor de b* foi significativamente ($p < 0,05$) menor no produto MNSA do que no produto MNCA. A adição de FM, PIS e TPFS nas mortadelas elaboradas com filés normais e PSE promoveu uma diminuição no valor de a*, e aumento no valor de b*, por apresentarem coloração branca, amarela e branca, alterando a cor dos produtos (Tabelas 16 e 17).

Tabela 16 – Valores de L*, a* e b* das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	L*	a*	b*
MPSA	68,18 ^a ± 0,60	12,80 ^a ± 0,27	12,75 ^b ± 0,16
MPCA	66,59 ^b ± 0,19	11,89 ^b ± 0,04	15,81 ^a ± 0,12

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=27.

MPSA = Mortadela com filés PSE sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Tabela 17 – Valores de L*, a* e b* das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como Normais sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	L*	a*	b*
MNSA	67,42 ^a ± 0,18	13,31 ^a ± 0,20	12,60 ^b ± 0,16
MNCA	65,50 ^b ± 0,50	12,26 ^b ± 0,07	16,25 ^a ± 0,12

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=27.

MNSA = Mortadela com filés Normais sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Daigle (2005), encontrou que os tratamentos com carne PSE de peru, PSE com concentrado protéico de soja e PSE com carragena, não diferiram quanto ao valor de L^* , demonstrando uma falta uniforme de funcionalidade das proteínas sarcoplasmáticas. Schilling et al. (2004) reportaram que a proteína de soja diminuiu o componente a^* de presunto com carne PSE de suíno. Huang, Mikel e Jones (1997), também encontraram que a adição de 1% de carragena em presunto com carne PSE diminuiu o valor do componente a^* , o que foi observado nas mortadelas elaboradas neste trabalho.

Schilling et al. (2004), sugeriu que o aumento no valor de b^* poderia ser atribuído à coloração amarela da matéria prima, e dos ingredientes adicionados, já que tanto a carragena como a proteína de soja são claras. No caso das mortadelas elaboradas no nosso experimento o valor de b^* aumentou com o uso da proteína de soja e fécula de mandioca.

5.2.4 Medida de Capacidade de Retenção de Água das Mortadelas

A Tabela 18 apresenta os valores de CRA dos produtos MPSA e MNSA. O valor da CRA não diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre as amostras. Resultados semelhantes podem ser observados na Tabela 19, que apresenta a CRA dos produtos MPCA e MNCA, que não diferiram significativamente ($p < 0,05$).

Tabela 18 – Valores da CRA das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal sem adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	CRA (%)
MPSA	60,61 ^a ± 5,12
MNSA	65,90 ^a ± 4,00

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=3.

MPSA = Mortadela com filés PSE sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Tabela 19 – Valores da CRA das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	CRA (%)
MPCA	77,79 ^a ± 1,62
MNCA	79,42 ^a ± 1,29

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=3.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Resultados semelhantes também foram observados por Daigle (2005), que relatou não haver diferença significativa ($p < 0,05$) no que diz respeito à CRA, dos produtos "Delicatessen Roll" de carne Normal e PSE de peru, e sugeriu que esse fato poderia estar associado a adição do sal na formulação. A incorporação de 2% de NaCl nos produtos poderia ter reforçado a propriedade de ligação de água dos tratamentos.

A Tabela 20 apresenta os valores da CRA dos produtos MPSA e MPCA. O valor da CRA foi significativamente maior ($p < 0,05$) para a MPCA (77,79%) do que o produto MPSA (60,61%). Comportamento similar tem os produtos elaborados com filés normais (MNSA e MNCA) e mostrado na Tabela 21, onde a CRA foi significativamente maior ($p < 0,05$) para a MNCA (79,42%) do que o produto MNSA (65,90%). Esses resultados estão de acordo com as previsões de que correções no valor do pH devido à adição de TPFS e a incorporação de ingredientes não cárneos poderiam reduzir os prejuízos causados pela carne PSE com conseqüente melhora da capacidade de retenção de água (MOREIRA, 2005; BARBUT et al., 2007).

Tabela 20 – Valores da CRA das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	CRA (%)
MPSA	60,61 ^b ± 5,12
MPCA	77,79 ^a ± 1,62

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=3.

MPSA = Mortadela com filés PSE sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio

Tabela 21 – Valores da CRA das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como Normais sem e com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	CRA (%)
MNSA	65,90 ^b ± 4,00
MNCA	79,42 ^a ± 1,29

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=3.

MNSA = Mortadela com filés Normais sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Woelfel e Sams (2001) e Alvarado e Sams (2003), mostraram que a marinação com sal e fosfato aumentaram a CRA de filés PSE, mas esses ainda apresentaram menores propriedades funcionais do que filés normais.

Em estudo utilizando proteína de soja e carragena em "Delicatesse Roll", Daigle (2005), concluiu que a adição de concentrado protéico de soja diminuiu significativamente as perdas por gotejamento e cozimento dos tratamentos formulados com carne PSE de peito de peru. Resultados semelhantes foram reportados por Schilling et al. (2003, 2004) quando foi adicionado concentrado protéico de soja em carne PSE de suíno.

Zhang e Barbut (2005) compararam o uso de diferentes amidos (normais e modificados de batata e mandioca) em massa de carnes PSE, Normal e a-DFD de frango, e mostraram que a perda no cozimento de PSE foi maior de todos atingindo o valor máximo de 28.0% e que com amidos adicionados na formulação essa perda pode ser reduzida ao mínimo de 5%.

5.2.5 Análise do Perfil de Textura das Mortadelas

A Tabela 22 apresenta o perfil da textura dos produtos MPSA e MNSA, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, quanto aos parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade sugerindo que a incorporação dos ingredientes (CMS, pele e condimentos) diminui a diferença entre os filés pálidos e normais empregados na fabricação das mortadelas.

Tabela 22 – Valores da análise de perfil de textura das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal sem adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Formulações	MPSA	MNSA
Dureza (N)	33,97 ^a ± 5,40	28,13 ^a ± 1,81
Elasticidade	0,85 ^a ± 0,04	0,83 ^a ± 0,04
Coesividade	0,37 ^a ± 0,02	0,40 ^a ± 0,07
Mastigabilidade	10,53 ^a ± 1,29	9,28 ^a ± 2,07

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na linha são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=9.

MPSA = Mortadela com filés PSE sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNSA = Mortadela com filés Normais sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

A Tabela 23 apresenta o perfil da textura dos produtos MPCA e MNCA, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, quanto aos parâmetros de

elasticidade e coesividade. As médias dos valores de dureza e mastigabilidade foram significativamente maiores ($p < 0,05$) para o produto MPCA que para o produto MNCA.

Tabela 23 – Valores da análise de perfil de textura das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Formulações	MPCA	MNCA
Dureza (N)	106,14 ^a ± 8,50	78,17 ^b ± 6,50
Elasticidade	0,87 ^a ± 0,02	0,85 ^a ± 0,04
Coesividade	0,66 ^a ± 0,02	0,54 ^a ± 0,15
Mastigabilidade	61,42 ^a ± 6,41	36,32 ^b ± 12,43

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na linha são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade. n=9.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Hachmeister e Herald (1998) constataram que o amido modificado pode acentuar a firmeza e outras características de texturas em produtos de teor reduzido de gordura (produtos emulsionados de peru adicionados de água), mas isso pode ser observado nas mortadelas onde a FM foi adicionada. E esses pesquisadores ainda reportaram, que amidos modificados de batata, milho e mandioca variaram em sua habilidade de aumentar a firmeza e outras características de textura das massas de peru com reduzido teor de gordura.

Li e Yeh (2002) sugeriram que o grânulo de amido que se intumescce ao absorver água e com o cozimento da emulsão cárnea se gelatiniza, conseqüentemente poderiam enfraquecer a estrutura de rede da proteína, pois os grânulos intumescidos de amido comprimiriam a matriz protéica provocando a perda de umidade do produto (KIM; LEE, 1987).

A Tabela 24 apresenta o perfil da textura dos produtos MPSA e MPCA, e mostra que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no parâmetro de elasticidade. As médias dos valores de dureza, coesividade e mastigabilidade foram significativamente maiores ($p < 0,05$) para a MPCA do que para a MPSA mostrando que a

incorporação da FM, PIS e TPFS além de aumentar a CRA, alteraram a textura das mortadelas, como observado na Tabela 25.

Tabela 24 – Valores da análise de perfil de textura das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE sem e com a adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Formulações	MPSA	MPCA
Dureza (N)	33,97 ^b ± 5,40	106,14 ^a ± 8,50
Elasticidade	0,85 ^a ± 0,04	0,87 ^a ± 0,02
Coesividade	0,37 ^b ± 0,02	0,66 ^a ± 0,02
Mastigabilidade	10,53 ^b ± 1,29	61,42 ^a ± 6,41

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na linha são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade.

n=9.

MPSA = Mortadela com filés PSE sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

A Tabela 25 apresenta o perfil de textura dos produtos MNSA e MNCA. Os parâmetros de elasticidade e coesividade não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras. As médias dos valores de dureza e mastigabilidade foram significativamente maiores ($p < 0,05$) para a MNCA do que para a MNSA, provavelmente pela incorporação de FM, PIS e TPFS, como o discutido anteriormente.

Tabela 25 – Valores da análise de perfil de textura das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como Normal sem e com a adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Formulações	MNSA	MNCA
Dureza (N)	28,13 ^b ± 1,81	78,17 ^a ± 6,50
Elasticidade	0,83 ^a ± 0,04	0,85 ^a ± 0,04
Coesividade	0,40 ^a ± 0,07	0,54 ^a ± 0,15
Mastigabilidade	9,28 ^b ± 2,07	36,32 ^a ± 12,43

^{a,b} Médias seguidas da mesma letra na linha são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade.

n=9.

MNSA = Mortadela com filés Normais sem o uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

5.2.6 Análise Sensorial das Mortadelas

Finalmente, a Tabela 26 apresenta os valores de aceitação sensorial das mortadelas PSE (MPCA) e Normal (MNCA) onde foram empregadas FM, PIS e TPFS. Não houve diferença significativa entre a aceitação das amostras PSE (7,40) e Normal (7,65). Considerando que a média se apresentou acima de 7, portanto aceitos (DUTCOSKY, 2007).

Tabela 26 – Valores da aceitação sensorial das mortadelas obtidas a partir de filés de frango classificados como PSE e Normal com a adição de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

	Aceitação
MPCA	7,40 ^a
MNCA	7,65 ^a

^a Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade.

MPCA = Mortadela com filés PSE e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

MNCA = Mortadela com filés Normais e com uso de fécula de mandioca, proteína isolada de soja e Tripolifosfato de Sódio.

Segundo Moreira (2005), a CRA é um parâmetro físico-químico definido como a capacidade do produto em reter água após a aplicação de forças externas (corte, pressão, moagem) e que no momento da mastigação traduz a sensação de suculência ao consumidor.

Kuo e Chu (2003), demonstraram que mesmo apresentando propriedade funcionais inferiores quando comparadas com o controle, salsichas fabricadas com 50 a 100% de carne PSE de suíno foram de qualidade sensorial aceitável indicando que as propriedades funcionais da carne foram recuperadas pela adição de proteína isolada de soja, sal, Tripolifosfato de sódio.

Finalmente, os resultados da análise sensorial demonstram que a mortadela produzida com filés PSE, apesar de apresentarem qualidades inferiores à do controle (menor CRA e menor estabilidade da emulsão), foram aceitas devido à melhora tecnológica provocada pelo emprego dos aditivos. A consequência desses fatos está nos benefícios não só aos consumidores como também de toda a cadeia produtiva da carne de frango amenizando os eventuais prejuízos decorrentes do surgimento dessas carnes anormais.

6 CONCLUSÃO

Carnes a-DFD não constituem problema tecnológico, enquanto que, PSE de frango tem as suas propriedades funcionais comprometidas, que são melhoradas quando utilizados aditivos, tornando-as viáveis para a fabricação de produtos emulsionados.

REFERÊNCIAS

ABEF - Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frango. **Relatório Anual de 2006**. Disponível em: <[http://www.abef.com.br/Relatorios Anuais.asp](http://www.abef.com.br/Relatorios%20Anuais.asp)>. Acessado em 19/09/2007, às 15:28 h.

ALLEN, C.D.; RUSSELL, S.M.; FLETCHER, D.L. The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.7, 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. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.2, p.361-366, 1998.

ALVARADO, C. Z.; SAMS, A. R. Injection marination strategies for remediation of pale, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 82, p. 1332-1336, 2003.

BARBUT, S.; DRAPER, H.; HADLEY, M. Lipid oxidation in chicken nuggets by meat type, phosphate, and packaging. **Journal of Food Protection**. v. 52, p. 55-59, 1989.

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

BARBUT, S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 38, n.1, p.355-358, 1997.

BARBUT, S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v.9, n.1, p.35-49, 1998.

BARBUT, S.; ZHANG, L.; MARCONE, M. Effects of Pale, Normal, and Dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking of marinated fillets. **Poultry Science**, v. 84, p. 797-802, 2005.

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

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

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

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

BIHAN-DUVAL, E.Le, BERRI, C., BAÉZA, E., SANTÉ, V., ASTRUC, T., RÉMIGNON, H., POTTIER, G. Le, BENTLEY, J., BEAUMONT, C., FERNANDEZ, X. Genetic parameters of meat technological quality traits in a grand-parental commercial line of turkey. **Genetics Selection Evolution**, Jouy- en-Josas, v. 35, p. 623-635, 2003.

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

BOULIANNE, M.; KING, A.J. Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark-colored broiler chicken carcasses. **Journal of Food Science**, Chicago, v.63, n.3, p.759-762, 1998.

BOWERS, J.A.; ENGLER, P.P. Freshly cooked, frozen, and reheated beef and beef-soy Patties. **Journal of Food Science**, v. 40, p.624-625, 1975.

BRASIL, Portaria n° 29 de 13/01/98, publicada no DOU de 15/01/98. **Regulamento Técnico para fixação de Identidade e Qualidade de alimentos para fins especiais**. Ministério da Saúde, Brasil, 1998.

BRASIL, Instrução Normativa n° 04 de 31/03/00, publicada no DOU de 05/04/00. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela**. Ministério da Agricultura e Abastecimento, Brasil, 2000.

BRESSAN, M. C. **Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, São Paulo.

CAVITT, L. C.; OWENS, C. M. Marination of PSE broiler meat using non-meat binders. **Poultry Science**, v. 80(Suppl. 1), p. 137-138, 2001.

CHEAH, K.S.; CHEAH, A.M. Mitochondrial calcium transport and calcium-activated phospholipase in porcine malignant hyperthermia. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v.634, p.70-84, 1981a.

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

CHEAH, K.S.; CHEAH, A.M.; WARING, J.C. Phospholipase A₂ activity, calmodulin, Ca²⁺ and meat quality in young and adult halothane-sensitive and halothane-insensitive british landrace pigs. **Meat Science**, Barking, v.17, n.1, p.37-53, 1986.

CHEAH, K.S.; CHEAH, A.M.; KRAUSGRILL, D.I. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. **Meat Science**, Barking, v.39, n.2, p.255-264, 1995.

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. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.32, n.5, p.997-1004, 1991.

CIVILLE, G. V., SZCZESNIAK, L. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v. 4, p. 204-223, 1973.

CLAUS, J. R.; HUNT, M. C. Low-fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, v. 56, p. 643-648, 1991.

DAIGLE, S. P. **PSE Poultry Breast Enhancement through the Utilization of Poultry Collagen, Soy Protein, and Carrageenan in a Chunked and Formed Deli Roll**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia.

DIRINCK, P., WINNE, A. De, CASTEELS, M., FRIGG, M. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, Columbus, v. 44, p. 65-68, 1996.

DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A.A. relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, Champaign, v.78, n.5, p. 743-746, 1999.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Champagnat, 2^a ed. rev. e ampl. Curitiba, 2007.

ELLIOTT, R. P.; STRAKA, R. P.; GARIBALDI, J. A. Polyphosphate inhibition of growth of pseudomonads from poultry meat. **Applied Microbiology**, v. 12, p.517-522, 1964.

FARIA, I.G., FERREIRA, J.M., GARCIA, S.K. Mercado consumidor de carne suína e derivados em Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol. 58, no.2, p. 251-256, 2006.

FARR, A. J.; MAY, K. N. The effect of polyphosphates and sodium chloride on cooking yields and oxidative stability of chicken. **Poultry Science**. Champaign, v. 49, p. 268-275, 1970.

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

FERNANDEZ, X., BIHAN-DUVAL, E.Le, BERRI, C., BAÉZA, E., SANTÉ, V., ASTRUC, T., RÉMIGNON, H., POTTIER, G. Le, BABILE, R. Effects of the rate of muscle *post mortem* pH fall on the technological quality of turkey meat. **British Poultry Science**, Roslin, v. 43, p. 245-252, 2002.

FIELD, R. A. Mechanically separated meat, poultry and fisch. In: PEARSON, A. M; DUTSON, T. R. In: **Edible meat by-products: advances in meat research**. London: Elsevier Applied Science, 1988.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. **Poultry Science**, 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. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.5, p.784-788, 2000.

FORREST, J. C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; MERKEL, R. A. Fundamentos de Ciência de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza, Espanha, 1979.

FRANZINI-ARMSTRONG, C.; PROTASI, F. Ryanodine receptors of striated muscles: a complex channel capable of multiple interactions. **Physiology Review**, Baltimore, v. 77, n. 3, p.699-729, 1997.

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. **Poultry Science**, Champaign, v.57, n.3, p.630-633, 1978.

FRONING, G. W.; SACKETT, B. Effect of salt and phosphates during tumbling of turkey breast muscle on meat characteristics. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 1328-1333, 1985.

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

FULMER, R.W. Soy protein processing and utilization. In: **Practical handbook of soybean processing and utilization**. Ed. Erickson, D.R. Cap. 9, p. 117-161. American Oil Chemists' Society. Champaign, Illinois, 1995.

GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, jan./fev. 2006.

GIANNINI, G.; CONTI, A.; MAMMARELLA, S.; SCROBOGNA, M.; SORRENTINO, V. The ryanodine receptor/calcium channel genes are widely and differentially expressed in murine brain and peripheral tissues. **Journal of Cell Biological**, New York, v.128, p.893-904, 1995.

GUANIERI, P.D., OLIVO, R., SOARES, A.L., LARA, J.A.F., IDA, E.I., SHIMOKOMAKI, M. Bem Estar Animal e Qualidade da Carne. Uma Exigência dos Consumidores. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, Ano XXVI, n.301, p.36-44, 2002.

HACHMEISTER, K. A.; HERALD, T. J. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters. **Poultry Science**, v. 77, p. 632-638, 1998.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, Cleveland, v.10, n.2, p. 335-443, 1960.

HANNA. **Consumo de mortadela**, 2007. Disponível em:
<<http://www.hannabrasil.com/noticias/consumo-de-mortadela.htm>>. Acessado em 28/03/2008, às 17:28 h.

HERMANSSON, A.M. Soy protein gelation. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.63, p. 658-666, 1986.

HOUDE, A.; POMMIER, S A.; ROY, R. Detection of the ryanodine receptor mutation associated with malignant hyperthermia in purebred swine populations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 4, p. 1414-1419, 1993.

HUANG, C.Y.; MIKEL, W.B.; JONES, W.R. Carrageenan influences on the characteristics of restructured normal and pale, soft and exudative hams. **Journal of Muscle Foods**, v. 8, p.85-93, 1997.

JENSEN C, LAURIDSEN C, BERTELSEN G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, v. 9, p. 62-72, 1998.

JUDGE, M. D.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R. A. *in: Principles of Meat Science*. Kendall E. D. Hunt Publishing, Dubuque, IA, p. 127, 1989.

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

KANNAN, G.; HEATH, J. L.; WABECK, C. J.; OWENS, S.L.; MENCH, J.A. Elevated plasma corticosterone concentrations influence the onset of *rigor mortis* and meat color in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n.2, p.322-328, 1998.

KIJOWSKI, J.; NIEWIAROWICZ, A. Emulsifying properties of proteins and meat from broiler breast muscles as affected by their initial pH values. **Journal of Food Technology**, Dorking, v.13, n.5, p.451-459, 1978.

KIJOWSKI, J.; NIEWIAROWICZ, A.; KUJAWSKA-BIERNAT, B. Biochemical and technological characteristics of hot chicken meat. **Journal of Food Technology**, Dorking, v.17, p.553-560, 1982.

KILLDAY, K.B.; TEMPESTA, M.S.; BAILEY, M.E.; METRAL, C.J. Structural characterization of nitrosylhemochromogen of cooked cured meat: implications in the meat-curing reaction. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 36, p. 909-914, 1988.

KIM, J. M.; LEE, C. M. Effect of starch on textural properties of surimi gel. **Journal of Food Science**, v. 52, p. 722-725, 1987.

KOMIYAMA, C. M. **Caracterização e ocorrência de carne pálida e seu efeito na elaboração de produtos industrializados**. 2006. Dissertação (Mestrado em produção animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual Paulista. Botucatu.

KUO, C. C.; CHU, C. Y. Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. **Meat Science**, v. 64, p. 441-449, 2003.

LANGER, R.; ROSSI, A.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. Estresse durante o transporte de frangos e qualidade da sua carne. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 30, n. 359, p. 20-25, 2007.

LARA, J.A.F., SOARES, A.L., IDA, E.I., OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) em Suínos e Aves. Uma Abordagem Comparativa. **Boletim da SBCTA**, v.37, p. 36-39, 2003.

LAUCK, R.M. The functionality of binders in meat emulsions. **Journal of Food Science**, v.52, p. 545-548, 1975.

LAWRIE, R. A. **Meat Science**. New York: Pergamon, 293p. 1991.

LEMONS, A. L. S. C.; NUNES, D. R. M.; VIANA, A. G. Optimization of the still-marinating process of chicken parts. **Meat Science**. v. 52, p. 227-234, 1999.

LI, J. Y.; YEH, A. I. Functions of starch in formation of starch/meat composite during heating. **Journal of Texture Studies**, v.33, p. 341-366, 2002.

MACLENNAN, D.H.; PHILLIPS, M.S. Malignant hyperthermia. **Science**, Washington, v.256, p.789-794, 1992.

MARTENS, H.; STABURSVIK, E.; MARTENS, M. Texture and colour changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. **Journal of Texture Studies**, v. 13, p. 291-309, 1982.

MARTINELLI, O., SOUZA, J.M. **Relatório Setorial - Final**, 2005. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial_final>. Acessado em 17/07/2006.

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. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, 209:361, 1996. (Abstr.)

MALLIA, J.G.; BARBUT, S.; VAILLANCOURT, J-P.; MARTIN, S.W.; McEWEN, S.A. Roaster breast meat condemned for cyanosis: a dark firm dry-like condition?. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.6, p.908-912, 2000a.

MALLIA, J.G.; BARBUT, S.; VAILLANCOURT, J-P.; MARTIN, S.W.; McEWEN, S.A. A dark, firm, dry-like condition in breast meat of roaster chickens condemned for ascites, valgus-varus deformity and emaciation. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.80, n.1, p.45-49, 2000b.

MALLIA, J.G, VAILLANCOURT, J-P., MARTIN, S.W., AND MCEWEN, S.A. Risk factors for abattoir condensation of turkey carcasses due to cyanosis in Southern Ontario. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.6, p.831-837, 2000c.

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

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

McKEE, S. R.; SAMS, A. R. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exsudative turkey meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 11, p. 1616-1620, 1997.

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

McKEE, S.R.; HARGIS, B.M.; SAMS, A.R. Pale, soft and exsudative meat in turkeys treated with succinylcholine. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.2, p.356-360, 1998.

MICKELSON, J.R.; LOUIS, C.F. Malignant hyperthermia: excitation-contraction coupling, Ca^{2+} release channel, and cell Ca^{2+} regulation defects. **Physiology Review**, Baltimore, v.76, n.2, p.537-592, 1996.

MOREIRA, J. Causas da Ocorrência de carne PSE em Frangos de Corte e como Controlá-las. In: Gessuli Agribusiness. (Org.). **IV Seminário Internacional de Aves e Suínos – AVESUI 2005**. Porto Feliz/SP: Gessulli Agribusiness, 2005.

MOTZER, E. A.; CARPENTER, J. A.; REYNOLDS, A. E.; LYON, C. E. Quality of restructured hams manufactured with PSE pork as affected by water binders. **Journal of Food Science**. v. 63, p. 1007-1011, 1998.

NACHBAUR, J.; COLBEAU, A.; VIGNAIS, P.M. Distribution of membrane-confined phospholipase A in the rat hepatocyte. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v.274, p.426-446, 1972.

NOWSAD, A. A.; KANO, S.; NIWA, E. Thermal gelation properties of spent hen mince and surimi. **Poultry Science**, v. 79, p.117-125, 2000.

OBA, A.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. A evolução da seleção genética do frango e as anomalias que afetam a produção das carnes. **Aveworld**, Paulínia, ano 4, n. 22, p. 48-51, 2006.

ODA, S.H.I., SCHNEIDER, J., SOARES, A.L., BARBOSA, D.M.L., IDA, E.I., OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Detecção de Cor em Filés de Peito de Frango. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.28, n.321, p.30-34, 2003.

OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding in meat. Part 1: General principles and water uptake in meat processing. In: LAWRIE, R. A. **Developments in meat science**. London : Elsevier, p. 63-171. 1988.

OLIVO, R.; BETANHO, C.; DAGLI, M. L. Z.; SHIMOKOMAKI, M. Como as fibras de colágeno estabilizam uma emulsão cárnea. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, Abril, n.230, p. 20-24, 1996.

OLIVO, R. **Carne PSE em frangos**. 1999. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

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

OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam as características das matérias-primas e suas implicações tecnológicas. In: Shimokomaki, M., Olivo, R., Terra, N. N, Franco, B. D. G. de M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. Varela, São Paulo, 2006.

OWENS, C.M.; HIRSCHLER, E.M.; McKEE, S.R.; MARTINEZ-DAWSON, R.; SAMS, A.R. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.4, p.553-558, 2000.

OWENS, C.M.; SAMS, A.R. The influence of transportation on turkey meat quality. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.7, p.1204-1207, 2000.

PARK, G. B.; MOON, S.S.; KO, Y.D.; HA, J.K.; LEE, J.G.; CHANG, H.H.; JOO, S.T. Influence of slaughter yield and quality grades of Hanwoo (Korean native cattle) carcasses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, p.129-136, 2002.

PEARSON, A.M.; GILLETT, T.A. In: **Processed Meats**. 3^a ed., Cap. 11, p. 291-310, Chapman and Hall, New York, 1996.

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

QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; NORTHCUTT, J.K.; SMITH, D.P. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n.3, p.422-427, 2002.

RAKOWSKY, J. Jr. Soy grits, flours, concentrates, and isolates in meat products. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 51, p. 123-127, 1974.

SAMS, A. R. Meat Quality during processing. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p.798-803, 1999a.

SAMS, A. R. Looking for solutions pale meat, poor yield. **Broiler Industry**, v. 62(11), p. 26-30, 1999b.

SCHILLING, M.W.; MINK, L.E.; GOCHENOUR, P.S.; MARRIOTT, N.G.; ALVARADO, C.Z. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. **Meat Science**, v. 65, p. 547-553, 2003.

SCHILLING, M.W.; MARRIOTT, N.G.; ACTON, J.C.; ANDERSON-COOK, C.; ALVARADO, C.Z; WANG, H. Utilization of response surface modeling to evaluate the effects of non-meat adjuncts and combinations of PSE and RFN pork on water holding capacity and cooked color in the production of boneless cured pork. **Meat Science**, v. 66(2), p.371-381, 2004.

SCHNEIDER, J. P. **Carne DFD em frangos**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHNEIDER, J. P.; ODA, S. H. I.; GUARNIERI, P.D.; OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Carne DFD em frangos. In: Shimokomaki, M., Olivo, R., Terra, N. N, Franco, B. D. G. de M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. Varela, São Paulo, 2006.

SCHWEIGER, R.G. Soy protein concentrates and isolates in comminuted meat systems. *Journal of the American Oil Chemists Society*, v. 51, p. 192A-194A, 1974.

SHULTS, G. W.; WIERBICKI, E.. Effects of sodium chloride and condensed phosphates on the water-holding capacity, pH and swelling of chicken muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 38, p. 991-994, 1973.

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

SILVA, A. T.; MORENO, I.; VAN DENDER, A. G. F.; VIALTA, A. Proteínas do leite: Propriedades funcionais X Características químicas. **Revista Food Ingredients**, São Paulo, n.21, p. 54-59, 2002.

SOARES, A.L., LARA, J.A.F., IDA, E.I., GUARNIERI, P.D., OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Variation in the colour of Brazilian Broiler Breast Fillet. **Proceedings International Congress of Meat Science Technology**, Roma, v.48, n.2, p. 540-541, 2002.

SOARES, A. L., **PSE (Pale, Soft, Exudative) EM FRANGOS: IMPLEMENTAÇÃO DE PARÂMETRO DE COR E AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA E ESTRUTURAL DO FILÉ (Pectoralis major)**. 2003. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Estadual de Londrina, Paraná.

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, 2003. **IFT annual Meeting Book of Abstracts**, Chicago, p.201, 2003a.

SOARES, A.L., IDA, E. I., MIYAMOTO, S., HERNÁNDEZ-BLAZQUEZ, F. J., OLIVO, R., PINHEIRO, J. W., SHIMOKOMAKI, M. Phospholipase A2 activity in poultry *PSE*, pale, soft, exudative meat. **Journal Food Biochemistry**, v.27, n.4, p. 309-319, 2003b.

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

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

SOUZA, H. B. A. de Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. **V Seminário Internacional de Aves e suínos - AveSui 2006**. Florianópolis, SC, 2005.

SUTKO, J. L.; AIREY, J. A. Ryanodine receptor Ca^{2+} release channels: does diversity in form equal diversity in function. **Physiology Review**, Baltimore, v.76, n. 4, p. 1027-1071, 1996.

SWATLAND, H.J. Explaining the P in PSE. **Meat Focus International**, Wallingford, v.2, p.362-367, 1993.

TANKSON, J. D.; VIZZIER-THAXTON, Y.; THAXTON, J. P.; MAY, J. D.; CAMERON, J. A. Stress and nutritional quality of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 10, p.1384-1389, 2001.

TERRA, N. N. A soja na indústria da carne. **Revista Nacional da Carne**, n. 174, p. 46-47, 1991.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**, São Leopoldo: Ed. UNISINOS, p.130, 1998.

TOWNSEND, W.E.; OLSON, D.G. Cured meats and cured meat product processing. In: Price J.F.; Schwegert B.S. **The Science of Meat and Meat Products**. 3rd edn. Food and Nutrition Press, Westport, C.T., pp. 431-456, 1987.

TRINDADE, M.A.; CONTRERAS, C.J.C.; FELÍCIO, P.E. de . Mortadella sausage formulations with partial and total replacement of beef and pork backfat with mechanically separated meat from spent layer hens. **Journal of Food Science**, v.70, p.S236-S241, 2005.

VRIES, A.G.; FAUCITANO, L.; SOSNICKI, A.; PLASTOW, G.S. The use of gene technology for optimal development of pork meta quality. **Food Chemistry**, Barking, v.69, n.4, p. 397-405, 2000.

WANG, L. J.; BYREM, T. M.; ZAROSLEY, J.; BOOREN, A. M.; STRASBURG, G. M. Skeletal muscle calcium channel ryanodine binding activity in genetically unimproved and commercial turkey populations. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 6, p. 792-797, 1999.

WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; CABRAL, L. C. Solubilidade de nitrogênio, dispersibilidade de proteína e propriedades emulsificantes dos extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, Campinas, Abr./2000.

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

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

WOELFEL, R. L.; SAMS, A. R. Marination performance of pale broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 80, p. 1519-1522, 2001.

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

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

WONG, D. W. S. Additives. In: **Mechanism and Theory in Food Chemistry**. Van Nostrand Reinhold, New York. p. 314-349, 1989.

YANG, A.; TROUNT, G. R.; SHAY, B. J. Evaluation of carrageenan, isolated soy protein and a modified starch in low-fat frankfurters. **41st Annual International Congress of Meat Science and Technology**. International Meat Science Association, San Antonio, TX, p. 435-436, 1995.

YOUNG, L. L.; LYON, B. G. Effect of sodium tripolyphosphate in the presence and absence of calcium chloride and sodium chloride on water retention properties and shear resistance of chicken breast meat. **Poultry Science**. v. 65, p. 898-902, 1986.

ZHANG, L.; BARBUT, S. Effect of regular and modified starches on cooked PSE, normal and DFD chicken breast meat batters. **Poultry Science**, v. 84, p. 789-796, 2005.

ZHU, L.G.; BREWER M.S. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. **Journal of Food Science**, v. 63(5), p. 763-767, 1998.

ANEXO

Anexo A – Ficha escala hedônica de 9 pontos utilizada na avaliação sensorial das Mortadelas de frango.

NOME: _____ DATA: ____ / ____ / ____

Você está recebendo duas amostras de **Mortadela de frango**. Por favor, avalie a aparência, prove e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou.

- 9- gostei muitíssimo
- 8- gostei muito
- 7- gostei regularmente
- 6- gostei ligeiramente
- 5- nem gostei/nem desgostei
- 4- desgostei ligeiramente
- 3- desgostei regularmente
- 2- desgostei muito
- 1- desgostei muitíssimo

Nº da amostra	Valor

Comentários:
