

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**

MICHEL TAVARES QUINTEIRO MILCENT ASSIS

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FILÉS DE PEITO DE FRANGO
ADICIONADOS DE SAL, TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO E PROTEÍNA
ISOLADA DE SOJA**

FLORIANÓPOLIS

2009

MICHEL TAVARES QUINTEIRO MILCENT ASSIS

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FILÉS DE PEITO DE FRANGO
ADICIONADOS DE SAL, TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO E PROTEÍNA
ISOLADA DE SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Damian

FLORIANÓPOLIS

2009

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FILÉS DE PEITO DE FRANGO ADICIONADOS DE SAL,
TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO E PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA**

Por

Michel Tavares Quinteiro Milcent Assis

Dissertação aprovada como requisito final para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, pela Comissão formada por:

Presidente:

Prof. Dr. Cesar Damian (UFSC)

Membro:

Prof. Dr. Milton Luiz Pinho Espírito Santo (UFRG)

Membro:

Prof. Dr. Pedro Luiz Manique Barreto (UFSC)

Membro:

Profª. Dra. Alicia de Francisco (UFSC)

Coordenadora:

Profª. Dra. Renata Dias de Mello Castanho Amboni

Florianópolis, 27 de agosto de 2009.

Dedico esta dissertação:
Ao meu pai, Paulo (*in memoriam*);
à minha mãe, Angela;
ao meu irmão, Marcel;
à minha noiva, Monique.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador, Pof. Dr. César Damian, pela motivação e confiança depositadas a mim e pelas orientações fornecidas com profissionalismo e sensibilidade.

À minha família, pelo apoio incontestável em todos os meus sonhos e em tudo o que realizo.

À minha noiva, Monique, simplesmente por fazer parte da minha vida.

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por ter apoiado o presente trabalho.

Ao amigo Iran Quint Souza e à equipe da Tyson do Brasil, por permitir a realização dos experimentos nas suas instalações.

A Gisele Olivo, Patrícia, Renata e toda a equipe do Núcleo de Físico-Química do LABCAL/UFSC, por terem participado intensivamente do trabalho e me apoiado de forma inquestionável.

Ao amigo Jeffe e à Cony, por terem me auxiliado na análise estatística dos resultados da pesquisa.

Aos grandes amigos Heitor Daguer e João Nacif, pelas orientações prestadas à minha pesquisa.

À Professora Ana Carolina, às amigas Kenia e Diana e à equipe do Laboratório de Biologia Molecular do CCA/UFSC.

“O erro acontece de vários modos, enquanto ser correto é possível apenas de um modo.”

(Aristóteles)

ASSIS, Michel Tavares Quinteiro Milcent. **Avaliação físico-química de filés de peito de frango adicionados de sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja.** 2009. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, UFSC, Florianópolis.

RESUMO

Filés de peito de frango foram adicionados de salmouras contendo proteína isolada de soja (PIS), tripolifosfato de sódio (TPS) e sal (NaCl), com o objetivo de avaliar as características físico-químicas das carnes. Em cada um dos oito tratamentos realizados, trinta filés passaram por injeção em máquina múltiplo-injetora e posterior tumbamento, onde foram adicionadas salmouras com proporções de 4 % ou 8 % de PIS e 5 % ou 10 % de uma mistura contendo 65 % de TPS e 35 % de sal. Foram feitas avaliações gravimétricas para obtenção do percentual de absorção de salmoura pelos cortes e, após o congelamento e armazenamento dos cortes, realizou-se análises físico-químicas de pH, umidade, proteína, gordura, cinzas, sódio e fosfato. Para a avaliação estatística dos resultados, foi realizada a análise de variância (ANOVA) complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey. Os dados de absorção média nos oito tratamentos variaram de 6,70 % a 9,24 %. Quanto às análises físico-químicas, realizadas em um conjunto de cinco filés escolhidos aleatoriamente, as amostras apresentaram resultados de pH que variaram de 5,96 a 6,28; umidade de 75,64 g/100g a 77,34 g/100g, proteína de 20,55 g/100g a 21,68 g/100g e relação umidade/proteína (RUP) de 3,49 a 3,75; gordura de 0,69 g/100g a 1,47 g/100g; cinzas de 0,99 g/100g a 1,67 g/100g; sódio de 62,40 mg/100g a 395,08 mg/100g; e fosfato de 494,64 mg/100g e 730,31 mg/100g. Os dados gravimétricos não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. As análises de umidade, proteína, RUP e gordura, apesar de fornecerem resultados diferentes significativamente ($p < 0,05$), não demonstraram a influência do tipo de salmoura adicionada. Os valores de cinzas, sódio e fosfato apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) e mostraram correlação com o tipo de salmoura adicionada. Estas três últimas análises foram capazes de fornecer indícios de fraude por adição ilegal dos tipos de salmouras utilizadas no presente estudo.

Palavras-chave. Frango, salmoura, físico-química, proteína isolada de soja, tripolifosfato de sódio.

ASSIS, Michel Tavares Quinteiro Milcent. **Physicochemical evaluation of chicken breast fillets brined with salt, sodium tripolyphosphate and soy protein isolate.** 2009. 75 p. Dissertation (MSc in Food Science) - Post-Graduate Program in Food Science, UFSC, Florianópolis.

ABSTRACT

Fillet of chicken breast were added to brine containing different percentages of soy protein isolate (SPI), sodium tripolyphosphate (STPP) and salt (NaCl). The samples were used to evaluate the physicochemical characteristics of meat. In each one of the eight treatments, thirty fillets were injected with a multiple needle injection machine and than were tumbled, using brines containing 4 % or 8 % of SPI and 5 % or 10 % of a mixture with 65 % of STPP and 35 % of salt. The cuts assessments were made in order to obtain the percentage brine absorption by the cuts. After freezing and storage, physicochemical analysis of pH, moisture, protein, fat, ash, sodium and phosphate had been also evaluated. For statistical evaluation of the results the analysis of variance (ANOVA) was performed in complement to the Tukey range test. The data of average absorption in eight treatments ranged from 6.70 % to 9.24 %. A pool of five randomly chosen fillets was conducted for physical and chemical analysis. The results of the samples showed that pH ranged from 5.96 to 6.28; moisture of 75.64 g/100g to 77.34 g/100g, protein of 20, 55 g/100g to 21.68 g/100g and relative moisture / protein from 3.49 to 3.75; fat of 0.69 g/100g to 1.47 g/100g; ash content from 0.99 g/100g to 1.67 g/100g; sodium from 62.40 mg/100g to 395.08 mg/100g; and phosphate of 494.64 mg/100g to 730.31 mg/100g. The gravimetric data showed no significant difference. The analysis of moisture, protein, and fat did not appear to be influenced by the type of brine added, although the results were significantly different ($p < 0.05$). The values of ash, sodium and phosphate were significant difference ($p < 0.05$) and showed correlation with the type of brine added. These last three evaluations were able to provide evidence of fraud by illegal addition of the types of brine used in this study.

Keywords. Chicken, brine, physicochemical, soy protein isolate, sodium tripolyphosphate.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| Lista de Figuras | 11 |
| Lista de Quadros | 11 |
| Lista de Tabelas | 12 |
| Lista de Abreviaturas e Siglas | 13 |
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 17 |
| 2.1 Estrutura e composição do tecido muscular | 17 |
| 2.2 Capacidade de retenção de água pela carne | 19 |
| 2.3 Marinação de carnes | 20 |
| 2.4 Efeitos da adição do sal em carnes | 23 |
| 2.5 Efeitos da adição da proteína de soja em carnes | 23 |
| 2.6 Efeitos dos polifosfatos em carnes | 25 |
| 2.7 Legislação dos produtos de origem animal e as fraudes | 27 |
| 3 OBJETIVOS | 30 |
| 3.1 Objetivo geral | 30 |
| 3.2 Objetivos específicos | 30 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 31 |
| 4.1 Material | 31 |
| 4.1.1 Carnes | 31 |
| 4.1.2 Proteína não cárnea | 32 |
| 4.1.3 Sal e fosfato | 32 |
| 4.1.4 Amostragem | 32 |
| 4.2 Métodos | 33 |
| 4.2.1 Adição de proteínas e estabilizantes às carnes | 33 |
| 4.2.2 Frigorificação dos cortes | 36 |
| 4.2.3 Pesagem dos filés de peito | 37 |
| 4.2.4 Aferição das temperaturas | 37 |
| 4.2.5 Análises físico-químicas | 38 |
| 4.2.5.1. Análise de pH | 38 |
| 4.2.5.2. Umidade | 38 |
| 4.2.5.3. Proteína total | 38 |
| 4.2.5.4. Relação umidade/proteína | 39 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 4.2.5.5. Gordura total | 39 |
| 4.2.5.6 Resíduo mineral fixo | 39 |
| 4.2.5.7. Sódio | 39 |
| 4.2.5.8. Fosfato total | 40 |
| 4.2.6 Métodos estatísticos | 40 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 5.1 Gravimetria | 41 |
| 5.2 Determinação do ph | 43 |
| 5.3 Umidade e proteína | 45 |
| 5.4 Gordura total | 47 |
| 5.5 Resíduo mineral fixo | 48 |
| 5.6 Sódio | 50 |
| 5.7 Fosfato total | 51 |
| 6 CONCLUSÕES | 54 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. | 55 |
| 8 APÊNDICE 1 | 64 |
| 9 APÊNDICE 2 | 72 |

LISTAS DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| Figura 1. Estrutura dos fosfatos utilizados em produtos cárneos | 26 |
| Figura 2. Filés de peito de frango identificados com lacres individuais antes da injeção e tambleamento | 32 |
| Figura 3. Máquina múltiplo-injetora de salmoura utilizada no trabalho | 34 |
| Figura 4. Tumbler utilizado nos experimentos | 35 |
| Figura 5. Gráfico representando os resultados de cinzas nos oito tratamentos realizados | 49 |
| Figura 6. Gráfico representando os resultados de sódio nos oito tratamentos realizados | 51 |
| Figura 7. Gráfico representando os resultados de fosfato nos oito tratamentos realizados | 53 |

LISTAS DE QUADROS

| | |
|---|-----------|
| Quadro 1. Produção e exportação da carne de frango brasileira | 14 |
| Quadro 2. Percentuais médios da composição centesimal da carne branca de frango crua | 18 |
| Quadro 3. Número de experimentos que foram realizados com as respectivas proporções de proteína isolada de soja, sal e tripolifosfato de sódio | 33 |
| Quadro 4. Dia e ordem dos experimentos realizados | 36 |
| Quadro 5. Fluxograma de produção dos filés de peito de frango marinado e congelado | 37 |

LISTAS DE TABELAS

| | |
|---|-----------|
| Tabela 1. Percentual de absorção, desvio padrão e variância dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos | 41 |
| Tabela 2. Resultados de pH das salmouras utilizadas para injeção dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos | 43 |
| Tabela 3. Resultados de umidade, proteína e relação umidade/proteína dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos | 45 |
| Tabela 4. Resultados das análises de gordura dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos | 47 |
| Tabela 5. Resultados de resíduo mineral fixo dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos | 48 |
| Tabela 6. Resultados das análises de sódio dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos | 50 |
| Tabela 7. Resultados de fosfato total obtidos nas análises dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos | 52 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ABEF | Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frango |
| ADP | Difosfato de Adenosina |
| AOAC | Association of Official Analytical Chemists |
| ATP | Trifosfato de Adenosina |
| CE | Capacidade de Emulsificação |
| CG | Capacidade de Geleificação |
| CRA | Capacidade de Retenção de Água |
| EUA | Estados Unidos da América |
| IAL | Instituto Adolfo Lutz |
| LABCAL | Laboratório do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos |
| MAPA | Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento |
| PA | Pró-Análise |
| PIS | Proteína Isolada de Soja |
| PSE | <i>Pale, Soft and Exsudative</i> |
| PTS | Proteína Texturizada de Soja |
| RBC | Rede Brasileira de Calibração |
| RIISPOA | Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal |
| RPM | Rotações Por Minuto |
| SIF | Serviço de Inspeção Federal |
| TPS | Tipolifosfato de Sódio |
| UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina |
| USDA | <i>United States Department of Agriculture</i> |

1 INTRODUÇÃO

Os maiores produtores de carne do mundo são China, Estados Unidos da América e Brasil, em ordem decrescente. Com relação à carne de frango, os EUA ficam na frente da China, mas o Brasil se mantém em terceiro, com uma produção, em 2008, de 10.895.000 de toneladas. Quanto às exportações de carne de frango, o nosso país se mantém em primeiro lugar, alcançando um volume de 3.870.000 toneladas no ano de 2008. Santa Catarina é o maior exportador nacional e as unidades industriais presentes neste Estado contribuem com 28,4% de toda a carne de frango exportada pelo Brasil. O crescimento da produção e exportação de carne de frango no Brasil vem acontecendo de forma surpreendente nos últimos dez anos, conforme demonstrado na tabela abaixo.

Quadro 1. Produção e exportação da carne de frango brasileira.

| PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CARNE DE FRANGO (ton) | | | |
|--|-----------------|------------|------------|
| Ano | Mercado Interno | Exportação | Total |
| 1999 | 4.755.492 | 770.551 | 5.526.044 |
| 2000 | 5.069.777 | 906.746 | 5.976.523 |
| 2001 | 5.486.408 | 1.249.288 | 6.735.696 |
| 2002 | 5.917.000 | 1.599.923 | 7.516.923 |
| 2003 | 5.920.908 | 1.922.042 | 7.842.950 |
| 2004 | 6.069.334 | 2.424.520 | 8.493.854 |
| 2005 | 6.535.185 | 2.761.966 | 9.297.151 |
| 2006 | 6.622.587 | 2.712.959 | 9.335.546 |
| 2007 | 6.959.225 | 3.286.775 | 10.246.000 |
| 2008 | 7.025.000 | 3.870.000 | 10.895.000 |

Fonte: ABEF (2009).

O aumento do consumo de carne de frango no mundo é garantido, principalmente porque essa carne não sofre restrições religiosas ou culturais em nenhum país do globo. No Brasil o consumo da carne de frango também é crescente, pois é a carne mais produzida e consumida e, a partir do ano de 2007, o

consumo nacional de carne de frango superou o de carne bovina, alcançando o valor de 37,8Kg *per capita*.

O crescimento na produção e consumo da carne de aves é acompanhado por uma maior diversificação de produtos, com maior elaboração de itens de conveniência, praticidade e valor agregado, em detrimento da comercialização de carcaças inteiras. Esta tendência dá-se em razão da mudança de hábitos da população, pois a praticidade, conveniência, qualidade nutritiva e segurança alimentar, com preços acessíveis, são condições básicas para os negócios na área da alimentação (OLIVO, 2006).

Porém, em alguns casos, o lucro dos produtores se sobrepõe à qualidade dos produtos de forma que alguns fabricantes, pouco preocupados com a preservação dos interesses dos consumidores, realizam adulterações com o objetivo de melhorar o lucro da produção.

A fraude mais comum consiste na absorção excessiva de água durante o processo de resfriamento das carcaças, realizado através da imersão das mesmas em água gelada. Durante esse resfriamento, as carcaças são hidratadas e devem obedecer o limite de absorção de água, no método do controle interno, de 8% do peso da carcaça, e no método do gotejamento (*dripping test*) de 6%, como preconiza a Portaria SDA/MAPA nº 210 de 10 de novembro de 1998.

Não obstante a isso, algumas indústrias vêm praticando adição ilegal de líquido em cortes e carcaças de frango, adicionado principalmente de proteínas não cárneas e polifosfatos, o que caracteriza fraude intencional contra o consumidor e vem a infringir as normas vigentes em nosso país, em especial o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA.

A adição de proteínas não cárneas e polifosfatos pode sim ser considerada uma alternativa tecnológica para melhorar a qualidade sensorial da carne de frango, principalmente no que diz respeito à textura e suculência. Porém, a presença destes ingredientes adicionais deve ser informada aos consumidores de forma ostensiva e nunca ser omitida.

A tecnologia de extensão cárnea visa principalmente o aumento da capacidade de retenção de água da carne (CRA), sendo as proteínas de soja e os concentrados protéicos de soro de leite as substâncias mais empregadas com essa finalidade (AGUIRRE, 1999). Estas proteínas apresentam ação funcional, ou seja, intensificam a capacidade de retenção da umidade intermediária e da umidade livre

da carne, retendo uma maior porcentagem de umidade total. Além de incrementar a retenção da umidade natural, elas possibilitam a adição extra de umidade. Ainda com o objetivo de se aumentar a CRA da carne, podem ser adicionados estabilizantes (polifosfatos), fazendo com que os produtos resultem mais macios e suculentos para o consumidor (VELAZCO, 1999).

A adição fraudulenta de proteínas não cárneas e estabilizantes em cortes de frango, para sua posterior comercialização na forma *in natura*, infelizmente tem sido uma prática freqüente nos estabelecimentos brasileiros. O processo de injeção de proteínas não cárneas em carnes *in natura* consiste no preparo de uma solução protéica adicionada de estabilizantes e na aplicação desta solução nas carnes através de uma máquina injetora de salmoura, equipamento este que possui um jogo de agulhas e recebe a solução a ser injetada através de bombeamento. O tambleamento também é um processo bastante utilizado e consiste na queda dos pedaços de carne dentro de um cilindro giratório, podendo no interior do mesmo possuir vácuo ou não.

Para o serviço de fiscalização de alimentos, fica difícil a detecção desse tipo de irregularidade, pois até o momento não existe regulamentação para utilização dessas substâncias nesses produtos e nem técnicas físico-químicas de detecção estão padronizadas ou são utilizadas pelos laboratórios oficiais brasileiros.

Deste modo, esse trabalho vem permitir maior conhecimento quanto às características físico-químicas de filés de peito de frango injetados com proteína isolada de soja e tripolifosfato de sódio, promovendo considerável auxílio na detecção de adulterações por adição ilegal de líquido em cortes de frango.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estrutura e composição do tecido muscular

A carne é composta de cinco tipos básicos de tecidos: tecido muscular, tecido epitelial, tecido adiposo, tecido nervoso e tecido conjuntivo. Os principais componentes da carne são os músculos, que são divididos em três tipos: músculo esquelético, músculo liso e músculo cardíaco (OLIVO, 2006).

Os músculos cárneos são classificados em vermelhos ou brancos, dependendo da proporção de suas respectivas fibras, apesar de maioria dos músculos serem compostos de uma mistura dos dois tipos. As fibras brancas e vermelhas apresentam diferenças estruturais, funcionais e metabólicas complexas. Uma das principais características é o seu conteúdo de mioglobina, o qual irá determinar a percepção sensorial da cor da carne. Outra característica é que as fibras brancas têm menor quantidade de vasos sanguíneos e gorduras, quando comparadas com as vermelhas (OLIVO, 2006; PEARSON & YOUNG, 1989).

A qualidade final da carne depende de complexas situações que envolvem espécie, linhagem, genética, sexo, idade, alimentação, função do músculo e sua composição química, bem como dos fenômenos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem momentos antes do sacrifício do animal, durante e após a instalação do *rigor mortis* (PARDI et al., 2001).

Momentos antes e, logo após a morte do animal, o tecido muscular passa por uma série de reações fisiológicas e bioquímicas, como forma de manter a homeostase, uma tentativa da inteligência biológica de manter a vida. Estas reações podem durar por um período de diversas horas ou até por alguns dias após o abate. O conjunto dessas reações acarreta no abaixamento do pH muscular. Este é o principal fenômeno da transformação do músculo em carne, sendo que a velocidade de abaixamento do pH e seu valor final serão determinantes para a sua qualidade final. Na carne de frango o tempo aproximado para instalação do *rigor mortis* é menor que 30 minutos (ABERLE et al., 2001).

Após certo período de tempo, o músculo, já transformado em alimento cárneo, se tornará flexível, devido à ação das enzimas proteolíticas, que vagarosamente quebram os componentes do sarcômero. Este fenômeno é denominado de resolução

do *rigor mortis*. O tempo aproximado para a resolução do *rigor mortis* na carne de frango é entre 4 e 6 horas (RANKEM, 2000).

Os elementos químicos mais abundantes no corpo animal são: oxigênio, carbono, hidrogênio e nitrogênio. Estes quatro elementos respondem por aproximadamente 96% do total da composição do corpo. Estão presentes na água e nos compostos orgânicos, tais como proteínas, lipídeos e carboidratos (OLIVO, 2006).

Conforme estudos de Roça (2006), a composição química média da carne de peito de frango sem absorção de água é de 75,13 % de umidade, 1,24 % de minerais, 0,82 % de gordura e 21,82 % de proteína. O mesmo autor também cita em seu trabalho que o pH médio é de 5,87 e que a relação umidade/proteína média é de 3,44.

Assim como as proteínas, os lipídios também são bastante variáveis na composição da carne, pois existem nela percentuais bastante oscilantes. O teor de gordura em especial pode variar de acordo com a idade, com o sexo, com a raça, com a espécie e com a alimentação do animal (PARDI et al., 2001). O mesmo autor cita referência que especifica a composição da carne frango, conforme o Quadro 2.

Quadro 2. Percentuais médios da composição centesimal da carne branca de frango crua.

| Componentes | Porcentagem |
|------------------|-------------|
| Umidade | 74,86 |
| Proteína | 23,20 |
| Gordura | 1,65 |
| Cinzas | 0,98 |
| Calorias em 100g | 114 |

Fonte: USDA Handbook (2002).

Dentre as substâncias minerais a carne, o fósforo e o potássio predominam quantitativamente, seguidos do sódio e do magnésio, e depois do cálcio e do ferro, sendo a presença de ferro percentualmente maior nas espécies com maior concentração de mioglobina (PARDI et al., 1996).

2.2 Capacidade de retenção de água pela carne

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. Elas têm implicações tecnológicas diretas e influenciam, decisivamente, nos aspectos econômicos dos produtos. Exemplos de importantes propriedades funcionais são: capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de emulsificação (CE), capacidade de geleificação (CG), cor, sabor e textura (OLIVO, 2006).

A capacidade de retenção de água é uma variável influenciada por fatores de ordem geral, dependendo também da espécie animal, da idade e da função do músculo. A capacidade de retenção de água é definida como sendo capacidade da carne de reter sua própria água durante a aplicação de forças externas, tais como cortes, aquecimento, trituração e prensagem (FORREST et al., 1979).

Independente de importantes aspectos tecnológicos, o interesse pelo estudo da capacidade de retenção de água pelo músculo decorre de sua influência no aspecto da carne antes do cozimento e no seu comportamento durante o processo de cocção, tendo como mérito avaliar a importância da sua participação na palatabilidade do produto. As características de cor, textura, consistência, suculência e maciez da carne cozida dependem, em parte, da capacidade de retenção da água (PARDI et al., 2001).

Uma das formas de manifestação da capacidade de retenção de água, segundo Lawrie (1977), se traduz pela exsudação (ou gotejamento) de líquido que ele denomina *weep*, observada na carne não cozida nem congelada. Na carne crua, a exsudação é mais comum em cortes recentes de carne de suínos e de aves.

As carnes PSE, do inglês *Pale, Soft and Exudative*, que em tradução literal significa carne pálida, flácida e exsudativa, são carnes que apresentam um abaixamento do pH muito rápido enquanto a carcaça ainda está quente. Em aves este tempo é de 15 minutos em uma temperatura por volta de 35°C. Este fenômeno decorre de intenso estresse que o animal tenha sofrido e causa desnaturação de proteínas, levando ao comprometimento das propriedades funcionais das carnes, conferindo assim, pobres características de processamento, com redução dos rendimentos dos produtos e conseqüentes perdas econômicas. Nestas carnes, a

intensidade da queda pós morte do pH afetará negativamente a capacidade de retenção de água, contudo o processo de maturação da carne aumenta essa capacidade (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Judge et al. (1989) alinham como fatores também influentes a produção de ácido láctico, a perda de ATP, a instalação do *rigor mortis* e as modificações na estrutura celular associadas com a atividade proteolítica das enzimas. Esses autores admitem, relativamente à troca de íons, que uma limitada melhora na capacidade de retenção de água também ocorre devido a uma ligeira ascensão do pH, mas isto apenas em pequena proporção.

Industrialmente, a imobilização da água é provocada pela aplicação de sais, sobretudo o NaCl, e de fosfatos. A adição de polifosfatos no processamento de carnes aumenta a CRA através de vários mecanismos, ou devido ao aumento da força iônica entre os filamentos ou porque eles são potentes agentes formadores de complexos com os íons de cálcio. Há autores que associam aquele efeito à eliminação de Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ unidos aos filamentos (PARDI et al., 1996).

A capacidade de retenção de água da carne é melhorada através do uso de sais e fosfatos alcalinos. O sal e os fosfatos tais como o pirofosfato de sódio, o hexametáfosfato de sódio e o tripolifosfato de sódio ajustam o pH do sistema e favorecem a expansão das fibras da proteína da carne, permitindo a hidratação das mesmas. A água é mantida associada às proteínas miofibrilares nos sítios hidrofílicos da proteína (OLIVO & OLIVO, 2006).

2.3 Marinação de carnes

A marinação de carnes é uma prática seguida desde tempos remotos para melhorar e diferenciar sabores, incrementar textura dos músculos mais duros e aumentar a conservação dos produtos por efeito do sal (BORTOLUZZI, 2006).

Ao longo dos anos observou-se que o uso do sal, especiarias e alguns ácidos também ajudavam a estender a vida dos produtos. Desta forma, estas técnicas culinárias foram adaptadas aos processos industriais e hoje existe uma grande variedade de produtos com esse conceito, principalmente no mercado internacional (VIANA, 2005).

As salmouras para marinados são soluções condimentadas que podem ser aplicadas na carne através de processo de imersão, massagem ou injeção, por um

determinado período para proporcionar ganhos em termos de sabor, suculência, maciez e aumento do prazo de validade e de rendimento, o qual se bem controlado oferece benefícios aos fabricantes e aos consumidores, dando lugar a criação de produtos com alto valor agregado. A marinação promove um relaxamento das fibras musculares dando lugar a um produto mais tenro e facilmente mastigável (ZHENG et al. 2000).

O tipo da carne afeta diretamente a eficiência da marinação, impactando na facilidade de penetração e permanência do marinado nas fibras da carne. A área de superfície da carne e a condição de corte da mesma também vão determinar a quantidade de marinado absorvido. Filés ou cubos apresentam uma área de superfície maior que um corte inteiro, e conseqüentemente apresentam melhor absorção (VIANA, 2005).

De acordo com Alvarado e Sams (2003), o marinado quando aplicado na fase anterior ao *rigor mortis* pode reduzir os efeitos negativos causados pela carne PSE e melhorar a qualidade final do produto.

Os ingredientes e aditivos a serem utilizados na composição do marinado dependerão do objetivo definido para cada produto. A funcionalidade dos ingredientes e aditivos não cárneos se baseia principalmente em sua contribuição no aumento da capacidade de reter água e no seu efeito sobre a suculência e a textura da carne (XARGAYÓ et al., 2006).

Um marinado pode ser aplicado de maneira estática ou dinâmica. A forma estática é a mais antiga e se faz por meio de imersão da carne na salmoura permitindo que os ingredientes penetrem na carne por difusão com o passar do tempo, sem aplicação de nenhuma força (ROCHA, 2000).

A maneira dinâmica é a mais comum e a mais utilizada na indústria de carne, sendo realizada através da massagem ou da injeção. O método de massagem, realizado através de *tumbleamento* gasta mais tempo que a injeção e eleva a temperatura pela movimentação dos pedaços de carne, necessitando um controle de temperatura ou equipamentos que permitam manter o produto em temperatura adequada. A faixa de temperatura ideal que a salmoura deve ser mantida, para melhor absorção e por questões sanitárias, é de 0°C a 5°C. Existem diversos modelos e tamanhos de *tumblers* disponíveis no mercado, sendo que cada tipo é usado para determinadas situações, de acordo com a tecnologia adotada por cada empresa. Alguns equipamentos possuem um sistema que, quando em

funcionamento, promove um ambiente de vácuo no interior do tanque e essa propriedade é considerada bastante relevante para o rendimento do processo de tampleamento e agregação da salmoura adicionada (BORTOLUZZI, 2006).

A injeção provavelmente é o método mais amplamente utilizado em marinados, porque permite dosar uma quantidade exata de salmoura, garantindo uma regularidade no produto. O processo de injeção é um dos mais eficientes em termos de economia, tempo e custo. Existem no mercado vários tipos de máquinas injetoras, com tamanhos diferentes, diversos números de agulhas dispostas de várias maneiras, sistema de pressão, calibre das agulhas e outros quesitos (VIANA, 2005).

A forma de injeção contribui para uma melhor dispersão dos ingredientes melhorando a qualidade da carne, a qual influencia diretamente a aceitabilidade dos produtos pelos consumidores. Segundo Rocha (2000), foi realizado um estudo comparando os métodos de marinação por injeção e imersão, onde se concluiu que o frango injetado absorveu maior quantidade de salmoura.

A combinação de injeção e tampleamento promovem um perfil bem equilibrado do marinado no produto final e permite também a aplicação de coberturas, molhos e especiarias (BORTOLUZZI, 2006).

O ato de marinar carnes tem gerado uma grande variedade de produtos que são lançados no mercado, que aumenta em proporção ao crescimento da demanda por produtos cárneos processados. Nos Estados Unidos, as soluções para marinar carnes são tradicionalmente compostas de 90 % de água, 6 % de sal e 4 % de tripolifosfato de sódio, de forma que o peso do produto após o tratamento não exceda 10 % do peso inicial e que o máximo de fosfato total no produto acabado seja 0,5 %, conforme permitido pela legislação específica daquele país (XIONG & KUPSKI, 1999; LYON et al., 2005).

A adição de soluções para marinar carnes, com a finalidade de incrementar sua qualidade, tem sido uma prática freqüente em diversos países do mundo. Sal comum (NaCl) e fosfato são comumente utilizados, isolados ou combinados a fim de explorar sua ação sinérgica. Em face da alta retenção da água adicionada, a aplicação de fosfatos não só aumenta o peso do produto, como também incrementa a suculência e a maciez da carne. As concentrações empregadas devem ser suficientes para aumentar a maciez e a suculência, mas sem alterar o sabor e o aroma do produto, ou causar maciez excessiva (SHEARD & TALI, 2004).

2.4 Efeitos da adição do sal em carnes

O sal (NaCl) representa o condimento mais importante disponível, tendo aplicações intensas na indústria de carnes devido, também, às suas propriedades de conservação e de dissolução de proteínas. As formas comerciais do sal, de acordo com sua procedência, são: o sal marinho, o sal-gema e o sal de mina (PARDI et al., 1996).

O cloreto de sódio encontra-se na natureza, sendo que as quantidades mais importantes estão presentes na água do mar, onde o mesmo apresenta aproximadamente 3.5 % de sua composição (OLIVO, 2006).

O sal é provavelmente o ingrediente mais abundante em um marinado. Além de conferir sabor e conservar o produto, também possui um papel importante no aumento da capacidade de retenção de água, reduzindo a drenagem e as perdas no cozimento. O sal reduz o ponto isoelétrico das proteínas com o qual aumenta a separação entre as cadeias permitindo que os íons de cloro (carga negativa) se unam com as cadeias protéicas de carga positiva, incrementando assim a força repulsiva entre elas. Da mesma maneira, a matriz tridimensional das proteínas se abre, dando lugar para que um maior número de cargas fique exposto para unir-se à molécula de água. As proteínas da carne podem aumentar até duas vezes o seu tamanho em presença das concentrações de sal utilizado no processamento (XARGAYÓ et al., 2006).

Nos casos, porém, de concentração iônica elevada, o sal passa a exercer um efeito desidratante. O efeito do sal é máximo, quando a concentração iônica é de cerca de 0.8 a 1.0, correspondente a uma concentração de NaCl de 5 % ou de 8 %, quando se adicionou à carne 60% de água (PARDI, 2001).

2.5 Efeitos da adição da proteína de soja em carnes

As proteínas de soja são classificadas como extensores cárneos e a adição destes ingredientes tem objetivo de obter propriedades como: aumentar o teor de proteína nos produtos, aumentar a estabilidade da emulsão, melhorar a capacidade de retenção de água, melhorar a textura e o sabor, reduzir o custo da formulação e melhorar o rendimento. Essas proteínas são muito utilizadas na indústria da carne

pois são nutritivamente interessantes e possuem baixo custo (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

As mais utilizadas são a proteína texturizada de soja (PTS) com 50 % de teor protéico, a proteína concentrada com 68 % de teor protéico e a proteína isolada de soja (PIS) com 90 % de teor protéico. Todas elas são obtidas pelo processamento dos grãos de soja, sendo que a PIS pode ser obtida a partir dos flocos de soja, através de um processo que utiliza extração aquosa e aquecimento mínimo. A adição de proteína de soja em produtos cárneos não é uma novidade no mercado de carnes nem mesmo para o consumidor mais esclarecido, mas a inclusão desse ingrediente em carnes *in natura* tem suscitado algumas discussões a respeito de quais seriam as reais vantagens e se existem vantagens nessa aplicação (HOOGENKAMP, 2005).

Na industrialização de carnes, as proteínas vegetais ganharam terreno pelas suas características de incrementar rendimento, suculência e maciez dos produtos, além de reduzir os custos de produção (ROCHA, 1997). A soja e seus derivados têm recebido atenção dos pesquisadores, principalmente devido à quantidade e qualidade de sua proteína, sendo considerada, dentre os vegetais, o melhor substituto de produtos de origem animal. Na indústria de alimentos, as proteínas de soja são utilizadas como ingredientes funcional e nutricional, com aplicações em produtos de panificação, fórmulas infantis, formulações para nutrição clínica, suplementos protéicos, produtos a base de peixe e como substituto em alimentos lácteos e cárneos (TAKEITI et al., 2004). Para a indústria de carnes, a disponibilidade de diversos tipos de proteína de soja facilita sua incorporação aos produtos cárneos.

A adição de proteína de soja parece não provocar aumento na concentração protéica dos produtos cárneos, uma vez que o teor adicionado, em comparação ao volume dos mesmos, não é, geralmente, significativo. Souza et al. (1994a) observaram que a fabricação de salsichas adicionadas de 22,5 % de PTS em base hidratada não promoveu alterações nos níveis de umidade, proteína, gordura e resíduo mineral fixo dos produtos. No entanto, a adição de 30 % de PTS a salsichas formuladas pelos autores gerou variação significativa nos seus níveis de proteínas. Já Roça et al. (1994) observaram que o aumento dos níveis de PTS na formulação de fiambres de frango provocava decréscimos significativos da umidade e gordura do produto final, mas não provocava diferenças significativas nos teores de proteína,

resíduo mineral fixo e pH. Udaeta & Terra (1996) observaram que presuntos com 1,5 % de PIS apresentaram médias de pH significativamente mais altas que os outros tratamentos com menores concentrações de PIS e que o controle.

As proteínas adicionadas ao marinado possuem uma capacidade geleificante, porém por si só não intervém na capacidade de retenção de água das proteínas cárneas, como é o caso dos fosfatos. A retenção de água das proteínas adicionadas se deve a sua capacidade de geleificação, a qual geralmente é induzida pelo calor. A frio possuem pouca capacidade de geleificação e se pode observar quando a salmoura ou marinado está mais viscoso. Esta viscosidade pode influenciar positivamente no líquido drenado, já que o marinado mais viscoso que água tenderá a ficar retido nas fibras da carne e, portanto a perda será menor (BORTOLUZZI, 2006).

Xiong (2005), ao caracterizar a interação entre as proteínas miofibrilares e de soja, notou que a formação de agregados de gel com a miosina ocorreu a uma temperatura de 50°C. Esse resultado foi atribuído à interação da miosina com a β -conglucina e também com peptídeos da soja derivados da hidrólise enzimática, o que possibilita a formação de agregados insolúveis de proteína.

2.6 Efeitos dos polifosfatos em carnes

As proteínas não cárneas, sozinhas, não permitem a retenção dos níveis de salmoura aplicados na injeção de cortes de carnes em geral. Por essa razão, a maioria das misturas de ingredientes para salmoura de injeção contém fosfatos, também conhecidos pela categoria de estabilizantes (VELAZCO, 1999).

Os fosfatos são os estabilizantes mais utilizados em produtos cárneos e na maioria das vezes são obtidos de forma sintética. A ação destes em melhorar a capacidade de retenção de água na carne é significativa, pois o uso destas substâncias ajusta o pH do sistema e favorece a expansão das fibras da proteína da carne, permitindo a hidratação da mesma. A água é mantida associada às proteínas miofibrilares, nos sítios hidrofílicos da proteína. Estudos demonstram que o uso do fosfato gera melhorias no rendimento dos produtos marinados devido à boa retenção de salmoura. Apenas os fosfatos alcalinos são eficazes para melhorar a retenção de água, pois os fosfatos ácidos podem abaixar o pH e causar um encolhimento maior (OLIVO e OLIVO, 2006).

O tripolifosfato de sódio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) possui 57.9 % de fosfato (P_2O_3), o tetrapirofosfato de sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) possui 53.4 % de fosfato e o pirofosfato ácido de sódio ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$) 63.9 % de fosfato. Os dois primeiros apresentam pH elevado, 9.2 e 10-10.5 respectivamente, o que facilita a liga do produto, porém o fato de ser altamente cáustico propicia a produção do sabão na carne que contém a gordura. Já o pirofosfato ácido de sódio tem um pH ácido, por volta de 4-4.3, e quando utilizado sozinho tem rendimento extremamente reduzido e colabora para o desenvolvimento rápido da cor curada em produtos de processamento rápido como os de salsicharia (DURAND, 2002). Na Figura 1 podem ser observadas as estruturas químicas de alguns polifosfatos utilizados na indústria de carnes.

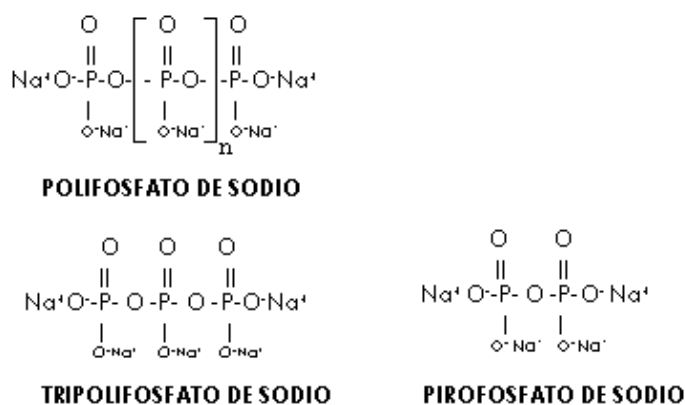


Figura 1. Estrutura dos fosfatos utilizados em produtos cárneos. Fonte: internet, site <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/repamar/gtzproye/impacto/image11.gif>.

Os fosfatos são importantes componentes da carne, fazendo parte de algumas proteínas, de membranas celulares e participando de processos bioenergéticos, sob a forma de ATP, ADP e fosfocreatina. Sob a forma de polifosfatos, são amplamente utilizados como aditivos em produtos cárneos. Os fosfatos despolimerizam os filamentos de miosina e facilitam a dissociação da acto-miosina, assim aumentando ainda mais a dissolução protéica. Desta forma, a quantidade de cargas elétricas do sistema tem a possibilidade de encontrar, nas cargas disponíveis, pontos de ligação que asseguram a sua estabilidade, levando a um aumento da capacidade de retenção de água da carne (OFFER e TRINICK, 1983; VELAZCO, 1999; DUSEK et al., 2003).

De uma maneira geral, os efeitos dos fatores relativos ao processamento sobre a maciez da carne são maiores do que os efeitos dos fatores relativos à produção animal (SHEARD *et al.*, 1999). Na carne adicionada de fosfatos, o aumento da suculência e da maciez pode ser caracterizado pela edemaciação e enfraquecimento da fibra muscular, que levam à redução da força de cisalhamento. Segundo Sheard e Tali (2004), essa redução é ainda mais intensa que a redução da força de cisalhamento gerada por outros fatores, como a influência da alimentação dos animais, maturação da carne, forma de suspensão das carcaças no abatedouro, estimulação elétrica das carcaças e forma de resfriamento.

Dentre os efeitos que a adição de fosfatos promove nos produtos cárneos, podem ainda ser citados o aumento significativo no pH; o retardamento da descoloração devido à estabilização da vitamina C e a concessão de propriedades antioxidantes, que pode ser refletida pela redução do número de ácido tiobarbitúrico nos produtos (LEE *et al.*, 1998; DUSEK *et al.*, 2003; SHEARD & TALI, 2004). Por outro lado, o fosfato solúvel, tanto do fosfato adicionado quanto do fosfato naturalmente presente na carne, pode esgotar íons metálicos importantes do ponto de vista nutricional, como cálcio e magnésio, daí a importância de se respeitar o limite legal para sua adição máxima (DUSEK *et al.*, 2003).

2.7 Legislação dos produtos de origem animal e as fraudes

Pode-se entender por fraude a ação isolada ou combinada de fatores que, de forma circunstancial ou deliberadamente, atuam sobre o alimento, alterando-o, de forma a prejudicar o mesmo, comercial ou biologicamente, tornando-o passível de restrições legais (BARROS, 1989).

No que diz respeito à legislação de produtos de origem animal, a norma mais aplicada é o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, publicado pelo Decreto 30.691 de 29 de março de 1952, que estabelece em seus artigos 878 e 879 os critérios para atuação no caso de fraudes, como abaixo se descreve:

“Art. 878 – Para efeito de apreensão ou condenação, além dos casos específicos previstos neste regulamento, consideram-se impróprios para o consumo, no todo ou em parte, os produtos de origem animal:

- 1- ...;
- 2- Que forem adulterados, fraudados ou falsificados;

3- ...”

“Art. 879 – Além dos casos específicos previstos neste Regulamento, são considerados adulterações, fraudes ou falsificações como regra geral:

a) Adulterações:

- 1- Quando os produtos tenham sido elaborados com condições que contrariem as especificações e determinações fixadas;*
- 2- Quando, no preparo dos produtos, haja sido empregada matéria-prima alterada ou impura;*
- 3- Quando tenham sido empregadas substâncias de qualquer qualidade, tipo e espécies diferentes das da composição normal do produto sem prévia autorização do DIPOA*

4- ...

b) Fraudes:

- 1- Alteração total ou parcial de um ou mais elementos normais do produto, de acordo com os padrões estabelecidos ou fórmulas aprovadas pelo DIPOA;*
- 2- ...*
- 5- Especificação total ou parcial na rotulagem de um determinado produto que não seja o contido na embalagem ou recipiente.*

De acordo com o art. 6º, III e IV, do Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990) é estabelecido como direitos básicos do consumidor a garantia da informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e a proteção contra a publicidade enganosa e métodos comerciais desleais e abusivos. A Lei supra citada ainda descreve as regras da oferta dos produtos, como no artigo nº 31 abaixo:

“Art. 31 – A oferta e apresentação de produtos ou serviços devem assegurar informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa sobre suas características, qualidades, quantidade, composição, preço, garantia, prazos de validade e origem, entre outros dados, bem como sobre os riscos que apresentam à saúde e segurança dos consumidores.”

Para este tipo de crime, a Lei nº 8.137, de 27 de dezembro de 1990, em seu art. 7º, inciso II, prevê pena de reclusão de dois a cinco anos para aquele que vender ou expor à venda mercadoria cuja embalagem, tipo, especificação, peso ou composição esteja em desacordo com as prescrições legais, ou que não corresponda à respectiva classificação oficial.

As principais modalidades de fraudes são as alterações, adulterações e falsificações. Com a carne de frango, a fraude mais observada é uma adulteração por adição, caracterizada pela adição ilegal de água, adicionada ou não de aditivos que permitem uma retenção maior dessa umidade, nas carcaças e cortes das aves (BARROS, 1989).

Durante o pré-resfriamento por imersão, os frangos absorvem água, principalmente na pele, gordura circundante e tecido subcutâneo. Alguns fatores podem influenciar essa absorção, como a temperatura da água nos resfriadores, o tempo de permanência no sistema, tipo de corte abdominal, injeção de ar no sistema (borbulhamento), tamanho das aves e outros fatores menos significativos (ASSIS e DAMIAN, 2009).

O controle da absorção de água em carcaças de aves submetidas ao pré-resfriamento por imersão deve ser eficiente, sem margem a qualquer prejuízo na qualidade do produto final. Os métodos oficiais para esse controle são o método de controle interno, realizado durante o processamento industrial pela Inspeção Federal local, e o método do gotejamento para controle de absorção de água em carcaças congeladas de aves. Os limites de absorção de água devem obedecer, respectivamente, os limites de 8% no controle interno, e de 6 % no gotejamento (*dripping test*), conforme preconizado a Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998.

Comparado a este padrão, pode-se apresentar o disposto no Regulamento CE nº 543/2008 da União Européia, que estabelece as normas de comercialização de carne de aves de capoeira. Os padrões estabelecidos por esta norma para a absorção de água em carcaças congeladas, aferidos em uma amostra de 20 carcaças, são de 1,5 % para o resfriamento por ventilação, 3,3 % para resfriamento por aspersão e ventilação, e de 5,1 % para o resfriamento por imersão. Neste mesmo Regulamento são estabelecidos padrões de relação umidade/proteína dos diversos tipos de corte de frango, onde é determinado um valor máximo admissível para filés de peito de frango, independente do tipo de resfriamento, de 3,40.

Para os cortes de frango, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou, em 11 de março de 2009, a Instrução Normativa nº 8 que aprova o método oficial para determinação dos parâmetros para avaliação do teor total de água contida em cortes de aves. Os padrões domésticos das relações umidade/proteína estão sendo estudados e ainda não foram publicados. Não obstante a isso, no caso de adulteração por injeção de salmouras contendo polifosfatos ou proteína isolada de soja, o teor de água, baseado na relação umidade/proteína, não apresenta resultados consistentes ao ponto de deflagrar uma possível fraude.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar as características físico-químicas de filés de peitos de frango adicionados de sal (NaCl), tripolifosfato de sódio (TPS) e proteína isolada de soja (PIS), em diferentes quantidades e proporções.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar o percentual de absorção de salmoura em filés de peito de frango adicionados com sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja;

- Realizar comparações sobre a influência do tipo da salmoura na absorção pelas carnes;

- Avaliar a influência da marinação de files de peito de frango, com sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja nas características físico-químicas do produto, através das análises de pH, fosfato total, sódio e composição centesimal (umidade, proteína, gordura e resíduo mineral fixo);

- Comparar os resultados de hidratação dos filés de peito de frango, adicionados de sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja, com os padrões estabelecidos nas normas internacionais;

- Comparar os resultados físico-químicos dos filés de peito de frango, adicionados de sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja, com as referências e padrões estabelecidos;

- Determinar resultados indicativos de fraude por adição ilegal de salmouras com sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja em filés de peito de frango.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Carnes

Os frangos (*Gallus gallus*) da raça cobb, com idade entre 45 e 50 dias, foram obtidos do Frigorífico Macedo localizado no município de São José/SC, sob Serviço de Inspeção Federal nº 3742. As aves, sob jejum de pelo menos oito horas, foram transportadas até a indústria por meio rodoviário e esperaram em área específica, com ventilação e aspersão artificiais, por no máximo duas horas até serem encaminhadas para o abate. Quando penduradas, as aves seguiram para a insensibilização elétrica em meio líquido com corrente alternada, sob voltagem de 35 a 40V, amperagem de 300 a 550mA e frequência de 1000Hz. Logo após (seis segundos), foram sangradas através de disco sangrador automático, que realiza incisão da jugular e carótida. Passaram pelo túnel de sangria (três minutos), pelo tanque de escaldagem, com temperatura de 54 a 60° C, e seguiram para os setores de depenagem e evisceração.

Após evisceradas, as carcaças foram resfriadas, por imersão em água gelada, em pré-resfriadores contínuos. Os tanques de água gelada eram dois: o pré-chiller, com uma temperatura máxima de 16°C; e o chiller, com uma temperatura máxima de 4°C. As carcaças permaneceram imersas na água gelada por volta de uma hora, foram rependuradas em nórea e seguiram para a sala de cortes, onde os filés de peito foram retirados e pré-classificados. Desde a chegada das aves no estabelecimento até a obtenção dos cortes, o processo aconteceu de forma contínua, sem nenhum inconveniente tecnológico.

Foram utilizados 240 filés de peito (*pectoralis major*) de frangos, padronizados em uma faixa de peso entre 195 e 255 gramas. Cada filé, após ser pesado em balança digital, foi identificado individualmente, recebendo um lacre numerado que foi apostado nos cortes através de uma única perfuração na parte médio-superior do filé, conforme demonstrado na Figura 2.



Figura 2. Filés de peito de frango identificados com lacres individuais antes da injeção e tangleamento. Fonte: acervo do autor.

4.1.2 Proteína não cárnea

Foi utilizada proteína isolada de soja (PIS), fabricada por fornecedor especializado, pronta para ser adicionada em salmouras para injeção em carnes temperadas.

4.1.3 Sal e Fosfato

Foi utilizada uma mistura pronta, preparada por fornecedor especializado, de 35 % de sal (NaCl) e 65 % de tripolifosfato de sódio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$). A mistura estava pronta para ser adicionada em salmouras para marinação ou tempero de carnes.

4.1.4 Amostragem

Os filés de peito foram divididos em três grupos (A, B, C), de acordo com o percentual que foi adicionado da mistura de 65 % de TPS + 35 % de sal (NaCl). No grupo A, não foi adicionada essa mistura, no grupo B, foi adicionado 5 % dessa mistura e, no grupo C, foi adicionado 10 % da mistura. Desses três grupos, foram

extraídos oito experimentos, de acordo com o percentual de proteína isolada de soja – PIS (4 % ou 8 %) adicionada na salmoura. No Quadro 3 estão representados os três grupos e os oito experimentos realizados.

Quadro 3. Número de experimentos que foram realizados com as respectivas proporções de proteína isolada de soja, sal e tripolifosfato de sódio.

| Grupos | A | | B | | | C | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Experimentos | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Porcentagem de PIS | 4,0 % | 8,0 % | zero | 4,0 % | 8,0 % | zero | 4,0 % | 8,0 % |
| Porcentagem de (TPS+NaCl) | zero | zero | 5,0 % | 5,0 % | 5,0 % | 10,0 % | 10,0 % | 10,0 % |

PIS = proteína isolada de soja; TPS = tripolifosfato de sódio; TPS+NaCl = 65 % de tripolifosfato de sódio + 35 % de NaCl; 5,0 % de TPS+NaCl = (3,25 %TPS + 1,75 %sal); 10 % de TPS+NaCl = (6,5 %TPS + 3,5 %sal).

Em cada experimento foram utilizados trinta filés de peito de frango. Após o descanso, embalagem, frigorificação e estocagem, cinco deles foram coletados, de forma totalmente aleatória, e fizeram parte de um pool para a realização das análises físico-químicas. Até a realização das análises físico-químicas, os cortes foram mantidos em câmara frigorífica, a uma temperatura de -18°C, por um período aproximado de dois a três meses.

Um outro pool de cinco filés, sem adição de nenhum tipo de salmoura, passou pelas análises físico-químicas e constitui-se o grupo controle.

4.2 Métodos

4.2.1 Adição de proteínas e estabilizantes às carnes

As carnes, após a identificação, foram armazenadas em câmara de resfriamento por uma hora até a realização dos experimentos. Antes da primeira pesagem e posterior injeção, os filés passaram por mais uma classificação, com o objetivo de identificar qualquer alteração no aspecto, forma ou coloração dos cortes. Aqueles que apresentaram alguma anormalidade foram substituídos por outros que faziam parte da reserva.

No momento da injeção, os filés de peito de frango apresentavam temperaturas inferiores a 5°C, medidas na intimidade da massa muscular. Para injeção, foram adicionadas as formulações em um tanque de salmoura com capacidade para 500 litros, sendo que em todos os experimentos o tanque foi preenchido somente até a sua metade. Para a obtenção das concentrações de 4% e 8% de PIS, eram adicionados, respectivamente 10Kg e 20Kg do produto no tanque de salmoura. Para a obtenção das concentrações de 5% e 10% da mistura de TPS e sal, eram adicionados respectivamente, 12,5Kg e 25Kg. Após a adição dos concentrados, o tanque era completado com água até o volume de 250 litros. A cada mudança na formulação da salmoura o tanque era totalmente esvaziado e higienizado. No momento da injeção a salmoura estava à uma temperatura máxima de 5°C.

O processo de injeção, foi realizado em sala de processamento climatizada do mesmo estabelecimento industrial de carnes e derivados que realizou o abate das aves. A máquina múltipla-injetora utilizada era da marca “Inject Star”, modelo BI-100-P, ano de fabricação 1996, com 25 agulhas de calibre 3mm. Funcionou a uma pressão de 2Kgf/cm², com passos de 4cm e velocidade de 48 passos (injeções) por minuto. Na figura 3 é demonstrado o equipamento de injeção utilizado no presente trabalho.



Figura 3. Máquina múltiplo-injetora de salmoura utilizada no trabalho. Fonte: acervo do autor.

A cada mudança para uma nova formulação, o reservatório da máquina era esvaziado e higienizado, sendo que antes da injeção a nova salmoura fluía pelas agulhas por no mínimo 5 minutos até o início da colocação das peças para injeção.

Após a injeção, os cortes foram encaminhados para massageamento, sendo colocados em um tumbler da marca “Inject Star”, modelo MC40, com capacidade para 40 litros e sem vácuo. O equipamento funcionou por 10 minutos com 20 RPM e, juntamente com as carnes, era adicionado 1 litro da mesma salmoura que foi injetada. O tumbler utilizado nos experimentos é representado na Figura 4.



Figura 4. Tumbler utilizado nos experimentos. Fonte: acervo do autor.

Depois do tambleamento, as carnes foram colocadas em bandejas vazadas e descasaram por 30 minutos. Ato contínuo, os cortes foram pesados individualmente, para a obtenção do percentual de salmoura absorvido pelo processo de injeção e tambleamento.

Como precaução, para eliminar a possibilidade de contaminações nos equipamentos, nos 3 dias de experimentos a ordem das injeções foi organizada de forma que as formulações com menor concentração foram as primeiras a serem realizadas e as de maiores concentrações, as últimas. No dia 1 foram realizados os

experimentos do grupo A, no dia 2, os do grupo B e no dia 3, os do grupo C. O Quadro 4 mostra os dias e a ordem da realização dos experimentos.

Quadro 4. Dia e ordem dos experimentos realizados.

| DIA | Ordem das injeções de salmoura | | |
|-------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a |
| 1 (A) | I (4% PIS e zero TPS+sal) | II (8% PIS e zero TPS+sal) | - |
| 2 (B) | III (zero PIS e 5% TPS+sal) | IV (4% PIS e 5% TPS+sal) | V (8%PIS e 5% TPS+sal) |
| 3 (C) | VI (zero% PIS e 10% TPS+sal) | VII (4% PIS e 10% TPS+sal) | VIII (8% PIS e 10% TPS+sa |

PIS = proteína isolada de soja; TPS = tripolifosfato de sódio; TPS+NaCl = 65 % de tripolifosfato de sódio + 35 % de NaCl; 5,0 % de TPS+NaCl = (3,25 %TPS + 1,75 %sal); 10 % de TPS+NaCl = (6,5 %TPS + 3,5 %sal).

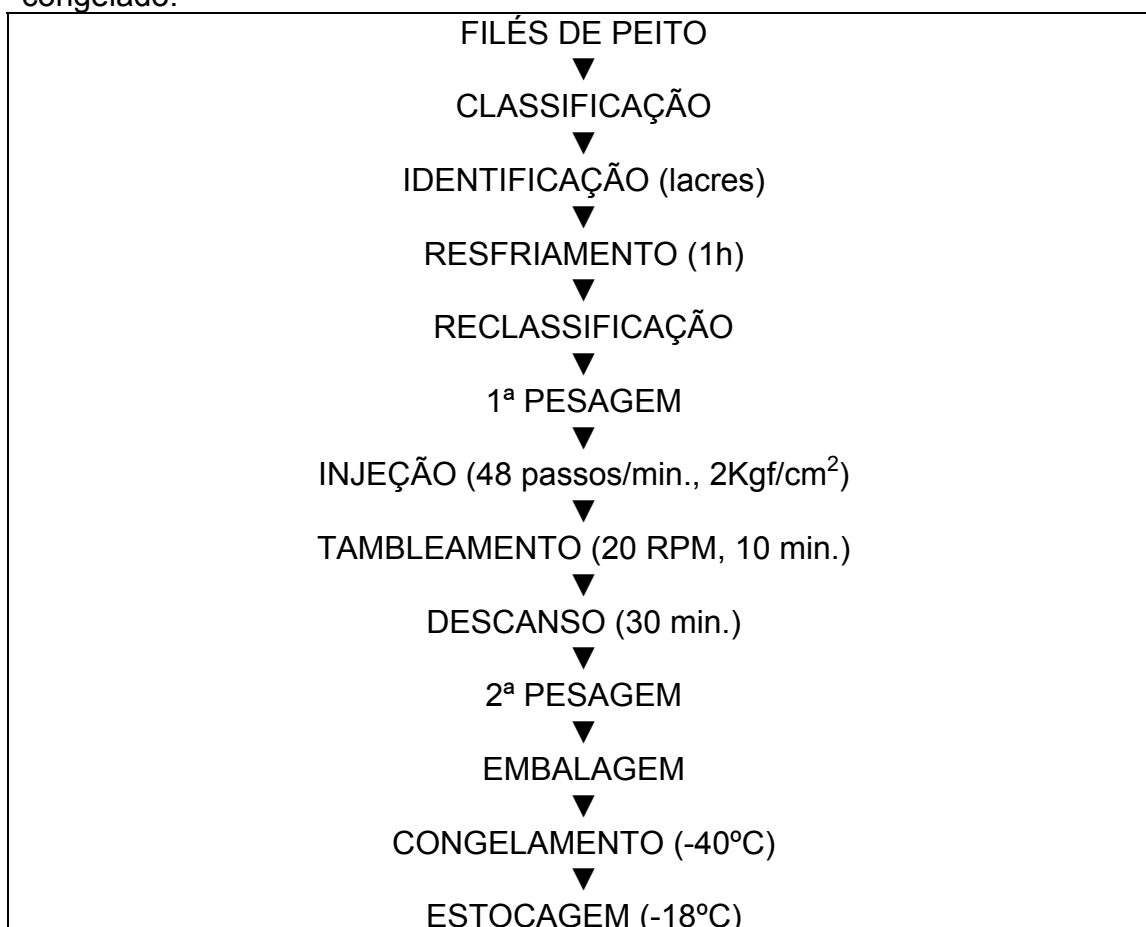
Após todo o processo de adição das salmouras, os filés foram colocados em embalagens de polietileno de alta densidade, as embalagens foram fechadas com grampos metálicos e foram mantidas à temperatura máxima de 4°C pelo período de trinta minutos para equilíbrio e melhor distribuição da solução injetada.

4.2.2 Frigorificação dos cortes

Os produtos obtidos nos diferentes tratamentos foram imediatamente congelados em túneis de congelamento rápido, à temperatura ambiente de -40°C. Quando os produtos atingiram a temperatura de supercongelamento (-18°C), foram armazenados em câmara-fria à temperatura de -18°C.

Todo o processo de frigorificação (resfriamento e congelamento) foi realizado no mesmo estabelecimento industrial em que se procedeu à injeção, sendo que todas as amostras dos tratamentos previstos permaneceram estocadas a -18°C no estabelecimento até o momento de sua remessa para a câmara de estocagem do LABCAL - Laboratório do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da UFSC. O Quadro 5 apresenta o fluxograma de todo o processo de adição das salmouras, desde a obtenção dos filés de peito até a estocagem.

Quadro 5. Fluxograma de produção dos filés de peito de frango marinado e congelado.



4.2.3 Pesagem dos filés de peito

A pesagem dos cortes foi realizada em balança digital, marca Toledo, modelo 2096H, precisão de uma grama, previamente calibrada.

4.2.4 Aferição das temperaturas

A temperatura da salmoura e dos filés de peito de frango foi medida com auxílio de termômetro digital portátil do tipo espeto, marca Gultron, modelo Gulterm 200, com precisão de 0.1°C, devidamente calibrado. Nos filés de peito (músculo *Pectoralis major*) o ponto de incisão do espeto foi na parte crânio ventral do corte e a temperatura foi medida na intimidade da massa muscular.

4.2.5 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas no LABCAL - Laboratório do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da UFSC. Dos trinta filés de peito injetados e tangleados, cinco foram coletados de forma aleatória, descongelados em temperatura ambiente e colocados em um processador para homogeneização da amostra. O pool dos cinco filés de peitos injetados, assim como os filés do grupo controle, foram encaminhados para as análises. A vidraria utilizada nos ensaios estava devidamente calibradas conforme a Rede Brasileira de Calibração (RBC) e os reagentes utilizados eram Pró-análise (PA). Os resultados foram obtidos em triplicada, com exceção dos resultados de pH, que eram dados em duplicata e, caso houvesse divergência, realizava-se uma terceira medição. As análises foram realizadas de acordo com o preconizado pela Instrução Normativa nº20/99 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

4.2.5.1 Análise de pH

A análise de pH fundamentou-se na medida da concentração de íons hidrogênio na amostra. O pH foi analisado com auxílio pHmêtro marca Digimed, modelo DM-20, previamente calibrado com solução tampão pH 4,0 e 6,8.

4.2.5.2 Umidade

A análise de umidade fundamentou-se na perda de água e substâncias voláteis a uma temperatura determinada (método 950.46, A.O.A.C., 2005). A determinação da umidade foi realizada em estufa a temperatura de 105°C, marca Quimis, modelo 317B242, verificada com termômetro calibrado.

4.2.5.3 Proteína total

A determinação de proteína bruta foi realizada através do método micro-Kjeldahl, baseado na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio através da digestão com ácido sulfúrico e posterior destilação com liberação de amônia, que é fixada em solução ácida e titulada (método 981.10, A.O.A.C., 2005). Foi utilizado unidade de destilação marca Tecnal, modelo TE03/03 e o fator de correção de 6,25.

4.2.5.4 Relação umidade/proteína

A relação umidade/proteína foi determinada conforme o descrito na Instrução Normativa nº 8/09 do MAPA, incluindo os resultados médios de umidade e proteína obtidos na seguinte fórmula:

$$\text{Ut/Pt da amostra} = \frac{\% \text{Ut da amostra}}{\% \text{Pt da amostra}}$$

4.2.5.5. Gordura total

A gordura total foi determinada por extração etérea pelo método de Soxhlet (método 991.36, A.O.A.C., 2005), utilizando extrator marca Tecnal, modelo TE-044-8/50.

4.2.5.6 Resíduo mineral fixo

A análise de resíduo mineral fixo fundamentou-se na eliminação da matéria orgânica e inorgânica volátil à temperatura de 550°C (método 920.153, A.O.A.C., 2005), onde foi utilizado forno mufla da marca Quimis, modelo 318D24.

4.2.5.7 Sódio

O sódio foi determinado por fotometria de chama, após solubilização das cinzas das amostras com ácido nítrico (método 969.23, A.O.A.C., 2005). O fotômetro utilizado, da marca Quimis, modelo Q-398M2, foi calibrado automaticamente com soluções padrão contendo 2,0mg/L, 4,0mg/L, 6,0mg/L, 8,0mg/L e 10,0mg/L de cloreto de sódio (NaCl).

4.2.5.8 Fosfato total

O teor de fosfato foi determinado pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz (método 031/IV), com modificações da AOAC para acidificação das cinzas

com HCl (método 944.02). A técnica aplicada fundamentou-se na reação de Misson, em que a partir de uma reação em meio ácido, o ortofosfato presente reage com solução de vanadato e molibdato de amônio, formando um complexo estável de coloração amarela, que foi medido colorimetricamente em espectrofotômetro de absorção atômica a 420nm, marca Biospectro, modelo SP-220

4.2.6 Métodos estatísticos

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, utilizando o software Statistica® (2001), versão 6.0. Nas análises onde houve diferença significativa, os dados são apresentados como média \pm desvio-padrão. Diferenças de $p < 0,05$ foram consideradas significativas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão apresentados os resultados das análises gravimétricas, para comparação dos percentuais de salmoura absorvida em cada experimento. O resultado do pH das carnes é dado em seguida, utilizando os resultados de pH das salmouras injetadas para comparação. Os resultados de umidade e proteína serão demonstrados em conjunto, pois fizeram parte do cálculo da relação umidade/proteína nos cortes estudados. Finalmente, são apresentados os outros resultados da avaliação centesimal (gordura e cinzas), de sódio e de fosfato presentes nas amostras.

5.1 Gravimetria

Os formulários utilizados para a anotação dos dados gravimétricos, dos oito tratamentos efetuados, estão localizados no Apêndice 1, sendo que os cinco filés de peito de frango encaminhados para a realização das análises físico-química estão identificados com asteriscos. A Tabela 1 apresenta os percentuais médios de absorção de salmoura, o desvio padrão e a variância, obtidos pela avaliação dos trinta filés de peito de frango em cada experimento.

Tabela 1. Percentual de absorção, desvio padrão e variância dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos.

| Grupo | Experimento nº | Absorção média (%) | Desvio padrão | Variância |
|-------|-----------------------|-----------------------|---------------|-----------|
| A | 1 (4 %PIS + 0 % TPS) | 6,70 | 1,17 | 1,36 |
| | 2 (8 %PIS + 0 % TPS) | 8,39 | 1,10 | 1,21 |
| | 3 (0 %PIS + 5 % TPS) | 8,69 | 1,76 | 3,11 |
| B | 4 (4 %PIS + 5 % TPS) | 8,25 | 1,20 | 1,43 |
| | 5 (8 %PIS + 5 % TPS) | 8,92 | 1,30 | 1,70 |
| | 6 (0 %PIS + 10 % TPS) | 7,81 | 1,19 | 1,43 |
| C | 7 (4 %PIS + 10 % TPS) | 8,02 | 1,54 | 2,37 |
| | 8 (8 %PIS + 10 % TPS) | 9,24 | 1,04 | 1,08 |

Os resultados de absorção média nos oito tratamentos variaram de 6,70 a

9,24. Embora os valores de absorção tenham sido diferentes numericamente, de acordo com a análise de variância não houve diferença significativa ao nível de 5% pela ANOVA. Isso demonstra que o processo de injeção e tambleamento foi padronizado, tornando os dados das análises físico-químicas representativos. Portanto, não houve influência significativa ($p < 0,05$) da formulação das salmouras na absorção de líquido pelos filés de peito de frango.

Os resultados apresentados concordam com os dados obtidos por Porto et al. (2000), onde os autores, após a marinação por imersão de filés de peitos de frango por 12 horas, verificaram um ganho de peso de 8,62 % de salmoura adicionada de 4 % de cloreto de sódio e 2 % de tripolifosfato de sódio.

Young & Lyon (1997), quando marinaram peitos de frango, por trinta minutos, com uma solução de 15 % de sal e 4 % de TPS, em um tumbler à vácuo de 440mm, conseguiram uma absorção média de 6,58 % de salmoura. Xiong e Kupski (1999), ao realizarem somente o tambleamento de filés de peito de frango, por cinco e dez minutos, a uma velocidade de 60 RPM, com salmouras adicionadas de 3,2 % de tripolifosfato de sódio e 8 % de sal (NaCl), encontraram absorções de 9,5 % e 23,8 %, respectivamente.

Ao realizarem a marinação com tumbler à vácuo de 510mm Hg, por 30 min a 14 RPM, utilizando uma solução com concentração de 16 % de sal e tripolifosfato de sódio, Woefel e Sams (2001) conseguiram uma absorção da salmoura nos filés de peito de frango de 16,28 %. Alvarado e Sams (2003) realizaram a injeção e posterior tambleamento (510mm Hg de vácuo, 30 min, 14 RPM) de filés de peito de frango, utilizando uma solução com concentração de 15 % de sal e fosfato, alcançando uma absorção de 20,67 % nos cortes.

De acordo com as citações acima, o percentual de absorção de salmoura pelos cortes é bastante variado e pode ser influenciado também pelos vários tipos de equipamentos que podem ser utilizados para a marinação. Os resultados do presente trabalho demonstram que, utilizando equipamentos devidamente calibrados para a injeção e tambleamento de filés de peito de frango, com qualidade e dimensões padronizadas, é perfeitamente possível o controle do percentual de adição das salmouras nas carnes. Estes resultados concordam com o descrito por Viana (2005), que cita o processo de injeção das carnes como um dos melhores e mais utilizados, pois permite dosar uma quantidade exata de salmoura.

5.2 Determinação do pH

Os resultados obtidos pelas análises de pH das salmouras injetadas e das carnes são demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados de pH das salmouras utilizadas para injeção dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos.

| Grupo | Experimento n° | pH da salmoura | pH da carne |
|-------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| A | 1 (4 %PIS + 0 % TPS) | 7,49 ± 0,01 ^b | 6,28 ± 0,01 ^f |
| | 2 (8 %PIS + 0 % TPS) | 7,28 ± 0,02 ^a | 6,13 ± 0,01 ^d |
| | 3 (0 %PIS + 5 % TPS) | 8,88 ± 0,01 ^g | 5,96 ± 0,01 ^a |
| B | 4 (4 %PIS + 5 % TPS) | 8,25 ± 0,00 ^d | 6,04 ± 0,01 ^c |
| | 5 (8 %PIS + 5 % TPS) | 7,97 ± 0,00 ^c | 5,98 ± 0,00 ^{a,b} |
| | 6 (0 %PIS + 10 % TPS) | 9,02 ± 0,01 ^h | 6,01 ± 0,01 ^{b,c} |
| C | 7 (4 %PIS + 10 % TPS) | 8,70 ± 0,00 ^f | 6,14 ± 0,01 ^d |
| | 8 (8 %PIS + 10 % TPS) | 8,50 ± 0,02 ^e | 6,22 ± 0,00 ^e |

Valores apresentados como média ± desvio padrão.

*Letras diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de significância ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na Tabela 2 pode-se verificar que, em todos os oito tratamentos, os resultados de pH das salmouras utilizadas para a injeção diferiram significativamente ($p < 0,05$), variando de 7,28 a 9,02. Comparando as soluções com mesmo percentual de proteína isolada de soja (experimentos 1, 4 e 7; e experimentos 2, 5 e 8) observa-se que a adição de tripolifosfato de sódio e sal determinou o aumento do pH das salmouras. Avaliando os grupos A, B e C isoladamente, nota-se que o percentual de PIS contribuiu para um abaixamento do pH das soluções.

Os resultados de pH das carnes injetadas variaram de 5,96 a 6,28. O resultado de pH médio do grupo controle foi de 5,92. Estes resultados são superiores ao pH médio da carne de frango sem absorção de água, que é de 5,87 de acordo com Roça (2006). Contudo, carne de frangos da linhagem Ross, machos com 44 dias de idade, apresentaram valores de pH mínimo e máximo de 5,71 e 6,66, respectivamente (GAYA et al, 2005).

Os dados concordam com o descrito por Zapata et al. (2005), que ao avaliar o pH da carne de peito de frangos machos com 49 dias, encontrou resultados entre 5,90 e 6,11 em carnes com 24 horas após o abate e com 30 dias

de armazenamento a -20°C respectivamente. Os autores concluíram que não houve influência ($p < 0.05$) do armazenamento pelo congelamento. Vieira (2007) obteve resultados de pH em peitos de frango 75 minutos após o abate, independente do sexo e da idade, com valores entre 5,82 e 6,22.

No grupo A foi evidenciado que a adição de PIS determinou de forma significativa ($p < 0,05$) o abaixamento do pH dos cortes. Entretanto, os resultados de pH das amostras do grupo C, com TPS+sal a uma concentração de 10%, demonstraram uma influência inversa da PIS, causando um aumento do pH das carnes.

Nos cortes sem adição de PIS, tratamentos 3 e 6, o TPS+sal contribuiu de forma significativa ($p < 0,05$) para o aumento do pH. Esses resultados vêm a concordar com Sheard & Tali (2004), que afirma haver uma influência positiva, de aumento, nos valores de pH das carnes quando adicionadas de fosfatos.

Filés de peito de frango injetados em máquina injetora a uma pressão de 1,7 atm e uma velocidade de 6.5, utilizando salmouras com concentrações de 12.5 (pH 7.9), 25.0 (pH 7.9) e 38.0 (pH 8.0) g/Kg de TPS e com 70g/Kg de sal, apresentaram pH de 6.1, 6.3 e 6.2 respectivamente, contra um pH 5.9 na amostra controle (ZHENG, 2000).

Avaliando as soluções com mesmo percentual de proteína isolada de soja dos grupos A e C, percebe-se que a adição de TPS+sal a 10 % contribuiu para o abaixamento do pH comparando as amostras dos tratamentos 1 e 7, mas determinou aumento do pH comparando as amostras 2 e 8. No grupo B, adicionado de 5 % de TPS+sal, a PIS a 4 % provocou aumento do pH e a um percentual de 8 % na salmoura não determinou diferença significativa para a amostra sem PIS.

Woefel e Sams (2001), quando marinaram filés de peito de frango com tumbler, utilizando duas soluções diferentes, uma com concentração de 16 % de sal e fosfato (60 %NaCl e 40 %TPS, pH 9) e outra com concentração de 16,3 % de sal e fosfato (35 %NaCl e 35 %hexametáfosfato+TPS, pH 11), obtiveram carnes com pH de 5,88 e 5,83, respectivamente. Alvarado & Sams (2003) realizaram a injeção e posterior tangleamento de filés de peito de frango, utilizando soluções com concentrações de 15 % de sal e fosfato, formuladas com 54 % de NaCl e 42 % PO_4^6 (pH 9) e com 54 % de NaCl e 42 % de PO_4^7 (pH 11), alcançando resultados de pH nos cortes de 6,30 em ambas.

5.3 Umidade e proteína

Os resultados de umidade e proteína serão avaliados em conjunto, com o objetivo do cálculo da relação umidade/proteína (RUP), relação esta que tem sido bastante utilizada para a fixação de padrões de identidade e qualidade produtos cárneos, incluindo os cortes de carne de frango. Os dados obtidos na presente pesquisa são descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados de umidade, proteína e relação umidade/proteína dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos.

| Grupo | Experimento nº | Umidade(g/100g) | Proteína(g/100g) | RUP |
|-------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| A | 1 (4 %PIS + 0 % TPS) | 76,55 ± 0,06 ^d | 21,68 ± 0,09 ^c | 3,53 ^{a,b} |
| | 2 (8 %PIS + 0 % TPS) | 77,34 ± 0,10 ^e | 20,68 ± 0,12 ^{a,b} | 3,74 ^c |
| | 3 (0 %PIS + 5 % TPS) | 77,15 ± 0,26 ^e | 20,55 ± 0,18 ^a | 3,75 ^c |
| B | 4 (4 %PIS + 5 % TPS) | 76,11 ± 0,12 ^{b,c} | 21,38 ± 0,03 ^c | 3,56 ^{a,b} |
| | 5 (8 %PIS + 5 % TPS) | 76,53 ± 0,14 ^d | 21,26 ± 0,38 ^{b,c} | 3,60 ^b |
| | 6 (0 %PIS + 10 % TPS) | 76,18 ± 0,13 ^{c,d} | 21,37 ± 0,11 ^c | 3,56 ^{a,b} |
| C | 7 (4 %PIS + 10 % TPS) | 75,64 ± 0,14 ^a | 21,63 ± 0,32 ^c | 3,49 ^a |
| | 8 (8 %PIS + 10 % TPS) | 75,75 ± 0,06 ^{a,b} | 21,62 ± 0,17 ^c | 3,50 ^a |

Valores apresentados como média ± desvio padrão.

*Letras diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de significância ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os resultados de umidade variaram de 75,64 % a 77,34 %. Os maiores valores de umidade foram encontrados nos experimentos 2 e 3, e os menores valores nos experimentos 7 e 8. Todos os resultados encontrados são superiores ao grupo controle, com média de 74,44%. As carnes injetadas também apresentaram valores acima do descrito por Novello (2005), que obteve teor de umidade de carne congelada de frangos com 40 dias de idade de 73,49 %. Frangos com 49 dias, da linhagem Cobb, criados de maneira alternativa, apresentaram valor de umidade de 75,41 % (HUALLANCO, 2004). Aguiar (2006) avaliou frangos provenientes criação convencional, abatidos com 42-45 dias e encontrou teor de umidade, 24h após o abate, de 75 % no peito de frango. Vieira (2007) encontrou valores de umidade em peitos de frango variando entre 72,27 % e 74,52 %, independentemente do sexo e idade.

No grupo A, sem adição de TPS+sal, o aumento da concentração de PIS determinou aumento da umidade. Quando comparadas às soluções com mesmo percentual de proteína isolada de soja (experimentos 1, 4 e 7; e experimentos 2, 5 e 8) observa-se que o aumento nos percentuais de tripolifosfato de sódio e sal promoveu uma diminuição significativa ($p < 0,05$) nos teores de umidade das amostras.

Nos grupos B e C, os maiores teores de umidade foram nos experimentos 3 e 6, aqueles que não tiveram adição de PIS, sendo que a adição de 5 % de TPS+sal determinou maior teor de umidade que a adição de 10 % de TPS+sal. Este resultado controverso pode ser explicado pelo descrito por PARDI (2001) que relata que nos casos de concentração iônica elevada, o sal passa a exercer um efeito desidratante.

A presente pesquisa resultou em valores de proteína de 20,55 % a 21,68 %. Os menores resultados foram nos experimentos 2 e 3. Nos demais tratamentos (1, 4, 5, 6, 7 e 8) não foi evidenciada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados. Novello (2005), avaliando os peitos de frango congelados a -18°C , de 40 dias de idade, obteve resultados médios de proteína de 21,48 %, concordando com os dados destes experimentos. Castro (2006) também encontrou resultado semelhante, onde frangos da linhagem Ross, machos com 46 dias, apresentaram resultado médio de proteína de 21,35 %.

Todavia, o grupo controle apresentou resultado médio de proteína de 22,82%. Em todos os experimentos os dados foram inferiores ao descrito por Roça (2006), que estabelece uma composição média da carne de peito de frango com teor de proteína de 21,82 %. A mesma comparação pode ser realizada com o trabalho de Vieira (2007), que obteve valores de proteínas em peito de frango variando de 22,51 % a 23,60 %.

Os valores das relações entre umidade e proteína (RUP), variaram de 3,49 a 3,75. Os maiores valores foram obtidos nos experimentos 2 e 3, estando estes diferentes de forma significativa ($p < 0,05$) dos demais tratamentos. Em todos os experimentos, os resultados se apresentaram maiores do que grupo controle, que alcançou valor da RUP de 3,26. Os resultados dos experimentos foram igualmente superiores ao estabelecido por Roça (2006), que fixa um valor médio de RUP de carne de peito de frango de 3,44.

Apesar de já existir uma metodologia para análise da RUP em cortes de frango, conforme a Instrução Normativa nº 08 de 11 de março de 2009, os valores

máximos ainda não foram estabelecidos. O Regulamento CE nº 543/2008 da União Européia, que estabelece as normas de comercialização de carne de aves de capoeira, define valores máximos de RUP de peitos de frango sem pele, independente do tipo de pré-resfriamento das carcaças (imersão, air-chilling ou ambos), de 3,40. Entretanto, deve-se considerar que a União Européia permite um teor máximo de absorção de água nos tanques de pré-resfriamento de 4,5 %, enquanto que o Brasil através da Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998, que estabelece o Regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica e Sanitária de Carne de Aves, permite uma absorção máxima de água no pré-resfriamento de 8 %.

5.4 Gordura total

Na Tabela 4 podem ser observados os resultados obtidos nas análises de gordura (extrato etéreo) dos oito tratamentos. Os valores variaram de 0,69 g/100g a 1,47 g/100g, sendo que o menor valor foi obtido no experimento 5 e o maior no experimento 4.

Tabela 4. Resultados das análises de gordura dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos.

| Grupo | Experimento nº | Extrato etéreo (g/100g) |
|-------|-----------------------|----------------------------|
| A | 1 (4 %PIS + 0 % TPS) | 1,29 ± 0,29 ^b |
| | 2 (8 %PIS + 0 % TPS) | 1,28 ± 0,14 ^b |
| | 3 (0 %PIS + 5 % TPS) | 1,07 ± 0,10 ^{a,b} |
| B | 4 (4 %PIS + 5 % TPS) | 1,47 ± 0,32 ^b |
| | 5 (8 %PIS + 5 % TPS) | 0,69 ± 0,01 ^a |
| | 6 (0 %PIS + 10 % TPS) | 1,04 ± 0,09 ^{a,b} |
| C | 7 (4 %PIS + 10 % TPS) | 1,23 ± 0,04 ^b |
| | 8 (8 %PIS + 10 % TPS) | 1,03 ± 0,24 ^{a,b} |

Valores apresentados como média ± desvio padrão.

*Letras diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de significância ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

O resultado de gordura do grupo controle chegou a uma média de 1,76%. Em estudo das variações da composição química da carne de frango de oito linhagens comerciais diferentes, foram encontrados teores de gordura na carne de peito sem

pele e sem gordura de 1,0 % a 2,0 % (XIONG et al., 1993). Whitaker et al. (2002), após avaliar frangos de ambos os sexos e idade de 40 e 42 dias, encontraram resultados de lipídios variando de 0,53 % a 1,85 %. Valor de 1,57 % de lipídios foi encontrado em frangos da linhagem Cobb, com 49 dias de idade, criados de maneira alternativa (HULLANCO, 2004). Novello (2005), ao avaliar peitos de frangos congelados a -18°C, machos de 40 dias de idade, de linhagem híbrida comercial, obteve resultados de lipídeos de 1,23 %.

Vieira (2007) encontrou valores de lipídeos em peito de frango, determinados logo após a saída dos frangos do *chiller*, independentemente do sexo e da idade, entre 0,50 % e 0,66 %. Concordando com estes dados, Castro (2006) obteve resultados de teor de gordura de 0,58 % após estudar frangos machos da linhagem Ross, de 46 dias de idade.

Como referenciado anteriormente, os teores de gordura na carne são bastante oscilantes, dependendo de fatores como a espécie, raça, linhagem, idade, sexo e alimentação. Ademais, não era esperada nenhuma alteração significativa valores de extrato etéreo das amostras pesquisadas, visto que os aditivos adicionados às salmouras não têm ação sobre os teores de lipídeos das carnes. Desta forma, a variação dos valores de gordura das amostras se torna pouco representativa.

5.5 Resíduo mineral fixo

Os resultados obtidos pelas análises de resíduo mineral fixo são demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados de resíduo mineral fixo dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos.

| Grupo | Experimento nº | Resíduo mineral fixo (g/100g) |
|-------|-----------------------|-------------------------------|
| A | 1 (4 %PIS + 0 % TPS) | 0,99 ± 0,01 ^a |
| | 2 (8 %PIS + 0 % TPS) | 1,00 ± 0,02 ^a |
| | 3 (0 %PIS + 5 % TPS) | 1,28 ± 0,07 ^b |
| B | 4 (4 %PIS + 5 % TPS) | 1,30 ± 0,02 ^b |
| | 5 (8 %PIS + 5 % TPS) | 1,33 ± 0,02 ^b |
| | 6 (0 %PIS + 10 % TPS) | 1,51 ± 0,04 ^c |
| C | 7 (4 %PIS + 10 % TPS) | 1,48 ± 0,02 ^c |

8 (8 %PIS + 10 % TPS)

 $1,67 \pm 0,03^d$

Valores apresentados como média \pm desvio padrão.

*Letras diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de significância ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A carne de peito de frango apresenta teor médio de cinzas de 1,02 % (ROÇA, 2006). Aguiar (2006) avaliou peitos de frangos provenientes de criação convencional, da linhagem Ross, abatidos com 42 a 45 dias, e encontrou teor médio de cinzas de 1,1 %. Os resultados citados acima concordam com os valores obtidos no grupo A do presente trabalho. Julião (2003) ao avaliar frangos congelados de linhagem definida como comercial, abatidas aos 45 dias de idade, onde após descongeladas foram retirados fragmentos de várias partes do frango sem pele, obteve teor de cinzas menores, de 0,76 %.

Entretanto, resultados de resíduo mineral fixo maiores que os apresentados pelos tratamentos 1 e 2, sem adição de TPS e sal, são descritos por Whitaker (2002) e também por Vieira (2007), onde os autores encontraram teores de cinzas na carne de peito de frangos, independentemente do sexo e idade, de 1,27 % a 1,44 % e de 1,18 % a 1,35 %, respectivamente. O grupo controle obteve valor médio de 1,16% de cinzas.

Através da comparação dos resultados obtidos nos experimentos dos grupos A (1 e 2), B (3,4 e 5) e C (6, 7 e 8), foi demonstrado que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os três grupos, o que denota que a adição de tripolifosfato de sódio e sal determinou um aumento dos teores de resíduo mineral fixo nas amostras. O experimento 8, além de apresentar resultado maior que os experimentos dos grupos A e B, também foi maior de forma significativa ($p < 0,05$) que os experimentos 6 e 7. Estas diferenças podem ser melhor visualizadas no gráfico abaixo, que representa os resultados de cinzas nos oito experimentos.

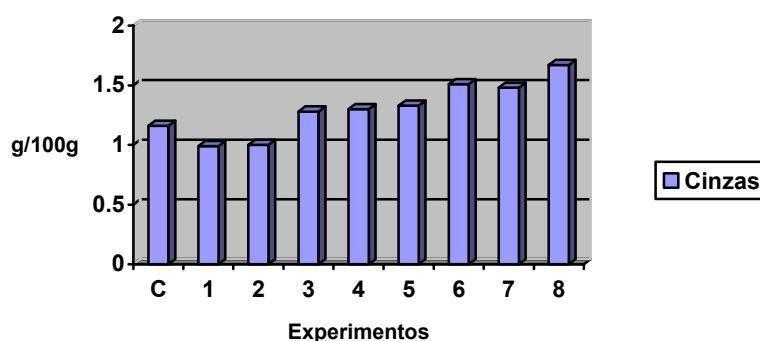


Figura 5. Gráfico representando os resultados de cinzas nos oito tratamentos realizados. C = grupo controle.

Esses resultados concordam com o descrito por Kent e Anderson (1996), que ao realizarem experimentos com carne de peito de frango imergindo-os em solução contendo polifosfatos, com uma absorção média de 5 % de salmoura, obtiveram teores de resíduo mineral fixo, no grupo controle e nos tratamentos com uma hora, duas horas, três horas e quatro horas de imersão, de 1.03 %, 2.40 %, 2.66 %, 2.77 % e 2.76 %, respectivamente.

5.6 Sódio

Na Tabela 6 estão devidamente elencados os resultados obtidos pelas análises de sódio. Os valores encontrados vão de 62,40 mg/100g a 395,08 mg/100g.

Tabela 6. Resultados das análises de sódio dos filés de peito de frango avaliados nos experimentos.

| Grupo | Experimento nº | Sódio (mg/100g) |
|-------|-----------------------|-------------------------------|
| A | 1 (4 %PIS + 0 % TPS) | 64,49 ± 3,27 ^a |
| | 2 (8 %PIS + 0 % TPS) | 62,40 ± 2,78 ^a |
| | 3 (0 %PIS + 5 % TPS) | 207,15 ± 15,90 ^c |
| B | 4 (4 %PIS + 5 % TPS) | 182,74 ± 15,25 ^{b,c} |
| | 5 (8 %PIS + 5 % TPS) | 167,26 ± 5,54 ^b |
| C | 6 (0 %PIS + 10 % TPS) | 241,71 ± 11,44 ^d |
| | 7 (4 %PIS + 10 % TPS) | 264,00 ± 14,95 ^d |
| | 8 (8 %PIS + 10 % TPS) | 395,08 ± 13,69 ^e |

Valores apresentados como média ± desvio padrão.

*Letras diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de significância ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os resultados obtidos nos experimentos do grupo A apresentaram-se superiores ao descrito por Lawrie (1998), que fixa um valor médio de sódio na carne de 0,05 % (≈ 50 mg/100g) na base úmida. Porém, os teores do presente trabalho são ligeiramente inferiores ao estabelecido pelo USDA (2002), que determina como valor médio de sódio na carne branca de frango crua de 77 mg/100g. O grupo controle apresentou resultado médio de 60,28 mg/100g.

Avaliando os resultados obtidos nos experimentos dos grupos A (1 e 2), B (3, 4 e 5) e C (6, 7 e 8), ficou evidenciada a diferença significativa ao nível de 5 % de significância ($p < 0,05$) entre os três grupos. O aumento do percentual de tripolifosfato de sódio e sal nas salmouras determinou um aumento dos teores de sódio nas amostras.

No grupo A, o aumento no percentual de soja adicionada determinou uma leve redução no teor de sódio do tratamento 2, porém essa diferença não foi significativa. Essa relação foi mais evidente nos experimentos do grupo B, com adição de salmoura com 5 % de TPS+sal, onde os valores de sódio encontrados decrescem quando é adicionada a PIS. Nesse grupo, o valor do tratamento 3 foi maior e o do tratamento 5 foi menor, sendo que a diferença entre os teores apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). O teor de sódio do tratamento 4 obteve valor intermediário, porém não apresentou diferença significativa com relação aos experimentos 3 e 5.

No grupo C, adicionado de salmoura com 10 % de TPS+sal, foi observado efeito contrário, onde a adição de proteína isolada de soja contribuiu para o aumento dos teores de sódio nas amostras. Os valores foram crescentes nos experimentos 6, 7 e 8, mas apenas o experimento 8 diferiu ao nível de 5 % de significância dos demais. As diferenças entre os valores de sódio encontrados podem ser melhor ilustradas no gráfico abaixo.

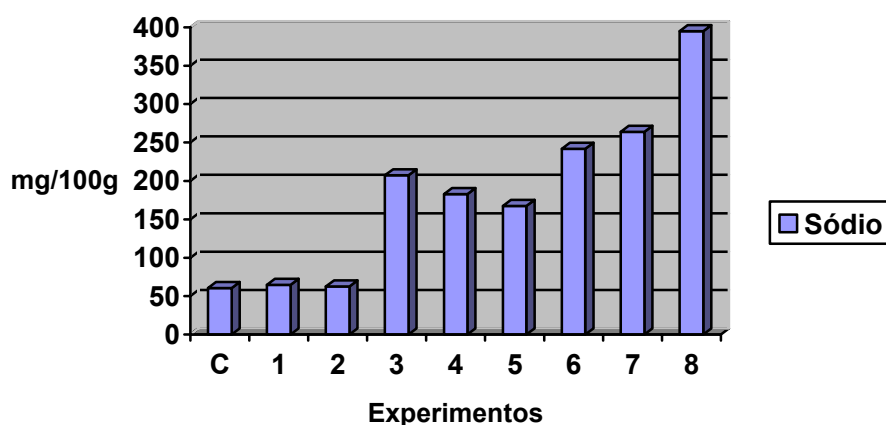


Figura 6. Gráfico representando os resultados de sódio nos oito tratamentos realizados. C = grupo controle.

5.7 Fosfato total

Os resultados obtidos pelas análises de fosfato total são demonstrados na Tabela 7. Os teores de fosfato estão compreendidos entre 494,64 mg/100g e 730,31 mg/100g. A curva para aferição utilizada na análise de fosfato está apresentada no Apêndice II.

Tabela 7. Resultados de fosfato total obtidos nas análises dos filés de peito avaliados nos experimentos.

| Grupo | Experimento nº | Fosfato total (mg/100g) |
|-------|-----------------------|-----------------------------|
| A | 1 (4 %PIS + 0 % TPS) | 514,05 ± 14,17 ^a |
| | 2 (8 %PIS + 0 % TPS) | 494,64 ± 0,57 ^a |
| | 3 (0 %PIS + 5 % TPS) | 669,10 ± 3,52 ^c |
| B | 4 (4 %PIS + 5 % TPS) | 672,65 ± 11,77 ^c |
| | 5 (8 %PIS + 5 % TPS) | 623,09 ± 12,06 ^b |
| | 6 (0 %PIS + 10 % TPS) | 730,31 ± 14,83 ^d |
| C | 7 (4 %PIS + 10 % TPS) | 718,33 ± 16,91 ^d |
| | 8 (8 %PIS + 10 % TPS) | 730,43 ± 8,23 ^d |

Valores apresentados como média ± desvio padrão.

*Letras diferentes em uma mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de significância ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores encontrados nas análises do grupo A são superiores ao descrito por Lawrie (1998), que estabelece teor de fosfato médio da carne de 0,2 %. De acordo com Durand (2002), a adição de proteínas não cárnicas pode influenciar nos valores de fosfato encontrados nos produtos cárneos. Contudo, esses valores concordam com o obtido através das análises do grupo controle, que apresentou resultado médio de fosfato de 552,4 mg/100g.

Conforme relatado por Schoulten (2002), os teores de fosfato na carne de frangos pode ser influenciada pela dieta, mais especificamente pela adição nas rações de cálcio ou enzimas exógenas como a fitase, que permite a formulação de rações com níveis reduzidos de fósforo inorgânico.

Comparando os teores de fosfato total encontrados nos experimentos dos grupos A (1 e 2), B (3,4 e 5) e C (6, 7 e 8), ficou comprovada, como ocorreu com as análise de cinzas e sódio, a diferença significativa ao nível de 5 % de significância

($p < 0,05$) entre os três grupos. O aumento do percentual de tripolifosfato de sódio e sal nas salmouras determinou um aumento significativo dos teores de fosfato nas amostras. A adição de PIS somente determinou diferença significativa comparando os tratamentos 4 e 5, sendo que nos demais a PIS não interfere no fosfato total. Essa diferença pode ser visualizada na Figura 8, que apresenta o gráfico com os valores dos resultados de fosfato total encontrados nos oito experimentos realizados.

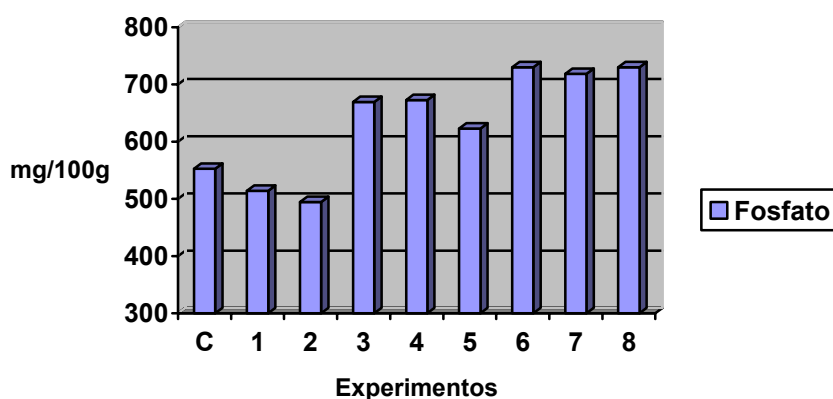


Figura 7. Gráfico representando os resultados de fosfato nos oito tratamentos realizados. C = grupo controle.

Valores de adição de fosfato de 0.09 %, 0.21 % e 0.33 % foram encontrados por Zheng et al.(2000), quando injetaram salmouras com as respectivas concentrações de 12.5 (pH 7.9), 25.0 (pH 7.9) e 38.0 (pH 8.0) g/Kg de TPS e com 70g/Kg de sal em filés de peito de frango.

Utilizando cálculo descrito por Durand (2002), para produtos que não foram adicionados de estabilizantes protéicos, podemos aplicar nos experimentos 3 e 6 a seguinte equação: **fósforo adicionado expresso em % P_2O_5 = fósforo total expresso em % P_2O_5 - 0,024 x % proteínas totais.**

Deste modo, para o tratamento 3 temos o valor de fosfato adicionado de:

$$Y = 0,669 - (0,024 \times 20,55) = 0,669 - 0,493 = \mathbf{0,176 \%}$$

E para o experimento 6, o valor de:

$$Y = 0,730 - (0,024 \times 21,37) = 0,730 - 0,513 = \mathbf{0,217 \%}$$

Os valores de 0,18 % no tratamento 3 e de 0,22 % no tratamento 6 de fosfato adicionado nos filés de peito de frango, sem a interferência de estabilizantes protéicos, se aplicam ao estudo realizado por Zheng et al. (2000), especialmente no que diz respeito ao experimento em se que utilizou 25.0 g/Kg (pH 7.9) de TPS com 70g/Kg de sal.

6 CONCLUSÕES

De acordo com os achados do presente trabalho, pode-se concluir que:

- Em um processo de injeção e tampleamento devidamente padronizado, utilizando equipamentos calibrados, o tipo de salmoura não interfere na padronização dos índices de absorção dos filés de peito de frango. A média de absorção dos cortes variou de 6,70 % a 9,24 %, sem diferença significativa ($p < 0,05$);
- Os valores de pH das carnes injetadas permaneceram dentro da faixa de pH normal da carne de peito frango;
- Com a injeção dos cortes, a umidade aumentou na maioria dos tratamentos de forma significativa. As relações umidade /proteína apesar de não apresentaram muitas diferenças quanto ao tipo de salmoura injetada, foram todas superiores aos padrões determinados na legislação da União Européia;
- Os valores de proteína e gordura sofreram pouca variação, estando dentro do esperado para carne de frango *in natura*.
- Os dados gravimétricos, assim como os resultados obtidos pelas análises físico-químicas de pH, umidade, proteína, relação umidade/proteína e gordura não sofreram alterações de forma a fornecer indícios da adição das salmouras utilizadas no presente estudo;
- Os resultados das análises de cinzas, sódio e fosfato apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre aos tratamentos, tanto na adição de proteína isolada de soja quanto de tripolifosfato de sódio e sal;

- Os valores de cinzas, sódio e fosfato demonstraram que houve a adição das salmouras utilizadas no trabalho, sendo que essas análises, realizadas na rotina de laboratórios físico-química, possuem baixo custo e podem efetivamente fornecer indicativos de fraudes em cortes de frango quando são adicionados ilegalmente de proteína isolada de soja, tripolisfato de sódio e sal.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEF – Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frango. **Produção Brasileira de carne de frango**. Disponível:<<http://www.abef.com.br/>>. Acesso em 19 de junho de 2009.

ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E.; MILLS, E.W. **Principles of meat science**, 4.ed., Dubuque: Kendall/Unt, 2001. 354 p.

AGUIAR, A. P. S. **Opinião do consumidor e qualidade da carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção**. 70 p. Dissertação(Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

AGUIRRE, S.E. Ingredientes que aumentan la capacidad de retención de agua en productos cárnicos. **Carnetec**, v.6, p.32-37, 1999.

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

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18^a.ed. Gauthersburg: AOAC International, 2005. Cap. 39, p. 1-24.

ASSIS, M.T.Q.M.; DAMIAN, C. Frigorificação no abate de frangos. **Feed & Food**, v.27, p. 66-71, 2009.

BAILEY, F.J. A novel approach to the determination of soya proteins in meat products using peptide analysis. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.27, p.827-830, 1976.

BARROS, G.C. Fraudes em alimentos. **Boletim Informativo do CRMV/RJ**, v.37, p. 3, 1989.

BERKOWITZ, D.B.; WEBERT, D.W. Determination of soy in meat. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.70, p.85-90, 1987.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Portaria n°. 304/1996. **Diário Oficial da União (seção I)**, Brasília, 23/04/1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Portaria n°. 210/1998. Regulamento Técnico de Inspeção higiênico-sanitária e tecnológica de carnes de aves. **Diário Oficial da União (seção I)**, Brasília, 05/03/1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n°. 20/1999. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes, sal e salmoura. **Diário Oficial da União (seção I)**, Brasília, 09/09/1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Portaria n°. 15/2000. **Diário Oficial da União (seção I)**, Brasília, 28/04/2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n°. 89/2003. Regulamento técnico de identidade e qualidade de aves temperadas. **Diário Oficial da União (seção I)**, Brasília, n.246, 18/12/2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – Instrução Normativa n° 8 de 11 de março de 2009. Aprova o Método Oficial para Determinação dos Parâmetros para Avaliação do Teor Total de Água Contida em Cortes de Aves. . **Diário Oficial da União (seção I)**, Brasília, 12 de março de 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Regulamento Técnico – Atribuição de função de aditivos, aditivos e seus limites máximos de uso para a categoria 8 – carne e produtos cárneos. Portaria n°. 1004/1998. **Diário Oficial da União (seção I)**, Brasília, 11/12/1998b.

BUSES, H.; THOMPSON, L. Dip application of phosphates and marinade mix on

shelf life of vacuum-packaged chicken breast fillets. **Journal of Food Protection**, v.66, p.1701-1703, 2003.

CAPITA, R.; ALONSO-CALLEJA, C.; SIERRA, M.; MORENO, B.; GARCIA-FERNÁNDEZ, M.C. Effect of trisodium phosphate solutions washing on the sensory evaluation of poultry meat. **Meat Science**, v.55, p.471-474, 2000.

CASTRO, J. B. J. **Efeito do jejum alimentar na qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema convencional**. 44 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)) – Universidade Metodista de Piracicaba, 2006.

DURAND, P. **Tecnología de los productos de charcutería y salazones**, Zaragoza: Acribia, 2002. 556 p.

DUSEK, M.; KVASNICKA, F.; LUKASKOVA, L.; KRATKA, J. Isotachophoretic determination of added phosphate in meat products. **Meat Science**, v.65, p.765-769, 2003.

ELLIS, R.L. Chemical analysis of meat products. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.70, p.77-80, 1987.

FENG, J.; XIONG, Y. L.; MIKEL, W. B. Effects of thermally/enzymatically modified soy proteins on textural properties of pork frankfurters. **Journal of Food Science**, v.68, p.1220-1224, 2003.

FORREST, J.C. **Fundamentos de ciencia de la carne**, Zaragoza: Acribia, 1979, 364 p.

GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J. C. C.; MATTOS, E. C.; COSTA, A. M. M. A.; ROSA, A. F.; FELÍCIO, A. M.; REZENDE, F. M.; MICHELAN FILHO, T.; ELER, J. P.; SILVA, M. E. B.; NAKASHIMA, S. H. Correlações fenotípicas entre o peso do peito e características de qualidade de carne em frangos de linhagem macho. III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. Campinas – SP. **Anais...**, 2005.

HAGA, S.; OHASHI, T. Heat-induced gelation of a mixture of myosin B and soybean protein. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.48, p. 1001-1007, 1984.

HOOGENKAMP, H. W. **Soy protein and formulated meat products**. 1.ed., Oxfordshire: CABI Publishing; Cambridge: CABI Publishing, 2005. 301 p.

HUALLANCO, M. B. A. **Aplicação de um sistema de classificação de carcaças e cortes e feito pós abate da qualidade de cortes de frangos criados no sistema alternativo**. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Metodista de Piracicaba, 2004.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4^a.ed. Brasília: IAL, 2005, 1000p.

JUDGE, M. **Principles of meat science**, 2.ed., Dubuque: Kendall/Unt, 1989. 351 p.

JULIÃO, A. M. **Avaliação da composição centesimal e aceitação sensorial da carne de frango de linhagens comercial e tipo colonial comercializadas em nível varejista**. 104 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produtos de Origem Animal) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2003.

KENT, M.; ANDERSON, D. Dielectric studies of added water in poultry meat and scallops. **Journal of Food Engineering**, v. 28, p. 239-259, 1996.

LAWRIE, R. **Ciencia de la carne**, 2.ed., Zaragoza: Acribia, 1977. 456 p.

LAWRIE, R.A. **Lawrie's meat science**. 6.ed., Lancaster: Technomic, 1998. 336 p.

LEE, B.J.; HENDRICKS, D.G.; CORNFORTH, D. Effect of sodium phytate, sodium pyrophosphate and sodium tripolyphosphate on physico-chemical characteristics of restructured beef. **Meat Science**, v.50, p.273-283, 1998.

LYON, B.G.; SMITH, D.P.; SAVAGE, E.M. Descriptive sensory analysis of broiler

breast fillets marinated in phosphate, salt and acid solutions. **Poultry Science**, v.84, p.345-349, 2005.

NOVELLO, D. **Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frango de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca**. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

OFFER, G.; TRINICK, L. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. **Meat Science**, v.8, p.245-281, 1983.

OLIVO, R.; OLIVO, N. **O mundo das carnes**. 4.ed., Criciúma: Editora do Autor, 2006. 214 p.

OLIVO, R. **O mundo do frango**. 1.ed., Criciúma: Editora do Autor, 2006. 680 p.

OLIVO, R. O mundo do frango. In: BORTOLUZZI, R.C. **Marinados**. Criciúma: Editora do Autor, 2006. p. 473-480.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. V.2, 1.ed., Goiânia: Editora da Universidade Federal de Goiás, 1996. 522p.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. V.1, 2.ed., Goiânia: Editora da Universidade Federal de Goiás, 2001. 622p.

PEARSON, A.M.; YOUNG, R.B. **Muscle and Meat Biochemistry**. 1.ed., San Diego: Academic Press INC.; London: Academic Press Limited, 1989. 457 p.

PORTO, A. C. S.; TÔRRES, R. C. O.; ILHA, E. C.; LUIZ, M. T. B.; SANT'ANNA, E. S. Influência da composição da salmoura sobre os parâmetros físico-sensoriais e microbiológicos de filés de peito de frango marinados por imersão. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 18, p. 141-150, 2000.

RANKEN, M.D. **Handbook of meat product technology**, Oxford: Blackwell Science, 2000. 212 p.

ROÇA, R.O.; SERRANO, A.M.; BONASSI, I.A. Influência da utilização da proteína texturizada de soja nas características sensoriais, químicas e funcionais e de processamento do fiambre de frango. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1763-1768, 1994.

ROÇA, R. O. Desenvolvimento de método para avaliação da absorção de água em carcaças e cortes de frangos. **Apostila...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2006. 10 p.

ROCHA, A.E. El concentrado de soya y su aplicación en la carne molida. **Carnetec**, v.4, p.26-29, 1997.

ROCHA, A.E. El marinado de la carne de ave. **Carnetec**, v.7, p. 28-32, 2000.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Efeitos dos níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase. **Ciência Agrotécnica**, v. 26, p. 1313-1321, 2002.

SHEARD, P.R.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I.; PERRY, A.; TAYLOR, A.A. Injection of water and polyphosphate into pork to improve juiciness and tenderness after cooking. **Meat Science**, v.51, p.371-376, 1999.

SHEARD, P.R.; TALI, A. Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin. **Meat Science**, v.68, p.305-311, 2004.

SHIMIKOMAKI, M; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. 1.ed., São Paulo: Varela Editora e Livraria Ltda., 2006. 236 p.

SOUZA, R.M.; SILVA, T.J.P.; SAMPAIO; I.B.M., MARTINS, R.T.; LAGE, M.E. Variação dos índices de umidade, proteína, gordura e cinzas em salsichas fabricadas com diferentes teores de proteína texturizada de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.46, p.697-701, 1994a.

SOUZA, R.M.; SILVA, T.J.P.; SAMPAIO; I.B.M., MARTINS, R.T. Utilização da microscopia óptica na quantificação de constituintes não cárneos em salsichas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.46, p.703-711, 1994b.

TAKEITI, C.Y.; SOUZA, A.S.; NETTO, F.M. Influência do tratamento térmico nas propriedades de solubilidade e de emulsificação de isolados protéicos de soja e de seus hidrolisados enzimáticos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, p.87-101, 2004.

UDAETA, J.E.M.; TERRA, N.N. A proteína isolada de soja no presunto “*cook-in*”. **Higiene Alimentar**, v.10, p.36-40, 1996.

UNIÃO EUROPÉIA, Regulamento (CE) nº 543/2008 da Comissão, que estabelece regras de execução do Regulamento (CE) nº 1234/2007 do Conselho no que respeita às normas de comercialização para a carne de aves de capoeira. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias**, Bruxelas, 2008.

USDA - United States Department of Agriculture, Nutrient database for standart reference. **Agriculture Handbook**, v. 15, Washington, 2002.

VELAZCO, J. El proceso de inyección desde el punto de vista fisiológico. **Carnetec**, v.6, p.24-29, 1999.

VIANA, A.G. Tecnologia de marinados, *glazes* e *rubs*. **Revista Nacional da Carne**, v.335, p. 64-68, 2005.

VIEIRA, E. T. T. **Influência do processo de congelamento na qualidade do peito de frango**. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) –

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai, Erechim, 2007.

WHITAKER, H. M. A.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; ROÇA, R. O.; VAROLLI, J. C.; SALDANHA, E. P. B. Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho e a avaliação de carcaças de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v. 4, 001-002, 2002.

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

XARGAYÓ, M.; LAGARES, J.; FERNÁNDES, E.; BORREL, D.; JUNCÁ, G. UNa solución definitiva para mejorar La textura de La carne. **Departamento Tecnológico de Metalquimia**. Disponível: <http://www.metalquimia.com/>. Acesso em: 15 de março de 2009.

XIONG, Y. L.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; BLANCHARD, S. P.; STRAW, M. L. Variations in muscle chemical composition, pH and protein extractability among eight different broiler crosses. **Poultry Science**, v.72, p. 568-583, 1993.

XIONG, Y.L.; KUPSKI, D.R. Time-dependent marinade absorption and retention, cooking yield and palatability of chicken filets marinated in various phosphate solutions. **Poultry Science**, v.78, p.1053-1059, 1999.

XIONG, Y. L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International**, v.38, p. 281-287, 2005.

YOUNG, L. L.; LYON, C. E. Effect of postchill aging and sodium tripoliphosphate on moisture binding properties, color, and warner-bratzler shear values of chicken breast meat. **Poultry Science**, v. 76, p. 1587-1590, 1997.

ZAPATA, J. F. F.; ANDRADE, A. A.; ASSUNÇÃO, G. B.; BARRETO; S. C. S.; ABREU, V. K. G.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; GARRUTI, D. S. Efeitos da raça e do congelamento sobre parâmetros de qualidade da carne de peito de frango. In: III Congresso Brasileiro de Carnes, 2005, São Pedro. **Anais...CD**, 2005.

ZHENG, M.; DETIENNE, N.A.; BARNES, B.W.; WUCKER, L. Tenderness and yields of poultry breast influenced by phosphate type and concentration marinade. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.81, p. 82-87, 2000.

APÊNDICE 1 – Formulários preenchidos para as análises gravimétricas.

| Tratamento 1 (I - 17/07/2008) | | | | |
|--|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Quantidade de salmoura preparada: 250 litros | | | | |
| Quantidade de proteína isolada de soja adicionada na salmoura: 10 Kg | | | | |
| Quantidade de tripolifosfato de sódio (65% TPS + 35% NaCl) adicionado: 0 Kg | | | | |
| PH da salmoura: 7,48 e 7,50 | | | | |
| Nº da amostra | Identificação | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) | % absorção |
| 1 | V847948 | 0,243 | 0,258 | 6,17 |
| 2 | B069171 | 0,240 | 0,251 | 4,58 |
| 3 | B005445 | 0,248 | 0,267 | 7,66 |
| 4 | N550997 | 0,210 | 0,228 | 8,57 |
| 5 | K403515 | 0,198 | 0,215 | 8,59 |
| 6 | Z994337 | 0,215 | 0,227 | 5,58 |
| 7 | T736848 | 0,249 | 0,263 | 5,62 |
| 8 | Z958060 | 0,246 | 0,263 | 6,91 |
| 9 | G338778 | 0,239 | 0,255 | 6,69 |
| 10 | V847959 | 0,250 | 0,263 | 5,20 |
| 11 | U772115 | 0,242 | 0,256 | 5,79 |
| 12 | K449881 | 0,225 | 0,240 | 6,67 |
| 13* | J403515 | 0,223 | 0,233 | 4,48 |
| 14 | N550990 | 0,239 | 0,253 | 5,86 |
| 15 | E281382 | 0,215 | 0,228 | 6,05 |
| 16 | Y958060 | 0,227 | 0,241 | 6,17 |
| 17 | C170282 | 0,243 | 0,259 | 6,58 |
| 18* | A005442 | 0,249 | 0,270 | 8,43 |
| 19 | L514626 | 0,249 | 0,266 | 6,83 |
| 20 | G338770 | 0,230 | 0,247 | 7,39 |
| 21 | R625737 | 0,250 | 0,270 | 8,00 |
| 22* | H392404 | 0,247 | 0,267 | 8,10 |
| 23 | P625726 | 0,245 | 0,258 | 5,31 |
| 24* | L652285 | 0,235 | 0,250 | 6,38 |
| 25 | C170279 | 0,232 | 0,247 | 6,47 |
| 26 | Z096798 | 0,237 | 0,255 | 7,59 |
| 27 | N652365 | 0,215 | 0,233 | 8,37 |
| 28 | J403501 | 0,234 | 0,252 | 7,69 |
| 29* | X985698 | 0,236 | 0,250 | 5,93 |
| 30 | D218921 | 0,231 | 0,248 | 7,36 |

| Tratamento 2 (III - 17/07/2008) | | | | |
|--|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Quantidade de salmoura preparada: 250 litros | | | | |
| Quantidade de proteína isolada de soja adicionada na salmoura: 20 Kg | | | | |
| Quantidade de tripolifosfato de sódio (65% TPS + 35% NaCl) adicionado: 0 Kg | | | | |
| PH da salmoura: 7,27 e 7,30 | | | | |
| Nº da amostra | Identificação | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) | % absorção |
| 1 | G430131 | 0,243 | 0,261 | 7,41 |
| 2* | X847926 | 0,198 | 0,212 | 7,07 |
| 3 | A107811 | 0,201 | 0,219 | 8,96 |
| 4 | A069171 | 0,243 | 0,266 | 9,47 |
| 5 | C218923 | 0,227 | 0,244 | 7,49 |
| 6 | N514615 | 0,227 | 0,250 | 10,13 |
| 7 | D107811 | 0,209 | 0,224 | 7,18 |
| 8 | B069167 | 0,252 | 0,272 | 7,94 |
| 9 | G392491 | 0,228 | 0,250 | 9,65 |
| 10 | C170278 | 0,204 | 0,219 | 7,35 |
| 11 | V847945 | 0,253 | 0,272 | 7,51 |
| 12 | B107812 | 0,231 | 0,247 | 6,93 |
| 13 | X847946 | 0,214 | 0,230 | 7,48 |
| 14 | H430143 | 0,222 | 0,242 | 9,01 |
| 15* | F329032 | 0,244 | 0,263 | 7,79 |
| 16 | G430144 | 0,244 | 0,266 | 9,02 |
| 17 | Z958037 | 0,246 | 0,268 | 8,94 |
| 18* | R625724 | 0,210 | 0,230 | 9,52 |
| 19 | F329941 | 0,250 | 0,272 | 8,80 |
| 20* | H392492 | 0,251 | 0,269 | 7,17 |
| 21 | F329021 | 0,220 | 0,239 | 8,64 |
| 22 | T874576 | 0,221 | 0,243 | 9,95 |
| 23 | X985687 | 0,225 | 0,242 | 7,56 |
| 24 | R763476 | 0,253 | 0,278 | 9,88 |
| 25 | G392471 | 0,251 | 0,277 | 10,36 |
| 26* | X985699 | 0,253 | 0,272 | 7,51 |
| 27 | B069169 | 0,225 | 0,243 | 8,00 |
| 28 | A069160 | 0,227 | 0,242 | 6,61 |
| 29 | P625724 | 0,231 | 0,252 | 9,09 |
| 30 | U736836 | 0,218 | 0,238 | 9,17 |

| Tratamento 3 (I - 10/09/2008) | | | | |
|---|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Quantidade de salmoura preparada: 250 litros | | | | |
| Quantidade de proteína isolada de soja adicionada na salmoura: 0 Kg | | | | |
| Quantidade de tripolifosfato de sódio (65% TPS + 35% NaCl) adicionado: 12,5 Kg | | | | |
| PH da salmoura: 8,88 e 8,89 | | | | |
| Nº da amostra | Identificação | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) | % absorção |
| 1* | X985646 | 0,202 | 0,219 | 8,42 |
| 2* | R661848 | 0,249 | 0,272 | 9,24 |
| 3 | N652217 | 0,244 | 0,261 | 6,97 |
| 4 | F329081 | 0,222 | 0,244 | 9,91 |
| 5 | D218860 | 0,244 | 0,269 | 10,25 |
| 6 | U874438 | 0,249 | 0,267 | 7,23 |
| 7 | H430068 | 0,214 | 0,229 | 7,01 |
| 8 | N652216 | 0,248 | 0,263 | 6,05 |
| 9 | P763315 | 0,238 | 0,257 | 7,98 |
| 10 | A107759 | 0,210 | 0,229 | 9,05 |
| 11 | F329984 | 0,246 | 0,275 | 11,79 |
| 12 | X985540 | 0,224 | 0,247 | 10,27 |
| 13 | Y994172 | 0,208 | 0,231 | 11,06 |
| 14 | R763425 | 0,251 | 0,267 | 6,37 |
| 15 | R763328 | 0,251 | 0,266 | 5,98 |
| 16 | P763392 | 0,240 | 0,259 | 7,92 |
| 17 | T772946 | 0,246 | 0,266 | 8,13 |
| 18* | J541192 | 0,249 | 0,273 | 9,64 |
| 19 | B107761 | 0,242 | 0,264 | 9,09 |
| 20 | D218970 | 0,230 | 0,248 | 7,83 |
| 21 | T874425 | 0,219 | 0,249 | 13,70 |
| 22 | U874437 | 0,251 | 0,273 | 8,76 |
| 23* | K541216 | 0,245 | 0,269 | 9,80 |
| 24 | B107759 | 0,251 | 0,273 | 8,76 |
| 25* | K449627 | 0,249 | 0,272 | 9,24 |
| 26 | R763326 | 0,228 | 0,245 | 7,46 |
| 27 | U874425 | 0,218 | 0,241 | 10,55 |
| 28 | A107761 | 0,229 | 0,245 | 6,99 |
| 29 | Z096624 | 0,248 | 0,268 | 8,06 |
| 30 | C218871 | 0,224 | 0,240 | 7,14 |

| Tratamento 4 (II - 10/09/2008) | | | | |
|---|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Quantidade de salmoura preparada: 250 litros | | | | |
| Quantidade de proteína isolada de soja adicionada na salmoura: 10 Kg | | | | |
| Quantidade de tripolifosfato de sódio (65% TPS + 35% NaCl) adicionado: 12,5 Kg | | | | |
| PH da salmoura: 8,25 e 8,25 | | | | |
| Nº da amostra | Identificação | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) | % absorção |
| 1* | H430104 | 0,252 | 0,274 | 8,73 |
| 2 | H430082 | 0,251 | 0,275 | 9,56 |
| 3 | K541105 | 0,245 | 0,266 | 8,57 |
| 4* | N652203 | 0,249 | 0,268 | 7,63 |
| 5* | L652314 | 0,250 | 0,265 | 6,00 |
| 6 | N652204 | 0,228 | 0,245 | 7,46 |
| 7 | G430082 | 0,249 | 0,272 | 9,24 |
| 8 | F329982 | 0,248 | 0,271 | 9,27 |
| 9* | R763327 | 0,250 | 0,274 | 9,60 |
| 10 | G430192 | 0,243 | 0,256 | 5,35 |
| 11 | T874438 | 0,250 | 0,272 | 8,80 |
| 12 | T874426 | 0,251 | 0,274 | 9,16 |
| 13 | T874439 | 0,232 | 0,250 | 7,76 |
| 14 | Z096659 | 0,251 | 0,273 | 8,76 |
| 15 | F329983 | 0,251 | 0,270 | 7,57 |
| 16 | N652313 | 0,250 | 0,272 | 8,80 |
| 17 | C218869 | 0,241 | 0,258 | 7,05 |
| 18 | X985549 | 0,247 | 0,261 | 5,67 |
| 19 | D218871 | 0,247 | 0,268 | 8,50 |
| 20 | U874549 | 0,248 | 0,267 | 7,66 |
| 21 | G430081 | 0,244 | 0,267 | 9,43 |
| 22 | J541193 | 0,237 | 0,255 | 7,59 |
| 23 | L652313 | 0,233 | 0,253 | 8,58 |
| 24* | K541202 | 0,241 | 0,260 | 7,88 |
| 25 | F329080 | 0,205 | 0,222 | 8,29 |
| 26 | C218872 | 0,244 | 0,263 | 7,79 |
| 27 | 430069 | 0,249 | 0,271 | 8,84 |
| 28 | K449626 | 0,213 | 0,230 | 7,98 |
| 29 | A107872 | 0,251 | 0,274 | 9,16 |
| 30 | K541104 | 0,231 | 0,256 | 10,82 |

| Tratamento 5 (III - 10/09/2008) | | | | |
|---|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Quantidade de salmoura preparada: 250 litros | | | | |
| Quantidade de proteína isolada de soja adicionada na salmoura: 20 Kg | | | | |
| Quantidade de tripolifosfato de sódio (65% TPS + 35% NaCl) adicionado: 12,5 Kg | | | | |
| PH da salmoura: 7,97 e 7,97 | | | | |
| Nº da amostra | Identificação | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) | % absorção |
| 1 | P763314 | 0,241 | 0,257 | 6,64 |
| 2* | Y096623 | 0,253 | 0,269 | 6,32 |
| 3 | C218860 | 0,240 | 0,264 | 10,00 |
| 4 | L652203 | 0,250 | 0,273 | 9,20 |
| 5 | X985536 | 0,253 | 0,274 | 8,30 |
| 6 | H430094 | 0,209 | 0,228 | 9,09 |
| 7* | Z994172 | 0,199 | 0,221 | 11,06 |
| 8 | Y096648 | 0,227 | 0,249 | 9,69 |
| 9 | K541192 | 0,247 | 0,267 | 8,10 |
| 10 | Z096650 | 0,249 | 0,268 | 7,63 |
| 11 | L652215 | 0,242 | 0,268 | 10,74 |
| 12* | R661849 | 0,235 | 0,254 | 8,09 |
| 13 | J541104 | 0,244 | 0,265 | 8,61 |
| 14 | Y096659 | 0,199 | 0,221 | 11,06 |
| 15 | K541106 | 0,250 | 0,279 | 11,60 |
| 16 | B107758 | 0,233 | 0,253 | 8,58 |
| 17 | X985537 | 0,255 | 0,277 | 8,63 |
| 18 | Z096760 | 0,232 | 0,253 | 9,05 |
| 19* | F329970 | 0,250 | 0,273 | 9,20 |
| 20 | Z096626 | 0,252 | 0,281 | 10,32 |
| 21 | Z096648 | 0,230 | 0,251 | 9,13 |
| 22* | P763326 | 0,249 | 0,271 | 8,84 |
| 23 | A107758 | 0,249 | 0,272 | 9,24 |
| 24 | D218869 | 0,235 | 0,256 | 8,94 |
| 25 | D218982 | 0,247 | 0,263 | 6,48 |
| 26 | F329958 | 0,250 | 0,271 | 8,40 |
| 27 | H430081 | 0,238 | 0,260 | 9,24 |
| 28 | X985511 | 0,250 | 0,274 | 9,60 |
| 29 | T874535 | 0,252 | 0,274 | 8,73 |
| 30 | K541193 | 0,238 | 0,255 | 7,14 |

| Tratamento 6 (I - 03/09/2008) | | | | |
|---|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Quantidade de salmoura preparada: 250 litros | | | | |
| Quantidade de proteína isolada de soja adicionada na salmoura: 0 Kg | | | | |
| Quantidade de tripolifosfato de sódio (65% TPS + 35% NaCl) adicionado: 25 Kg | | | | |
| PH da salmoura: 9,03 e 9,01 | | | | |
| Nº da amostra | Identificação | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) | % absorção |
| 1 | Y096812 | 0,241 | 0,260 | 7,88 |
| 2 | T218034 | 0,244 | 0,264 | 8,20 |
| 3 | R763589 | 0,249 | 0,266 | 6,83 |
| 4 | L652479 | 0,213 | 0,231 | 8,45 |
| 5* | N652325 | 0,243 | 0,264 | 8,64 |
| 6 | A107922 | 0,207 | 0,225 | 8,70 |
| 7 | U874690 | 0,207 | 0,227 | 9,66 |
| 8 | J541367 | 0,249 | 0,271 | 8,84 |
| 9 | L652478 | 0,246 | 0,265 | 7,72 |
| 10 | R763436 | 0,254 | 0,272 | 7,09 |
| 11 | Z096811 | 0,206 | 0,229 | 11,17 |
| 12 | X985700 | 0,250 | 0,267 | 6,80 |
| 13 | N652478 | 0,210 | 0,228 | 8,57 |
| 14 | A107871 | 0,213 | 0,227 | 6,57 |
| 15 | X985701 | 0,252 | 0,266 | 5,56 |
| 16 | U874693 | 0,238 | 0,258 | 8,40 |
| 17 | T874690 | 0,252 | 0,270 | 7,14 |
| 18 | U874699 | 0,250 | 0,268 | 7,20 |
| 19* | G430257 | 0,242 | 0,258 | 6,61 |
| 20 | P763589 | 0,219 | 0,234 | 6,85 |
| 21 | P763580 | 0,239 | 0,255 | 6,69 |
| 22 | A107924 | 0,242 | 0,260 | 7,44 |
| 23 | L652472 | 0,250 | 0,266 | 6,40 |
| 24 | U874593 | 0,199 | 0,217 | 9,05 |
| 25 | R763583 | 0,226 | 0,243 | 7,52 |
| 26* | G218035 | 0,232 | 0,248 | 6,90 |
| 27 | J541361 | 0,227 | 0,246 | 8,37 |
| 28* | D218035 | 0,252 | 0,273 | 8,33 |
| 29 | X985705 | 0,238 | 0,255 | 7,14 |
| 30* | J541368 | 0,248 | 0,272 | 9,68 |

| Tratamento 7 (II - 03/09/2008) | | | | |
|---|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Quantidade de salmoura preparada: 250 litros | | | | |
| Quantidade de proteína isolada de soja adicionada na salmoura: 10 Kg | | | | |
| Quantidade de tripolifosfato de sódio (65% TPS + 35% NaCl) adicionado: 25 Kg | | | | |
| PH da salmoura: 8,77 e 8,70 e 8,70 | | | | |
| Nº da amostra | Identificação | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) | % absorção |
| 1 | L652325 | 0,198 | 0,214 | 8,08 |
| 2 | X985650 | 0,250 | 0,268 | 7,20 |
| 3 | N652479 | 0,239 | 0,261 | 9,21 |
| 4 | G430258 | 0,238 | 0,266 | 11,76 |
| 5 | Y096813 | 0,220 | 0,238 | 8,18 |
| 6 | N652477 | 0,210 | 0,226 | 7,62 |
| 7 | A107870 | 0,255 | 0,279 | 9,41 |
| 8 | Z096812 | 0,246 | 0,265 | 7,72 |
| 9 | Y096811 | 0,201 | 0,218 | 8,46 |
| 10* | F329147 | 0,245 | 0,258 | 5,31 |
| 11 | H430258 | 0,214 | 0,232 | 8,41 |
| 12 | F329146 | 0,239 | 0,258 | 7,95 |
| 13 | K541360 | 0,239 | 0,256 | 7,11 |
| 14 | K541368 | 0,239 | 0,256 | 7,11 |
| 15 | H430256 | 0,247 | 0,269 | 8,91 |
| 16 | U874692 | 0,227 | 0,249 | 9,69 |
| 17* | Z096813 | 0,221 | 0,239 | 8,14 |
| 18 | C218982 | 0,214 | 0,233 | 8,88 |
| 19 | K541366 | 0,226 | 0,245 | 8,41 |
| 20 | T874699 | 0,228 | 0,247 | 8,33 |
| 21 | F329145 | 0,230 | 0,250 | 8,70 |
| 22* | J541214 | 0,239 | 0,254 | 6,28 |
| 23* | U874548 | 0,237 | 0,253 | 6,75 |
| 24 | C218034 | 0,245 | 0,266 | 8,57 |
| 25 | G430250 | 0,249 | 0,266 | 6,83 |
| 26 | K541367 | 0,223 | 0,230 | 3,14 |
| 27 | K541361 | 0,206 | 0,225 | 9,22 |
| 28 | F329094 | 0,230 | 0,253 | 10,00 |
| 29 | U874547 | 0,234 | 0,251 | 7,26 |
| 30* | F329092 | 0,241 | 0,260 | 7,88 |

| Tratamento 8 (III - 03/09/2008) | | | | |
|---|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Quantidade de salmoura preparada: 250 litros | | | | |
| Quantidade de proteína isolada de soja adicionada na salmoura: 20 Kg | | | | |
| Quantidade de tripolifosfato de sódio (65% TPS + 35% NaCl) adicionado: 25 Kg | | | | |
| PH da salmoura: 8,48 e 8,51 | | | | |
| Nº da amostra | Identificação | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) | % absorção |
| 1* | Y096758 | 0,222 | 0,243 | 9,46 |
| 2 | D218979 | 0,255 | 0,273 | 7,06 |
| 3 | C218981 | 0,222 | 0,245 | 10,36 |
| 4 | G430103 | 0,220 | 0,239 | 8,64 |
| 5 | Z096757 | 0,229 | 0,252 | 10,04 |
| 6 | G430191 | 0,250 | 0,271 | 8,40 |
| 7 | P763436 | 0,213 | 0,231 | 8,45 |
| 8 | T874536 | 0,211 | 0,228 | 8,06 |
| 9* | Y096769 | 0,254 | 0,273 | 7,48 |
| 10 | F329093 | 0,256 | 0,282 | 10,16 |
| 11 | Z096769 | 0,240 | 0,261 | 8,75 |
| 12 | N652327 | 0,242 | 0,262 | 8,26 |
| 13 | H430192 | 0,245 | 0,270 | 10,20 |
| 14 | K541214 | 0,231 | 0,256 | 10,82 |
| 15 | B107871 | 0,213 | 0,233 | 9,39 |
| 16 | T874547 | 0,207 | 0,228 | 10,14 |
| 17 | J541216 | 0,248 | 0,269 | 8,47 |
| 18 | K541260 | 0,213 | 0,232 | 8,92 |
| 19 | H430191 | 0,203 | 0,220 | 8,37 |
| 20* | H430103 | 0,252 | 0,275 | 9,13 |
| 21 | N652472 | 0,243 | 0,265 | 9,05 |
| 22 | A107923 | 0,248 | 0,271 | 9,27 |
| 23 | G430256 | 0,251 | 0,276 | 9,96 |
| 24* | Y096761 | 0,196 | 0,219 | 11,73 |
| 25 | J541215 | 0,214 | 0,233 | 8,88 |
| 26 | R763588 | 0,248 | 0,274 | 10,48 |
| 27 | U874590 | 0,232 | 0,256 | 10,34 |
| 28* | L652326 | 0,236 | 0,257 | 8,90 |
| 29 | B107870 | 0,216 | 0,234 | 8,33 |
| 30 | P763438 | 0,217 | 0,238 | 9,68 |

APÊNICE 2 – Curva utilizada na análise de fosfato (420nm).

| Volume (mL) | Valores da Curva Concentração (mcg) | Absorbância |
|-------------|--|-------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0,2 | 0,048 |
| 2 | 0,4 | 0,096 |
| 3 | 0,6 | 0,144 |
| 4 | 0,8 | 0,19 |
| 6 | 1,2 | 0,284 |
| 8 | 1,6 | 0,372 |
| 10 | 2 | 0,468 |

