

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HEITOR DAGUER

**EFEITOS DA INJEÇÃO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS
NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS
E SENSORIAIS DO LOMBO SUÍNO**

CURITIBA

2009

HEITOR DAGUER

**EFEITOS DA INJEÇÃO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS
NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS
E SENSORIAIS DO LOMBO SUÍNO**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Tecnologia de Alimentos ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luciano dos Santos Bersot.

CURITIBA

2009

D128

Daguer, Heitor.

Efeitos da injeção de ingredientes não carneos nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno / Heitor Daguer. –

Curitiba: 2009.

187 f.

Orientação Luciano dos Santos Bersot.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, 2009.

Inclui anexo e bibliografia.

1. Tecnologia de Alimentos. 2. Carne de Porco - Qualidade I. Título.

CDD 664.92924

HEITOR DAGUER

**EFEITOS DA INJEÇÃO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO LOMBO SUÍNO**

Tese aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, pela comissão formada pelos professores:

Prof. Dr. LUCIANO DOS SANTOS BERSOT
Orientador/PPGTA/UFPR

Prof. Dr. TEÓFILO JOSÉ PIMENTEL DA SILVA
MTA/FV/UFF

Prof^a. Dr^a. RENATA ERLUND FREITAS DE MACEDO
PUCPR

Prof^a. Dr^a. NINA WASZCZYNSKYJ
PPGTA/UFPR

Prof. Dr. WALFRIDO KÜHL SVOBODA
SCC/UFPR

Curitiba, 14 de dezembro de 2009.

DEDICATÓRIAS

*Dedico este trabalho aos meus filhos Pedro Henrique e Nathália,
pelos momentos que lhes foram roubados.*

*À memória de Marly Fernandes Montenegro, Química e Médica Veterinária,
pelo eterno incentivo e pelos conhecimentos compartilhados.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar registrada minha eterna gratidão às seguintes pessoas, sem as quais este trabalho não teria sido realizado:

- Minha esposa **Danielle Pelajo Daguer**, por todo o carinho, apoio e compreensão em meus momentos de afastamento;
- Meus pais **Regina Maria Daguer** e **Pedro Jorge Daguer**, pelo apoio quando das longas estadas no Rio de Janeiro e pelo eterno incentivo;
- **Luciano dos Santos Bersot**, eterno amigo, orientador e grande Médico Veterinário, pela orientação na execução do presente trabalho;
- **Joseli Catarina Schimanski**, pela amizade, pelas longas conversas e pela carinhosa acolhida em Curitiba;
- **Vinicius Cunha Barcellos**, Diretor do *Campus* Palotina/UFPR, amigo sempre presente, pelas diversas sugestões desde o início deste trabalho e pelos momentos de descontração em Curitiba;
- **Paulo Roberto Krainski**, Secretário do PPGTA, e Prof^a. **Agnes de Paula Scheer**, Coordenadora do PPGTA, por todo o apoio durante o curso;
- **Roberto Juliatto**, Engenheiro de Alimentos, e **Audrey Zimmermann**, Tecnóloga de Alimentos, do Frigorífico Juliatto de São José dos Pinhais/PR, por todo o apoio durante as etapas experimentais de processamento;
- Todo o pessoal da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, em especial a **Rogério Germani** (Chefe Adjunto); aos Pesquisadores **Marília Penteado Stephan** (Laboratório de Bioquímica de Alimentos), **Rosires Deliza** (Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental) e **Ronoel Luiz de Oliveira Godoy** (Laboratório de Cromatografia Líquida), pela acolhida em seus laboratórios; e aos Analistas **Sidney Pacheco** (Laboratório de Cromatografia Líquida) e **José Carlos de Sá Ferreira** (Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental), pela atenciosa ajuda, sem a qual seria impossível a execução desta pesquisa;
- **Arlene Gaspar**, professora de Tecnologia de Carnes da UFRRJ, pelo auxílio na fase inicial de execução da presente pesquisa;

- **Ecilda Batista, Emilia Tirie Higashiyama e Heidi Derksen e Silva**, Fiscais Federais Agropecuários, pela simpática acolhida no laboratório do Ministério da Agricultura em Curitiba, e pelo apoio na execução das análises físico-químicas;
- **Adriana de Cássia Neves, Alex William Hofmeister, Cristhiane Stecanella de Oliveira Cattani, Fernando Luiz Freiburger, João Marcos Nacif da Costa, Michel Tavares Quinteiro Milcent Assis e Patricia Rosa Malinski**, Fiscais Federais Agropecuários, colegas do Ministério da Agricultura na SFA/SC, pela amizade e pelo apoio nos momentos de afastamento;
- Todos os colegas da SFA/SC que participaram das inúmeras sessões de análise sensorial;
- **Gisele Olivo, Renata Bongioio e Patricia Taha**, do LABCAL/UFSC, por todas as orientações fornecidas e pelo auxílio nas análises de sódio e fósforo;
- **Caroline Pissetti, Patricia Damian da Silva e Camila Berretta Silveira**, acadêmicas de Medicina Veterinária da UDESC, pelo inestimável auxílio na análise sensorial e na pesquisa com consumidores;
- **Lidia Cristina Almeida Picinin**, Professora de Inspeção de Produtos de Origem Animal do Centro de Ciências Agroveterinárias da UDESC, pelas oportunidades concedidas e pelo apoio com as estagiárias que muito contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho;
- **Arturo Barmann**, da Laborclin Produtos para Laboratórios Ltda., pelo material fornecido para a realização das análises microbiológicas;
- A todos os colegas de pós-graduação da UFPR, em especial a **Anne Caroline Wiecheteck de Brito, Bogdan Demczuk Junior, Marcelo Giordani Minozzo e Vânia de Cássia da Fonseca**, pelos bons momentos e pela ajuda sempre que necessária;
- Aos professores que participaram da comissão examinadora deste trabalho, pela disposição a contribuir com o mesmo;
- A todos que contribuíram de alguma forma para a execução da presente pesquisa, meus sinceros agradecimentos. Vocês jamais serão esquecidos!

*“O todo sem a parte não é todo,
A parte sem o todo não é parte,
Mas se a parte o faz todo, sendo parte,
Não se diga, que é parte, sendo todo”.*

**Gregório de Matos e Guerra
(1636-1695)**

RESUMO

Avaliaram-se os efeitos da injeção de salmouras contendo combinações de concentrado proteico de soro de leite (CPSL), proteína isolada de soja (PIS), tripolifosfato de sódio (STTP) e cloreto de sódio nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno (*M. longissimus*). Lombos foram injetados com 15% de salmoura e comparados ao controle não injetado. Observou-se aumento significativo de umidade, cinzas e sódio nas amostras injetadas, acompanhado do decréscimo significativo da proteína. O fósforo adicionado aumentou significativamente nos tratamentos com STTP, variando de 393,89 a 516,72mg/100g nas amostras não adicionadas desse ingrediente. CPSL foi o ingrediente mais eficaz em reduzir a rancificação, levando a menores valores de substâncias reagentes ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS). STTP aumentou a capacidade de retenção de água, levando a melhores desempenhos na perda por exsudação, rendimento de cocção e perda por descongelamento e apresentando efeito sinérgico significativo com as proteínas não cárneas. A eletroforese em gel de poliacrilamida com dodecil-sulfato de sódio (SDS-PAGE) foi realizada para separação das proteínas, obtendo sucesso para detecção do CPSL, mas foi incapaz de separar a soja, cujas proteínas se sobrepuseram às da carne. Com a utilização de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) quantificou-se a soja pelas isoflavonas, obtendo-se valores próximos ao valor adicionado nas formulações (1,5%). Não foram detectadas diferenças significativas nos teores dos aminoácidos, exceto para fenilalanina e histidina que diminuíram nos tratamentos com CPSL. A análise sensorial realizada com 12 julgadores treinados indicou que as proteínas não cárneas, quando utilizadas sem associação ao STTP, não foram eficazes para melhorar a suculência. No entanto, a utilização de STTP nem sempre foi capaz de melhorar a maciez das amostras. Quando submetidas à análise sensorial de julgadores não treinados ($n = 47$), as amostras injetadas foram preferidas por até 97,87% dos julgadores, sendo reconhecidas como superiores ao controle. A análise da coloração revelou que a utilização de ingredientes não cárneos aumentou a luminosidade (L^*), enquanto a intensidade de vermelho (a^*) dos tratamentos foi menor que o controle. Não houve alterações sensíveis de intensidade de amarelo (b^*). Após 120 dias de estocagem, o controle apresentou L^* maior, enquanto a^* não variou significativamente. Com exceção dos tratamentos com CPSL, b^* aumentou durante a estocagem. O controle apresentou maiores picos de força de cisalhamento, indicando que a injeção de ingredientes melhorou a textura. Estudo realizado com 450 consumidores de carne suína em Florianópolis, Goiânia e Rio de Janeiro revelou que 55,78% dos entrevistados decididamente comprariam ou provavelmente comprariam lombo injetado com base no rótulo. No Rio de Janeiro, houve maior aceitação, ocorrendo maior rejeição em Goiânia. A associação de proteínas não cárneas ao STTP é uma alternativa eficaz em melhorar características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno, trazendo benefícios pela inibição da rancificação e pelo incremento da textura. Porém, a validação de técnicas analíticas para controle desses ingredientes é necessária para subsidiar a fiscalização e toda a informação aos consumidores deve ser ostensivamente fornecida, evitando conflito com a carne *in natura*.

Palavras-chave: carne suína; injeção; proteínas não cárneas; fosfato; análise sensorial; eletroforese; cromatografia líquida.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of the injection of different brines containing whey protein concentrate (WPC), soy protein isolate (SPI), sodium tripolyphosphate (STTP) and sodium chloride (NaCl) on physicochemical and sensorial properties of pork loins (*M. longissimus*). Loins were pumped to 115% of brine and compared to a non-injected control. Moisture, ashes and sodium content have significantly increased, while net protein has significantly decreased on the injected samples. Phosphorus has significantly increased on the treatments with STTP, ranging from 393.89 to 516.72mg/100g on the samples without STTP. Lipid oxidation was measured by TBARS revealing WPC as the most efficient ingredient, leading to lower TBARS values during storage. STTP was the most efficient ingredient on increasing water holding capacity, leading to better performances on purge loss, cooking yield and thawing loss. Thus, STTP had a significant, synergic effect with non-meat proteins. Sodium dodecyl-sulfate polyacrilamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) has been performed to separate non-meat proteins from intrinsic muscle proteins. WPC has been successfully detected by SDS-PAGE, but soy proteins overlapped with meat proteins. Soy has been successfully quantified by extraction of its isoflavones and subsequent separation by high performance liquid chromatography (HPLC). Excepting for the treatments injected with WPC, no significant differences have been detected in aminoacid profiles. Compared to the non-injected control, WPC led to a significant less phenylalanine and histidine content. Sensorial analysis has been performed with 12 trained panelists indicating that non-meat proteins are unable to enhance pork juiciness when used without association with STTP. However, the use of STTP was not always able to improve pork tenderness as detected by panelists. When subjected to sensorial analysis with untrained panelists (n = 47), injected pork was preferred by up to 97.87%, being significantly recognized as superior. The use of non meat ingredients increased brightness (L^*), while redness (a^*) for injected pork was lower than the control. No significant changes on yellowness (b^*) have been reported. After 120 days of storage, control showed higher L^* than injected pork, while not significant variation in a^* was observed ($p > 0.05$). Excepting for the treatments with WPC, b^* increased during storage. The control showed higher shear force peaks, indicating that the injection of non-meat ingredients has significantly improved the samples texture. Interviews held with 450 pork consumers in the cities of Florianópolis, Goiânia and Rio de Janeiro showed that 55.78% of respondents "would definitely buy" or "would probably buy" enhanced pork based in the product label. In Rio de Janeiro, there was a greater acceptance, while greater rejection occurred in Goiânia. It can be concluded that physicochemical and sensorial properties are effectively improved only if non-meat proteins are associated to STTP. Main benefits have been reported for the inhibition of lipid oxidation and for the improvement on texture. However, validation of techniques for the analysis of these ingredients is still necessary, in order to support effective monitoring of such products by official inspection. Finally, all information to consumers should be ostensibly provided at enhanced pork labeling, in order to avoid any conflict with non-injected meat.

Key words: pork; enhancement; non-meat proteins; phosphate; sensorial analysis; electrophoresis; liquid chromatography.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REAÇÃO DO TESTE DE TBA ENTRE O ÁCIDO 2-TIOBARBITÚRICO E O MALONALDEÍDO.....	33
FIGURA 2 – ESCALA HUNTER <i>L</i> , <i>a</i> , <i>b</i> PARA DETERMINAÇÃO OBJETIVA DA COLORAÇÃO.....	36
FIGURA 3 – ESTRUTURA QUÍMICA DOS GLICOSÍDEOS E AGLICONAS PRESENTES EM EXTRATOS DE SOJA.....	59
FIGURA 4 – ETAPAS DE PROCESSAMENTO DO LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS (TRATAMENTOS II, III, IV, V, VI E VII).....	66
FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO ANATÔMICA DO LOMBO OU MÚSCULO <i>LONGISSIMUS</i> (<i>M. longissimus dorsi</i> E <i>M. longissimus thoracis</i>) E DOS PRINCIPAIS CORTES COMERCIAIS OBTIDOS DO SUÍNO.....	67
FIGURA 6 – CASUALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO PARA INJEÇÃO E DISTRIBUIÇÃO POR TRATAMENTO.....	67
FIGURA 7 – ETAPAS DE PESAGEM DOS INGREDIENTES UTILIZADOS NAS SALMOURAS PARA INJEÇÃO DOS LOMBOS SUÍNOS (TRATAMENTOS II A VII), SEGUIDAS DE AGITAÇÃO MECÂNICA PARA HOMOGENEIZAÇÃO.....	69
FIGURA 8 – ETAPAS DE INJEÇÃO DOS LOMBOS SUÍNOS COM SALMOURA, MASSAGEAMENTO EM TUMBLER E EQUALIZAÇÃO.....	70
FIGURA 9 – ETAPAS DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL DE LOMBO SUÍNO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS: (i) COCÇÃO; (ii) PREPARO DAS AMOSTRAS; (iii) SESSÃO DE ANÁLISE COM JULGADOR TREINADO.....	84
FIGURA 10 – AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO PREPARADAS PARA ANÁLISE DA DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE CISALHAMENTO NO TEXTURÔMETRO COM LÂMINA <i>WARNER-BRATZLER</i>	90
FIGURA 11 – PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA, MEDIDOS COMO TBARS EM LOMBO SUÍNO RESFRIADO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS, DURANTE TRINTA DIAS DE ESTOCAGEM A 4°C.....	102

FIGURA 12 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (VALORES EM %) DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS DE ACORDO COM O TRATAMENTO FRIGORÍFICO.....	108
FIGURA 13 – VALORES DE TBARS (EM mg MDA/kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS A 0 E A 120 DIAS DE ESTOCAGEM A -18°C.....	112
FIGURA 14 – PERFIL ELETROFORÉTICO DAS PROTEÍNAS DE LOMBO OBTIDO POR SDS-PAGE APÓS EXTRAÇÃO COM URÉIA.....	116
FIGURA 15 – PERFIL ELETROFORÉTICO DAS PROTEÍNAS DE LOMBO OBTIDO POR SDS-PAGE APÓS EXTRAÇÃO COM TRIS-HCl-SDS- β -MERCAPTOETANOL.....	117
FIGURA 16 – DENSITOGRAMAS DE GÉIS SDS-PAGE DE LOMBO SUÍNO (TRATAMENTOS COM CPSL), PADRÃO DE CPSL E CONTROLE.....	120
FIGURA 17 – CROMATOGRAMAS DA PESQUISA DE ISOFLAVONAS DA SOJA NAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO SUMETIDAS À CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA.....	122
FIGURA 18 – AMINOGRAMAS DOS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	125
FIGURA 19 – PRESENÇA DE ESTRIAS E MANCHAS EM AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA.....	129
FIGURA 20 – PREFERÊNCIA DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS EM RELAÇÃO AO CONTROLE NOS TESTES DE COMPARAÇÃO PAREADA POR JULGADORES NÃO TREINADOS (n = 47).....	135
FIGURA 21 – VARIAÇÃO DA LUMINOSIDADE (L^*) AOS 5 E AOS 35 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO.....	138
FIGURA 22 – VARIAÇÃO DA INTENSIDADE DE VERMELHO (a^*) AOS 5 E AOS 35 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO.....	139
FIGURA 23 – VARIAÇÃO DA INTENSIDADE DE AMARELO (b^*) AOS 5 E AOS 35 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO.....	140
FIGURA 24 – VARIAÇÃO DA LUMINOSIDADE (L^*) AOS 5 E AOS 120 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO.....	144

FIGURA 25 – VARIAÇÃO DA INTENSIDADE DE VERMELHO (a^*) AOS 5 E AOS 120 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO.....	145
FIGURA 26 – VARIAÇÃO DA INTENSIDADE DE AMARELO (b^*) AOS 5 E AOS 35 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO.....	146
FIGURA 27 – DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE CISALHAMENTO (EM kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.....	147
FIGURA 28 – DISTRIBUIÇÃO (EM %) POR FAIXA ETÁRIA, ESCOLARIDADE E RENDA MENSAL DOS 450 CONSUMIDORES DE CARNE SUÍNA ENTREVISTADOS.....	148
FIGURA 29 – DISTRIBUIÇÃO (EM %) DA ESPÉCIE DE PREFERÊNCIA DE CONSUMO DE CARNES DE ACORDO COM A CIDADE DOS ENTREVISTADOS.....	149
FIGURA 30 – DISTRIBUIÇÃO DA PREFERÊNCIA DE CORTES DE CARNE SUÍNA ENTRE OS ENTREVISTADOS, POR CIDADE DE REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA.....	150
FIGURA 31 – ACEITAÇÃO PERCENTUAL DE LOMBO SUÍNO ADICIONADO DE PROTEÍNAS NÃO CÁRNEAS E TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO EM FLORIANÓPOLIS, GOIÂNIA E RIO DE JANEIRO.....	153
FIGURA 32 – DISTRIBUIÇÃO DE INTENÇÃO DE COMPRA DE LOMBO SUÍNO ADICIONADO DE PROTEÍNAS NÃO CÁRNEAS E TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO DE ACORDO COM A CIDADE DE REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA.....	154

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DENOMINAÇÃO, FÓRMULA QUÍMICA, pH EM SOLUÇÃO AQUOSA A 1% E CONTEÚDO EM P ₂ O ₅ DOS DIVERSOS TIPOS DE POLIFOSFATOS.....	46
TABELA 2 – COMPOSIÇÃO DO LEITE E DO SORO DE LEITE, EM % (m/v).....	53
TABELA 3 – VARIAÇÃO DO pH ENTRE AS AMOSTRAS DOS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	93
TABELA 4 – VALORES PERCENTUAIS MÉDIOS DE GANHO NA INJEÇÃO DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.....	95
TABELA 5 – VALORES PERCENTUAIS MÉDIOS DE <i>PURGE LOSS</i> DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.....	96
TABELA 6 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (EM g/100g) DE AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	98
TABELA 7 – TEORES DE FOSFATO TOTAL (EM mg/100g) E % DE FOSFATO ADICIONADO DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	100
TABELA 8 – TEORES DE SÓDIO (EM mg/100g) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	101
TABELA 9 – NÚMEROS DE TBARS (EM mg MDA/kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	103
TABELA 10 – VALORES DE PERDA POR COCÇÃO (EM %) EM BANHO-MARIA DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	106
TABELA 11 – VALORES DE PERDA POR COCÇÃO (EM %) EM FORNO CONVENCIONAL DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	107
TABELA 12 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (EM g/100g) DE AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	109

TABELA 13 – TEORES DE FOSFATO TOTAL (EM mg/100g) E FOSFATO ADICIONADO (EM %) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	110
TABELA 14 – TEORES DE SÓDIO (EM mg/100g) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	111
TABELA 15 – NÚMEROS DE TBARS (EM mg MDA/kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	112
TABELA 16 – VALORES DE PERDA POR DESCONGELAMENTO (EM %) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	113
TABELA 17 – VALORES DE PERDA POR COCÇÃO (EM %) EM FORNO CONVENCIONAL DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	114
TABELA 18 – TEORES MÉDIOS DE ISOFLAVONAS, OBTIDOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA, EXPRESSOS EM µg/100g, EM AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.....	123
TABELA 19 – QUANTIFICAÇÃO DA PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA POR MEIO DO TEOR DE GENISTINA.....	124
TABELA 20 – PERFIL DE AMINOÁCIDOS (EM g/100g DE PROTEÍNA, EM BASE SECA) DE LOMBO SUÍNO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	126
TABELA 21 – CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DOS DIVERSOS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO DE ACORDO COM O GRAU DE ESTRIAMENTO.....	128
TABELA 22 – RESULTADOS DOS TESTES DE DIFERENÇA (DUO-TRIO E TRIANGULAR) REALIZADOS PARA TREINAMENTO DE JULGADORES PARA ANÁLISE SENSORIAL DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	131
TABELA 23 – RESULTADOS DAS SESSÕES DE ANÁLISE SENSORIAL REALIZADAS COM JULGADORES TREINADOS, PARA AVALIAÇÃO DO ATRIBUTO SUCULÊNCIA DE AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	132

TABELA 24 – RESULTADOS DAS SESSÕES DE ANÁLISE SENSORIAL REALIZADAS COM JULGADORES TREINADOS, PARA AVALIAÇÃO DO ATRIBUTO MACIEZ DE AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	133
TABELA 25– RESULTADOS DOS TESTES DE ACEITAÇÃO GLOBAL APLICADOS COM AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO AOS JULGADORES NÃO TREINADOS.....	136
TABELA 26 – VALORES OBTIDOS NA DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE CISALHAMENTO (EM kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	141
TABELA 27 – MÉDIAS DA FORÇA DE CISALHAMENTO (EM kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	146
TABELA 28 – FREQUÊNCIA DE CONSUMO DE CARNE SUÍNA EM FLORIANÓPOLIS, GOIÂNIA E RIO DE JANEIRO.....	150
TABELA 29 – DISTRIBUIÇÃO POR CIDADE DA PREFERÊNCIA DE FORMA DE AQUISIÇÃO DA CARNE SUÍNA E DA PRINCIPAL CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PARA OS ENTREVISTADOS.....	151
TABELA 30 – QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS QUE DECLARARAM POSSUIR ALERGIA A ALGUM TIPO DE ALIMENTO OU INGREDIENTE ALIMENTAR.....	152
TABELA 31 – JUSTIFICATIVAS DOS ENTREVISTADOS PARA AS RESPOSTAS “PROVAVELMENTE NÃO COMPRARIA” E “DECIDIDAMENTE NÃO COMPRARIA” REFERENTES AOS RÓTULOS DE LOMBO SUÍNO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	153

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – LIMITE MÁXIMO DE ADIÇÃO DE PROTEÍNAS NÃO CÁRNEAS A PRODUTOS CÁRNEOS.....	41
QUADRO 2 – COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E COMERCIAIS DE AMOSTRAS DE EXTENSORES DISPONÍVEIS PARA PROCESSAMENTO DE PRODUTOS CÁRNEOS.....	42
QUADRO 3 – ESQUEMA EXPERIMENTAL DOS TRATAMENTOS, DE ACORDO COM A VARIAÇÃO DE INGREDIENTES NA SALMOURA PREPARADA PARA INJEÇÃO DAS CARNES.....	65
QUADRO 4 – GRADIENTE DA FASE MÓVEL UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DE ISOFLAVONAS DA SOJA POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA NAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.....	79
QUADRO 5 – GRADIENTE DA FASE MÓVEL UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE AMINOÁCIDOS NAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.....	80
QUADRO 6 – CONTAGENS BACTERIOLÓGICAS E PESQUISA DE MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS EM AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO ADICIONADAS DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.....	127

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

a^*	→ Intensidade de vermelho
ABNT	→ Associação Brasileira de Normas Técnicas
AOAC	→ <i>Association of Official Analytical Chemists</i>
α	→ Probabilidade
b^*	→ Intensidade de amarelo
BHA	→ Butil-hidroxi-anisol
cm	→ Centímetro
CPSL	→ Concentrado proteico de soro de leite
CRA	→ Capacidade de retenção de água
Da	→ Dalton
DFD	→ <i>Dark, firm and dry</i> (escura, firme e seca)
EMBRAPA	→ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ELISA	→ <i>Enzyme-linked immunosorbent assay</i> (imunoensaio enzimático)
g	→ Grama
HCl	→ Ácido clorídrico
HPLC	→ <i>High performance liquid chromatography</i> (cromatografia líquida de alta eficiência)
INS	→ Sistema internacional de numeração de aditivos
kDa	→ Kilodalton
L^*	→ Luminosidade
L	→ Litro
Log	→ Logaritmo
M	→ Molar
MAPA	→ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	→ Malonaldeído
ME	→ β -mercaptoetanol
mg	→ Miligrama
min	→ Minuto
mL	→ Mililitro
mm	→ Milímetro
mM	→ Milimolar
M Ω	→ Mega-ohms
μ L	→ Microlitro
μ mol	→ Micromol
N	→ Normal
NaCl	→ Cloreto de sódio
nm	→ Nanômetro
p	→ Probabilidade
P	→ Fósforo
PSE	→ <i>Pale, soft and exsudative</i> (pálida, flácida e exsudativa)
ppb	→ Partes por bilhão
ppm	→ Partes por milhão
PM	→ Peso molecular
pH	→ Potencial hidrogeniônico

PIS	→ Proteína isolada de soja
PTS	→ Proteína texturizada de soja
kg	→ Quilograma
RUP	→ Relação umidade-proteína
RPM	→ Rotações por minuto
TBA	→ Ácido 2-tiobarbitúrico
TBARS	→ Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico
SDS	→ Dodecil-sulfato de sódio
SDS-PAGE	→ <i>Sodium dodecyl sulfate polyacrilamide gel electrophoresis</i> (eletroforese em gel de poliacrilamida na presença de dodecil-sulfato de sódio)
STTP	→ Tripolifosfato de sódio
Tris	→ Tri-(hidroxi-metil)aminometano
UFPR	→ Universidade Federal do Paraná
UFC	→ Unidade formadora de colônia
UNISUL	→ Universidade do Sul de Santa Catarina
UV/VIS	→ Ultra-violeta/visível
WBSF	→ <i>Warner-Bratzler shear force</i> (força de cisalhamento)
χ^2	→ Qui-quadrado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 OBJETIVOS.....	28
1.1.1 Objetivo geral.....	28
1.1.2 Objetivos específicos.....	28
2 REVISÃO DE LITERATURA	29
2.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE CARNE SUÍNA.....	29
2.2 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA.....	30
2.2.1 pH.....	30
2.2.2 Oxidação da gordura.....	31
2.2.2.1 Determinação dos produtos da oxidação lipídica.....	33
2.2.3 Qualidade sensorial.....	34
2.2.4 Coloração.....	35
2.2.4.1 Avaliação objetiva da coloração.....	36
2.2.5 Maciez da carne.....	37
2.2.5.1 Avaliação objetiva da maciez.....	37
2.2.6 Suculência.....	38
2.3 TECNOLOGIA DA EXTENSÃO CÁRNEA.....	39
2.3.1 Características dos extensores.....	39
2.3.2 Marinação e melhoria de carnes (<i>enhancement</i>).....	43
2.3.3 Utilização de fosfatos em produtos cárneos.....	45
2.4 CONTROLE DA UTILIZAÇÃO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS EM CARNES.....	48
2.4.1 Características das proteínas.....	48
2.4.1.1 Proteínas da carne.....	48
2.4.1.2 Proteínas da soja.....	49
2.4.1.3 Proteínas do soro de leite.....	52
2.4.2 Técnicas analíticas para controle da utilização de proteínas não cárneas em produtos cárneos.....	55
2.4.2.1 Determinação de substâncias não proteicas.....	58
2.4.2.2 Eletroforese de proteínas.....	61

2.4.2.3 Cromatografia.....	62
2.4.3 Controle do uso de polifosfatos em carnes.....	63
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	65
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	65
3.1.1 Tratamentos.....	65
3.1.2 Etapas de processamento tecnológico.....	65
3.1.3 Unidades experimentais.....	66
3.2 CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	67
3.2.1 Seleção da matéria-prima.....	68
3.2.2 Pesagem dos ingredientes e preparo das salmouras.....	68
3.2.3 Injeção e massageamento.....	69
3.2.3.1 Avaliação do ganho de peso na injeção.....	69
3.2.4 Equalização.....	70
3.2.5 Frigorificação.....	70
3.3 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	71
3.3.1 Avaliação do pH.....	71
3.3.2 Determinação da perda por purga (“ <i>purge loss</i> ”).....	71
3.3.3 Composição centesimal.....	72
3.3.3.1 Umidade.....	72
3.3.3.2 Proteína bruta.....	72
3.3.3.3 Relação umidade/proteína.....	72
3.3.3.4 Gordura total.....	73
3.3.3.5 Resíduo mineral fixo.....	73
3.3.4 Fosfatos.....	73
3.3.5 Sódio.....	74
3.3.6 Determinação das substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS).....	74
3.3.7 Eletroforese em gel de poliacrilamida na presença de dodecil-sulfato de sódio (SDS-PAGE).....	75
3.3.7.1 Extração das proteínas com uréia 6 M.....	75
3.3.7.2 Extração das proteínas com Tris-HCl-SDS-β-mercaptoetanol.....	76
3.3.7.3 Controles.....	76

3.3.7.4 Eletroforese.....	76
3.3.8 Cromatografia líquida de alta eficiência.....	77
3.3.8.1 Preparo das amostras para análise cromatográfica.....	77
3.3.8.2 Pesquisa de isoflavonas.....	78
3.3.8.2.1 Extração e saponificação.....	78
3.3.8.2.2 Análise cromatográfica.....	78
3.3.8.2.3 Construção da curva padrão.....	79
3.3.8.3 Perfil de aminoácidos.....	79
3.3.8.3.1 Hidrólise ácida.....	79
3.3.8.3.2 Derivatização pré-coluna.....	80
3.3.8.3.3 Análise cromatográfica.....	80
3.3.8.3.4 Curva de calibração.....	81
3.3.9 Determinação da perda por cocção.....	81
3.3.9.1 Cocção em banho-maria.....	81
3.3.9.2 Cocção em forno convencional.....	82
3.3.9.3 Cálculo da perda por cocção.....	82
3.3.10 Determinação da perda por descongelamento.....	82
3.4 ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS.....	83
3.5 GRAU DE ESTRIAMENTO.....	83
3.6 ANÁLISE SENSORIAL E INSTRUMENTAL.....	84
3.6.1 Análise sensorial.....	84
3.6.1.1 Seleção e treinamento da equipe de julgadores.....	85
3.6.1.1.1 Teste duo-trio.....	85
3.6.1.1.2 Teste triangular.....	86
3.6.1.1.3 Comparação múltipla.....	86
3.6.1.1.4 Comparação pareada.....	87
3.6.1.1.5 Ordenação.....	87
3.6.1.2 Aplicação dos testes afetivos discriminativos.....	87
3.6.1.3 Análise sensorial com julgadores não treinados.....	88
3.6.1.3.1 Comparação pareada.....	88
3.6.1.3.2 Aceitação global.....	89
3.6.1.3.3 Intenção de compra.....	89

3.6.2 Análise instrumental.....	89
3.6.2.1 Determinação da força de cisalhamento (<i>Warner-Bratzler shear force</i>).....	89
3.6.2.2 Determinação da cor instrumental.....	91
3.7 ESTUDO COM CONSUMIDORES.....	91
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	92
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93
4.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA.....	93
4.1.1 Variação do pH.....	93
4.1.2 Ganho na injeção.....	95
4.1.3 Determinação da perda por purga (<i>purge loss</i>).....	96
4.1.4 Características físico-químicas de lombo suíno resfriado adicionado de ingredientes não cárneos.....	97
4.1.4.1 Composição centesimal.....	97
4.1.4.2 Fósforo total.....	100
4.1.4.3 Sódio.....	101
4.1.4.4 Determinação do número de TBARS.....	102
4.1.4.5 Perda por cocção.....	105
4.1.4.5.1 Cocção em banho-maria.....	105
4.1.4.5.2 Cocção em forno convencional.....	107
4.1.5 Características físico-químicas de lombo suíno congelado adicionado de ingredientes não cárneos.....	107
4.1.5.1 Composição centesimal.....	107
4.1.5.2 Fósforo total.....	110
4.1.5.3 Sódio.....	111
4.1.5.4 Determinação do número de TBARS.....	111
4.1.5.5 Perda por descongelamento.....	113
4.1.5.6 Perda por cocção em forno convencional.....	113
4.1.6 Eletroforese de proteínas.....	115
4.1.7 Cromatografia líquida de alta eficiência.....	121
4.1.7.1 Determinação de isoflavonas da soja.....	121
4.1.7.2 Perfil de aminoácidos.....	124

4.1.8 Microbiologia.....	127
4.1.9 Determinação do grau de estriamento.....	128
4.2 ANÁLISE SENSORIAL E INSTRUMENTAL.....	130
4.2.1 Análise sensorial de lombo suíno injetado com ingredientes não cárneos.....	130
4.2.1.1 Seleção e treinamento de julgadores.....	130
4.2.1.2 Avaliação da suculência.....	131
4.2.1.3 Avaliação da maciez.....	133
4.2.1.4 Análise sensorial com julgadores não treinados.....	134
4.2.1.4.1 Respostas dos julgadores aos questionários.....	134
4.2.1.4.2 Comparação pareada.....	135
4.2.1.4.3 Aceitação global.....	135
4.2.2 Análise instrumental.....	137
4.2.2.1 Análise instrumental de lombo de suíno resfriado injetado com ingredientes não cárneos.....	137
4.2.2.1.1 Coloração instrumental.....	137
4.2.2.1.1.1 Valor L^*	137
4.2.2.1.1.2 Valor a^*	138
4.2.2.1.1.3 Valor b^*	139
4.2.2.1.2 Força de cisalhamento.....	140
4.2.2.2 Análise instrumental de lombo de suíno congelado com ingredientes não cárneos.....	143
4.2.2.2.1 Coloração instrumental.....	143
4.2.2.2.1.1 Valor L^*	143
4.2.2.2.1.2 Valor a^*	144
4.2.2.2.1.3 Valor b^*	145
4.2.2.2.2 Força de cisalhamento.....	146
4.3 ESTUDO COM CONSUMIDORES.....	148
5 CONCLUSÕES.....	156
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	160
REFERÊNCIAS.....	160
ANEXOS.....	176

1 INTRODUÇÃO

O parque industrial de carnes brasileiro possui uma heterogeneidade bastante particular, onde figuram grandes fábricas – já consolidadas no mercado nacional e internacional – ao lado de empresas de pequeno e médio porte, voltadas à comercialização de seus produtos no âmbito nacional, onde esbarram na concorrência com as grandes marcas.

Recentemente, com a sensível queda nas exportações brasileiras de carne suína, surgiu a necessidade de fortalecimento desse produto no mercado interno. Com essa finalidade, o desenvolvimento de novos produtos, versáteis, práticos e inócuos, aos quais o fabricante possa agregar lucro e se tornar mais competitivo, tem se mostrado como um fator decisivo na manutenção da participação de empresas menores no mercado, a fim de atender à demanda dos consumidores. Porém, eventuais demandas da indústria pelo processamento de novos produtos alimentícios devem possuir respaldo na legislação, os produtos devem ser bem aceitos pelos consumidores e todas as informações necessárias à garantia dos direitos do consumidor, previstas na legislação específica, devem ser prestadas explicitamente quando de sua comercialização.

Nesse contexto, em associação ao crescimento da população urbana brasileira, mudanças significativas têm ocorrido nos padrões de consumo alimentar, entre elas a redução do consumo de alimentos que demandam maior tempo para o seu preparo e o aumento do consumo de alimentos preparados (SCHLINDWEIN; KASSOUF, 2006). Desde 1996, com a publicação da Portaria 304 pelo Ministério da Agricultura, a tradicional comercialização de carnes em açougues, principalmente nos grandes centros brasileiros, vem cedendo terreno à comercialização direta de cortes de carnes prontos para preparo doméstico, numa tentativa de coibir a comercialização de carnes sem inspeção (BRASIL, 1996). A partir de então, as indústrias passaram a distribuir carnes já cortadas no mercado, embaladas a vácuo e, em alguns casos, embaladas sob atmosfera modificada ou mesmo previamente temperadas.

A técnica de marinar carnes, que consiste na incorporação de soluções com ingredientes funcionais e condimentos ao músculo, tem gerado uma grande

variedade de produtos, aumentando em proporção ao crescimento da demanda por produtos cárneos processados. A marinação de carnes é uma prática que vem se desenvolvendo desde os anos 80, estando bem estabelecida nos Estados Unidos, Reino Unido e outros países, onde se emprega a injeção de fosfatos, cloreto de sódio e, ocasionalmente, alguma fonte de proteína não cárnea em cortes de carne. Nesses países, o processo é oficialmente regulamentado e tem sido bem aceito pelos consumidores, que reconhecem no produto o incremento de atributos como sabor e textura: o chamado “*meat enhancement*” (VOTE *et al.*, 2000; SHEARD; TALI, 2004; HAYES *et al.*, 2006; GOODING *et al.*, 2009). Com isso, o impacto da utilização de injeção de soluções para incremento da carne em suas características sensoriais é um importante aspecto que tem demandado investigação científica (BAUBLITS *et al.*, 2006).

No Brasil, a fabricação desses produtos não está totalmente regulamentada pelo órgão oficial, fazendo com que a utilização desses ingredientes e a prática de injeção de salmouras contendo fontes de proteínas e fosfatos em produtos temperados e marinados muitas vezes ocorram de forma irregular, propiciando a ação fraudulenta de algumas indústrias. Esses ingredientes, também classificados como extensores pela literatura técnica e científica especializada, podem trazer benefícios tecnológicos aos produtos marinados e temperados, vindo em encontro de um mercado crescente, ao mesmo tempo em que, para o fabricante, aumentam o rendimento de fabricação (OLIVO, 2006).

A extensão cárnea culmina com o aumento da capacidade de retenção de água da carne (CRA), sendo as proteínas de soja e os concentrados proteicos de soro de leite as substâncias mais empregadas com essa finalidade (AGUIRRE, 1999). Dessa forma, a tecnologia da extensão consiste no preparo de uma solução proteica, geralmente adicionada de fosfatos, e na aplicação dessa solução em carnes diversas, com a utilização de uma máquina “injetora de salmoura”, equipamento muito usado na indústria da carne. Esse equipamento, dependendo da capacidade industrial do estabelecimento, pode ser manual ou automático e possui um jogo de agulhas que recebem a solução a injetar por bombeamento, estando a mesma previamente contida em um reservatório de capacidade variável. Muitas vezes, um equipamento próprio para massageamento de carnes (*tumbler*) também é

utilizado. O produto final apresenta um acréscimo de peso em relação ao peso original, garantindo o lucro da indústria (extensão).

Na industrialização da carne, as proteínas de soja têm sido amplamente utilizadas em embutidos, devido às suas propriedades emulsificantes, estabilizantes, texturizantes e hidratantes que lhes conferem grande valor tecnológico, sobretudo na elaboração de produtos emulsionados, como a salsicha e a mortadela (BELLOQUE *et al.*, 2002). A adição de fosfatos aumenta ainda mais a CRA da carne, fazendo com que os produtos resultem mais macios e suculentos para o consumidor (VELAZCO, 1999).

Embora exista uma crescente oferta de produtos submetidos à tecnologia da extensão no mercado brasileiro, ainda não está claramente definido se a verdadeira finalidade da utilização de extensores pelas indústrias é somente o aumento do rendimento ou se realmente ocorre um incremento tecnológico e sensorial no produto final. Por outro lado, o governo brasileiro carece de subsídios técnicos e científicos que permitam o adequado controle da utilização desses ingredientes e também a regulamentação desse tipo de produto, de forma que sua produção possa obedecer a um padrão de identidade e qualidade que venha a ser fixado. Necessário se faz avaliar a viabilidade da adição de proteínas não cárneas a carnes para comercialização no mercado brasileiro, definindo-se regulamentação e técnicas analíticas que visem a disciplinar sua produção e a viabilizar o controle pelo serviço de fiscalização de alimentos.

Ainda que as técnicas de injetar/marinar a carne suína possam agregar valor ao produto final, alguns autores relatam que a quantificação da sua aceitação em relação à carne *in natura* entre consumidores-alvo ainda se faz necessária, esclarecendo-se aos mesmos a natureza da carne injetada, a fim de verificar sua viabilidade de mercado (WRIGHT *et al.*, 2005; BAUBLITS *et al.*, 2006; HAYES *et al.* 2006). Além disso, a determinação da qualidade sensorial do lombo suíno é de especial interesse, por se tratar de um corte muito consumido que, no entanto, é muitas vezes classificado como “seco” (VAN OECKEL; WARNANTS; BOUCQUÉ, 1999).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve por objetivo geral analisar os efeitos da adição de ingredientes não cárneos (proteína isolada de soja, concentrado proteico de soro de leite, tripolifosfato de sódio e cloreto de sódio) nas características físico-químicas e sensoriais da carne suína (lombo).

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a interferência da adição de ingredientes não cárneos na composição centesimal, na formação de compostos secundários da oxidação lipídica e em características físicas do lombo suíno (coloração e textura);
- Avaliar a interferência da adição de ingredientes não cárneos na capacidade de retenção de água dos tratamentos, através da determinação da perda por exsudação (*purge loss*), do rendimento de cocção (perda por cozimento) e da perda por descongelamento;
- Identificar por eletroforese e por cromatografia líquida as alterações nas frações das proteínas das amostras de lombo suíno adicionado de ingredientes não cárneos e seus controles;
- Quantificar mediante a separação de isoflavonas a utilização de proteína isolada de soja em lombo de suíno;
- Avaliar sensorialmente a influência da injeção de ingredientes não cárneos nos atributos maciez e suculência das amostras de lombo suíno, em comparação ao controle;
- Realizar estudo com consumidores de carne suína, visando à verificação da aceitação do produto e observando a reação dos mesmos frente à disponibilidade de lombo suíno injetado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE CARNE SUÍNA

Devido às suas características peculiares, a carne suína vem liderando, há décadas, o *ranking* mundial de proteína animal, permitindo a oferta de grande variedade de produtos para diversas opções de consumo. A versatilidade da carne suína tem resultado em pleno atendimento à demanda por produtos práticos, projetando sua participação na alimentação humana e alcançando índices de produção superiores aos das carnes bovina e de aves (RAMOS; GOMIDE, 2007).

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de carne suína, ocupando posição de destaque no mercado internacional pela ótima condição sanitária de seus rebanhos, cujos animais são livres da infecção por *Trichinella* spp., um dos patógenos mais temidos dentre os que podem ser veiculados pelo consumo de carne suína (DAGUER; BERSOT; BARCELLOS, 2006). Em outros países, a preocupação com a triquinelose é tão grande que leva ao cozimento excessivo da carne suína, comprometendo a sua qualidade para consumo (GOODING *et al.*, 2009). Embora ainda enfrente uma série de preconceitos e restrições religiosas, a carne suína é a mais consumida no mundo, representando 39% do total de consumo de proteína animal (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A produção brasileira de carne suína é estimada em cerca de 2.869,9 mil toneladas por ano, das quais mais de 500.000 são exportadas para países como Rússia, Ucrânia, Cingapura, Hong Kong e África do Sul. Esses números classificam o Brasil como quarto maior produtor e quarto maior exportador de carne suína do mundo (ABIPECS, 2009). Apesar da grande demanda pelo produto brasileiro no exterior, a carne suína é ainda pouco consumida no Brasil, quando comparada à carne bovina e à carne de frango. Girando em torno de 4,0kg ao ano, o consumo *per capita* de carne suína é três vezes inferior ao da carne de frango e quatro vezes inferior ao da carne bovina, sendo que na região Sul, o consumo de carne suína é 90% maior que a média nacional (SCHLINDWEIN; KASSOUF, 2006).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

A definição de qualidade pode ser feita em dois extremos. No primeiro, a qualidade é considerada um produto da mente do consumidor, sendo altamente subjetiva e impossível de ser medida consistente e objetivamente (BECKER, 2002). Sabe-se que os consumidores, quando fazem decisões de compra, utilizam uma série de fatores (preço, coloração, corte, quantidade, teor de gordura subcutânea e intramuscular, aparência da embalagem) para avaliar a qualidade da carne (LAWRIE, 2005).

Após a compra, atributos sensoriais como suculência, maciez e sabor se tornam significativos, determinando se o consumidor tenderá a comprar o produto novamente (BRASHEAR *et al.*, 2002; GOODING *et al.*, 2009). No entanto, a importância desses atributos é fortemente influenciada por preferências regionais e individualmente por consumidor (LAWRIE, 2005).

Nesse contexto, surge o conceito de qualidade objetiva, cientificamente mensurável e refletindo nos chamados atributos de qualidade. Quanto mais características de um produto possam ser medidas com métodos reproduzíveis, mais completa será a determinação de sua qualidade (PRÄNDL *et al.*, 1994; BECKER, 2002).

2.2.1 pH

O controle do pH é importante para avaliar a qualidade da carne. Em geral, carnes com pH mais alto têm qualidade superior às carnes com pH mais ácido (HUFF-LONERGAN *et al.*, 2002).

Diversos fatores podem afetar o pH da carne, como a genética do animal, o emprego do frio na indústria, o processamento tecnológico e a administração de substâncias antes do abate (HOLMER *et al.*, 2009). Estudos têm demonstrado que o pH do lombo suíno está associado à variação de seus atributos de qualidade como a coloração e a capacidade de retenção de água, e também à manutenção do prazo

de vida comercial, tanto por sua coloração, quanto pela multiplicação microbiana (HUFF-LONERGAN *et al.*, 2002; HOLMER *et al.*, 2009).

Na carne suína normal, o pH desce a 5,6-5,7 em seis a sete horas *post mortem*, chegando a 5,3-5,7 em 24 horas. O decréscimo não se dá de forma uniforme em todos os animais, podendo chegar rapidamente a 5,4-5,5 ainda na primeira hora *post mortem*. A rápida redução do pH após a morte, causada pela glicólise acelerada e associada à alta temperatura da carne, resulta na carne PSE (do inglês *pale, soft and exsudative*), estando associada ao estresse dos suínos pouco antes do abate. Nos casos de estresse prolongado, pode ocorrer o fenômeno DFD (*dark, firm and dry*), causado pela falta de glicogênio no momento do abate, impedindo a adequada acidificação da carne (PRÄNDL *et al.*, 1994; LAWRIE, 2005).

Carnes PSE e DFD representam um sério problema para a indústria, sendo de pior aptidão ao consumo e ao processamento. No processamento de presuntos, a ocorrência desses problemas tecnológicos afeta a velocidade de penetração dos sais, sendo mais rápida na carne PSE e mais lenta na carne DFD (GIL; GUERRERO; SARRAGA, 1999).

2.2.2 Oxidação da gordura

A oxidação da gordura da carne leva à perda de sua qualidade em função dos odores e sabores estranhos formados no processo, típicos da rancificação. Ocorre também a redução de seu valor nutritivo, em face da destruição de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005; LUND *et al.*, 2007). A carne suína, devido ao seu alto teor de ácidos graxos insaturados, oxida-se mais rapidamente que as carnes de outras espécies animais, o que faz com que o controle de sua rancificação seja ainda mais importante (MCCARTHY *et al.*, 2001).

A rancificação gera o malonaldeído e outros compostos que formam complexos com as proteínas, intensificando a sua oxidação e resultando em prejuízos para a textura do músculo e para as propriedades funcionais das proteínas miofibrilares (XIA *et al.*, 2009). Depois da deterioração microbiana, a rancificação é o

principal processo de perda da qualidade da carne e produtos derivados, estando ainda relacionada à oxidação de seus pigmentos, provocando perda de cor, e à formação de compostos mutagênicos e carcinogênicos (LEE; HENDRICKS; CORNFORTH, 1998; SOUZA; ARTHUR; CANNIATI-BRAZACA, 2007).

Em geral, a oxidação é mais rápida na carne cozida que na carne crua, levando à formação do característico aroma de “carne requeitada” (ou “*warmed-over flavour*”) que surge com o aquecimento da carne. Conhecido como um dos principais inconvenientes da rancificação, o processo ocorre pela liberação de agentes pró-oxidantes com a injúria celular decorrente da aplicação de altas temperaturas, desenvolvendo-se principalmente em produtos pré-cozidos (MCCARTHY *et al.*, 2001; JAYASINGH; CORNFORTH, 2004; PEÑA-RAMOS; XIONG, 2003).

Visando à minimização da oxidação lipídica e da formação de *warmed-over flavour*, tem sido proposto, pela indústria da carne, o uso de antioxidantes. Essas substâncias podem ser sintéticas, como: butil-hidroquinona (BHQ), butil-hidroxitolueno (BHT) e butil-hidroxianisol (BHA); ou naturais, como as vitaminas C e E, alguns compostos fenólicos obtidos de extratos vegetais e, ainda, algumas especiarias (PEÑA-RAMOS; XIONG, 2003). Devido ao risco potencial que representam à saúde humana, alguns antioxidantes sintéticos têm seu uso restrito ou mesmo proibido em alguns países, fazendo com que o uso e o desenvolvimento de antioxidantes naturais tenham sido incentivados, visando ao resguardo da saúde humana (PIHLANTO, 2006).

O uso de ingredientes funcionais também tem obtido êxito no controle da oxidação lipídica em produtos cárneos. Com essa finalidade, proteínas como as do soro de leite e as derivadas da soja têm sido adicionadas aos produtos, obtendo êxito no controle da rancificação em produtos à base de carne moída das espécies bovina e suína (*patties*) antes e após o seu cozimento, como relatam diversos autores (JAYASINGH; CORNFORTH, 2004; PEÑA-RAMOS; XIONG, 2003).

2.2.2.1 Determinação dos produtos da oxidação lipídica

Existem vários testes empregados para predição da rancidez de alimentos, como índice de peróxidos, TBA (ácido 2-tiobarbitúrico), valor *Totox* (valor total de oxidação) e compostos voláteis, baseados na quantificação da perda de reagentes (oxigênio, ácidos graxos insaturados), da formação de radicais livres ou da formação de produtos da oxidação (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005; PIHLANTO, 2006).

Em produtos de origem animal, sobretudo em carnes e produtos derivados, o TBA é uma das técnicas que vêm sendo mais utilizadas mundialmente. Nesse método, o malonaldeído, um dos produtos da oxidação lipídica, após ser obtido por destilação, reage sob aquecimento com o ácido 2-tiobarbitúrico, produzindo coloração vermelha a rósea, que pode ser medida espectrofotometricamente e comparado com a absorção de uma curva padrão (FIGURA 1). Por se tratar de um teste inespecífico, o valor de TBARS (substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico) constitui-se numa outra maneira de expressar o resultado obtido no teste, sendo mais utilizado, por levar em consideração outras substâncias capazes de reagir com o ácido 2-tiobarbitúrico (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005; PIHLANTO, 2006).

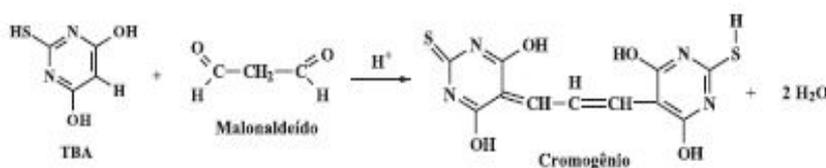


FIGURA 1 – REAÇÃO DO TESTE DE TBA ENTRE O ÁCIDO 2-TIOBARBITÚRICO E O MALONALDEÍDO.

FONTE: OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005.

Tarladgis *et al.* (1960) correlacionaram números de TBARS com resultados de análise sensorial com julgadores treinados para avaliação de “odor a ranço” em carne suína moída. Segundo os autores, o limiar de detecção de odor corresponde a números de TBA entre 0,5 e 1,0mg/kg. Essa referência ainda é utilizada como guia para a interpretação de resultados de teste de TBA.

Embora existam algumas variações do teste de TBARS por destilação, tais como determinação direta na amostra, determinação no extrato lipídico e extração ácido-aquosa, o método da destilação proposto por Tarladgis *et al.* (1960) é o mais empregado em produtos cárneos. No entanto, nesses alimentos o método não pode ser universalmente aplicado, pois sofre interferência dos nitritos usados em produtos curados (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005).

Torres e Okani (1997), determinando o número de TBARS em alimentos adquiridos em mercados da cidade de São Paulo, encontraram, em média, 0,5mg MDA/kg para diversas carnes e produtos cárneos. Os valores encontrados são baixos para serem percebidos em análise sensorial e insuficientes para causar prejuízos à saúde pública.

2.2.3 Qualidade sensorial

A qualidade sensorial de um alimento é o resultado de sua interação entre o homem e o próprio alimento, variando em função dos estímulos procedentes do alimento e também das condições fisiológicas e sociológicas dos indivíduos que o avaliam (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2006). A avaliação da qualidade sensorial de carnes e produtos cárneos pode ser feita de forma subjetiva ou objetiva.

Na análise subjetiva (ou análise sensorial), a qualidade da carne é avaliada por julgadores treinados ou não, para graduar atributos de qualidade ou para verificar sua aceitação ou preferência pelos consumidores, respectivamente (MILLER, 1998b). Na análise objetiva (ou análise instrumental), podem ser avaliadas com equipamentos específicos a textura, a formação de compostos responsáveis pelo odor e a coloração dos alimentos (BREWER; NOVAKOFSKI; FREISE, 2006).

Na análise sensorial com julgadores treinados, as condições ambientais devem ser controladas, e o produto e seu preparo devem ser padronizados para não causar interferências nos testes. Os julgadores são selecionados e familiarizados com o produto e com os testes que terão que executar, de forma a melhorar sua sensibilidade e a criar memória para os atributos julgados, tornando os julgamentos precisos e consistentes (MILLER, 1998b).

Com a finalidade de avaliar a aceitação de um alimento junto à população de indivíduos a qual o produto se destina, estudos com consumidores são considerados ideais, gerando resultados confiáveis (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2006). Esse tipo de pesquisa permite a obtenção de informações detalhadas sobre atitudes, opiniões, comportamentos e hábitos dos consumidores, fornecendo dados interessantes sobre a percepção do produto pelos indivíduos, assim como sua aceitação ou rejeição (DELLA LUCIA; MINIM, 2006).

O desenvolvimento de técnicas para melhorar a aceitação da carne suína tem sido estudado por diversos autores, que têm relatado benefícios em aspectos da qualidade e palatabilidade da carne injetada em relação à carne *in natura* (WRIGHT *et al.*, 2005; HAYES *et al.*, 2006). Enquanto a maciez parece ser o atributo mais valorizado por consumidores de carne bovina, o sabor prevalece como o principal atributo considerado quando do consumo da carne suína (MILLER *et al.*, 1995; BRYHNI *et al.*, 2002).

2.2.4 Coloração

A coloração é o principal fator da aparência da carne, podendo ser modificada por ingredientes produtores de cor na dieta dos animais e também por diversos ingredientes adicionados durante o processamento (PRESTAT *et al.*, 2002; INTARAPICHET; MAIKHUNTHOD; THUNGMANEE, 2008; GOODING *et al.*, 2009). As variações de cor na carne dependem do estado da mioglobina (deoximioglobina, oximioglobina e metamioglobina), em função de tempo e pH, e também da própria quantidade de mioglobina contida no músculo e até da raça do animal (HONIKEL, 1998; LAWRIE, 2005; BREWER; NOVAKOFSKI; FREISE, 2006; LINDAHL *et al.*, 2006).

Para a indústria da carne suína, a coloração rósea brilhante, resultante da oxigenação da mioglobina (*blooming*), é importante por ser frequentemente associada pelos consumidores ao frescor da carne (ZHU; BREWER, 1998). No caso de carnes embaladas a vácuo, a coloração é o único fator de avaliação da qualidade

efetuado pelos consumidores no momento da compra, daí a importância desse atributo (LINDAHL *et al.*, 2006).

2.2.4.1 Avaliação objetiva da coloração

A avaliação objetiva da coloração deve refletir, tanto quanto possível, o exame visual feito pelo homem, determinando a aceitação da carne pelos consumidores. Pode ser feita com colorímetros ou com espectrofotômetros e em ambos os casos o cálculo dos valores de coloração é feito com as escalas *Hunter Lab* e CIELAB, usadas para comunicar e diferenciar a cor (BREWER; NOVAKOFSKI; FREISE, 2006).

O sistema *Hunter Lab* foi desenvolvido entre as décadas de 1950 e 1960, com a aplicação da teoria de cores opostas de Richard Hunter, sendo ainda uma das escalas mais utilizadas na indústria de alimentos (RAMOS; GOMIDE, 2007). No sistema Hunter, utiliza-se uma escala uniforme, onde L mede a luminosidade, variando de 0 (preto puro) a 100 (branco puro), expressa no eixo vertical. Nos eixos horizontais, têm-se os valores a e b , representando os níveis de tonalidade e saturação, onde a positivo ($+a$) indica o vermelho; a negativo ($-a$) o verde; b positivo ($+b$) indica o amarelo e b negativo ($-b$) o azul (FIGURA 2).

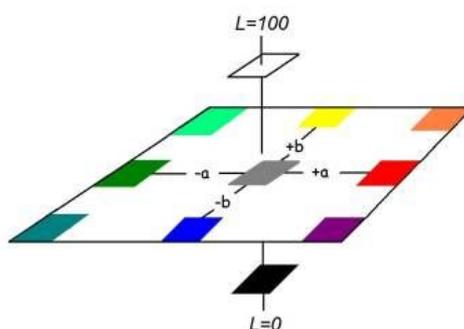


FIGURA 2 – ESCALA HUNTER L , a , b PARA DETERMINAÇÃO OBJETIVA DA COLORAÇÃO.

FONTE: *Hunter Associates Laboratories, Inc.* (EUA)

Em 1978, a Comissão Internacional de Iluminação (*Commission Internationale de l'Eclairage* – CIE –) recomendou a escala CIELAB (ou CIE $L^*a^*b^*$) como escala-padrão a ser usada para comunicar e diferenciar as cores. Embora tanto a escala *Hunter* quanto a CIELAB estejam em uso, a escala CIELAB tem sido a mais recomendada para utilização em carnes e tem sido a mais usada em ciência e tecnologia de alimentos, por ser um padrão internacional e por ser derivada da escala *Hunter*, com “espaços de cor” mais uniformes, sendo considerada mais precisa (BREWER; NOVAKOFSKI; FREISE, 2006; RAMOS; GOMIDE, 2007).

A diferença entre as escalas *Hunter* e CIELAB reside na forma de calcular os valores da luz refletida, não sendo possível a conversão de valores entre elas (BREWER; NOVAKOFSKI; FREISE, 2006).

2.2.5 Maciez da carne

Para alguns autores, a maciez pode ser definida como uma combinação da suculência da carne com a resistência das fibras musculares (SINDELAR *et al.*, 2003a). Relaciona-se a diversos fatores, tais como: espécie, idade, sexo, raça, músculo, processo de abate e de industrialização, quantidade de tecido conjuntivo e quantidade de gordura intramuscular (marmoreio). Durante o cozimento, o tecido conjuntivo se coagula, tendendo a endurecer as proteínas das miofibrilas. Esses efeitos dependem do tempo e da temperatura, sendo o primeiro o mais importante para o amaciamento do colágeno e o último, mais crítico para o endurecimento miofibrilar (LAWRIE, 2005).

2.2.5.1 Avaliação objetiva da maciez

Pode-se medir a maciez da carne pelo emprego de instrumentos como o texturômetro, em que um determinado tipo de lâmina é conduzido através de uma amostra de carne crua ou cozida, em um protocolo experimental padronizado. A força máxima necessária para cisalhar a amostra (*shear force*), medida em kg, kgf

ou N, é referida como força de cisalhamento, sendo tomada como medida objetiva da maciez da carne (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Existem diversas técnicas para avaliação da força de cisalhamento da carne, variando com o tipo de lâmina empregada, sendo as mais relevantes: (i) técnicas com lâminas únicas, como a *Warner-Bratzler shear force* (WBSF), *Square-Blade shear force* (SBSF) e *Slice shear force* (SSF); (ii) técnicas com lâminas múltiplas, como *Kramer shear press* (KSP) e (iii) técnicas com lâminas que simulam a mordida humana, como a *Volodkevich Bite Jaws* (VBJ). A lâmina *Warner-Bratzler* tem sido a mais utilizada, por apresentar boa correlação com equipes sensoriais (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Geralmente, a carne suína, quando comparada à carne bovina, apresenta menores valores de resistência ao cisalhamento, por possuir menor conteúdo de tecido conjuntivo. Esse fator é otimizado quando no seu processamento são aplicados processos que levem a um enfraquecimento mecânico das miofibrilas, tornando a carne suína ainda mais macia, e também pela adição de ingredientes não cárneos, refletindo na obtenção de menores valores de força de cisalhamento (SINDELAR *et al.*, 2003b; SHEARD; TALI, 2004; BAUBLITS *et al.*, 2006; HAYES *et al.*, 2006).

2.2.6 Suculência

A suculência de um produto resulta de um sistema com grande capacidade de retenção de água, sendo que outras características da carne estão relacionadas a essa propriedade, como a maciez, a cor e o sabor. Produtos com melhor graduação de suculência em equipes sensoriais podem ser correlacionados com os produtos de melhor aceitação pelos consumidores, por serem mais palatáveis (BRYHNI *et al.*, 2003). Junto com a maciez, a suculência é o maior atributo de qualidade reconhecido pelos consumidores na carne e produtos cárneos (XU *et al.*, 2009).

A capacidade de retenção de água (CRA) é a capacidade que apresenta o tecido muscular de reter sua própria água quando se aplicam processos como corte, moagem, cocção ou prensagem, refletindo diretamente na suculência da carne.

Segundo Honikel (1998), diversos protocolos têm sido descritos para a avaliação da CRA da carne, podendo ser divididos em: (i) métodos que avaliam a exsudação da carne crua; (ii) métodos que determinam a perda de líquidos durante a cocção da carne.

Alguns autores relatam que o impacto da injeção de soluções com ingredientes não cárneos sobre a suculência da carne suína é tão grande que mesmo quando ela é submetida a altas temperaturas de cozimento, amostras injetadas mantêm sua suculência em relação a amostras-controle, nas quais esse atributo decai significativamente (PRESTAT *et al.*, 2002; BAUBLITS *et al.*, 2006).

2.3 TECNOLOGIA DA EXTENSÃO CÁRNEA

2.3.1 Características dos extensores

Extensores podem ser definidos como proteínas alternativas ou misturas de proteínas que permitem substituir em parte as proteínas naturais da carne, contribuindo para a obtenção de produtos de qualidade similar, a um custo mais baixo, quando da elaboração de produtos industrializados (OLIVO, 2006). No Brasil, a indústria de carnes conta com a oferta de ampla variedade de produtos comercializados pelas fábricas de aditivos e ingredientes como “extensores” para utilização na formulação de produtos cárneos, tendo por finalidade aumentar o rendimento de fabricação, substituindo a matéria-prima cárnea por proteínas não cárneas e água – a “extensão” – (JANSSEN; VOORTMAN; DE BAAIJ, 1987; DAGUER; BERSOT; PICININ, 2008).

Diante do notável crescimento do emprego de proteínas não cárneas, especialmente de soja, na industrialização de produtos cárneos, a legislação brasileira especificou limites máximos permitidos para a sua adição à formulação de uma série de produtos. No entanto, a determinação da adição e da quantidade adicionada de proteínas não cárneas a certos produtos ainda se constitui um

problema para os sistemas de fiscalização de alimentos, devido à escassez de técnicas apropriadas a essa finalidade (BELLOQUE *et al.*, 2002).

Embora as proteínas de soja sejam as mais comumente adicionadas às formulações de produtos cárneos, outras proteínas não cárneas podem ser empregadas, sejam de origem animal, como os caseinatos, as proteínas à base de soro de leite, o plasma sanguíneo e a ovalbumina; sejam de origem vegetal, como o glúten do trigo, amendoim, colza, sementes de algodão e do girassol, feno-grego (alforva) e tremoços (*Lupinus spp.*) (JANSSEN; VOORTMAN; DE BAAIJ, 1987; SZERMAN *et al.*, 2007). No caso de produtos cozidos cujas formulações tenham baixo conteúdo de carne, o uso de proteínas não cárneas se destaca por suprir sua baixa capacidade de emulsificação, prevenindo a coalescência da gordura durante o tratamento térmico (BELLOQUE *et al.*, 2002; CASTRO-RUBIO *et al.*, 2005). Algumas proteínas não cárneas podem também ser utilizadas como substitutos da gordura, devido à sua habilidade em ligar-se à água, formando géis e atendendo a demandas por dietas mais saudáveis (CASTRO *et al.*, 2007).

A Portaria n°. 540/1997, do Ministério da Saúde, define como “ingrediente” qualquer substância, incluindo os aditivos alimentares, empregada na fabricação ou preparação de um alimento e que permanece no produto final, ainda que de forma modificada (BRASIL, 1997). Como aditivo é definido qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenamento, transporte ou manipulação de um alimento (BRASIL, 1997). Embora a categoria “extensores” não tenha sido prevista no regulamento brasileiro de aditivos para carnes e produtos derivados, a utilização de proteínas não cárneas em produtos cárneos está prevista nos seus respectivos regulamentos técnicos de identidade e qualidade, em teores que variam de 2% a 4% (QUADRO 1).

Para que a efetiva implementação desses regulamentos ocorra, é necessário haver disponíveis metodologias analíticas que monitorem adequadamente a quantidade de proteínas não cárneas adicionada aos produtos cárneos (CASTRO-RUBIO *et al.*, 2005). Sabe-se que a ultrapassagem desses limites chega a ser proposta por alguns fabricantes de extensores, que recomendam a sua utilização

fraudulenta, acima do limite máximo legal dos produtos (DAGUER; BERSOT; PICININ, 2008).

QUADRO 1 – LIMITE MÁXIMO DE ADIÇÃO DE PROTEÍNAS NÃO CÁRNEAS A PRODUTOS CÁRNEOS.

Tipo de produto	Limite máximo de adição de proteínas não cárneas	Restrições
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mortadelas</i> • <i>Salsichas</i> • <i>Hambúrguer</i> • <i>Kibe</i> • <i>Almôndega</i> • <i>Empanados</i> 	4,0%	Proibida a adição em: a) mortadelas dos tipos Bologna e Italiana (permitido uso de proteínas lácteas nesses produtos); b) salsichas Viena e Frankfurt.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lingüiças</i> • <i>Bacon</i> • <i>Apresuntado</i> 	2,5%	Proibida a adição em lingüiças dos tipos Toscana, Calabresa, Portuguesa, Blumenau e Colonial.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Presunto cozido</i> • <i>Lombo</i> 	2,0%	Proibida a adição em Presunto cozido “superior”.

FONTE: Regulamentos técnicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000).

As características físico-químicas regulamentares dos extensores também não são sempre observadas pelos fabricantes. Estudo realizado com extensores disponíveis para utilização pela indústria brasileira de carnes revelou que amostras de proteína isolada de soja podem se encontrar em desacordo com o padrão mínimo de 88% de proteína estipulado pela legislação, através do regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal (BRASIL, 2005) (QUADRO 2).

Outra disparidade observada é quanto à forma de declaração indicada para os rótulos dos produtos nos quais os extensores serão utilizados, variando de “estabilizantes”, “condimento” a “mistura” ou “fonte de proteínas”, o que pode gerar confusão aos consumidores (DAGUER; BERSOT; PICININ, 2008).

Nos Estados Unidos, de acordo com o *Code of Federal Regulations*, o serviço de inspeção autoriza em embutidos cozidos o uso de extensores como a proteína isolada de soja, no teor máximo de 2%; a farinha de soja em no máximo 3,5% e o concentrado proteico de soja em no máximo 3,5%, desde que estejam declarados no rótulo do produto. O concentrado proteico de soro de leite pode ser utilizado em produtos cárneos na concentração máxima de 3,5% (ESTADOS UNIDOS, 2001).

Na Argentina, o *Código Alimentario* autoriza a utilização de proteínas de soja em no máximo 2% do peso do produto pronto, devendo o ingrediente constar qualitativa e quantitativamente da listagem do rótulo, em caracteres visíveis. Se fizer parte da denominação do produto (“hambúrguer com soja”, “salsicha com soja”), a proteína texturizada de soja pode ser adicionada até 10% (ARGENTINA, 1969).

QUADRO 2 – COMPOSIÇÃO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E COMERCIAIS DE AMOSTRAS DE EXTENSORES DISPONÍVEIS PARA PROCESSAMENTO DE PRODUTOS CÁRNEOS.

Ingrediente e composição	Proteína (%)	Cinzas (%)	Indicação de uso no produto final (%)	Forma de declaração indicada no rótulo
<i>Carragena padronizada.</i>	2,11	27,3	0,3 a 0,8	Estabilizante
<i>Concentrado proteico de soro de leite.</i>	73,10	4,33	“De acordo com a legislação”	Não há
<i>Mistura de estabilizante (maltodextrina, cloreto de sódio, amido de trigo, proteína de soro de leite, açúcar, tripolifosfato de sódio, pirofosfato de sódio).</i>	34,68	6,68	5,0	Estabilizante
<i>Mix proteico (marca A): proteína isolada de soja, polifosfatos, proteína láctea, aromatizante, glutamato monossódico.</i>	42,31	24,65	Não há	Condimento
<i>Mix proteico (marca B): farinha de soja, gelatina, eritrozina (corante).</i>	56,13	5,61	5,0	Mistura proteica
<i>Proteína isolada de soja:</i>				
<i>Marca A;</i>	80,11	3,87	Não há	Não há
<i>Marca B.</i>	80,64	4,71	Não há	Não há
<i>Proteína texturizada de soja.</i>	50,64	5,15	5,0	Fonte de proteína

FONTE: DAGUER; BERSOT; PICININ, 2008.

Na União Europeia, não há padrões de legislação para uso de proteínas de soja em produtos cárneos. Desde 1996, permitiu-se o uso de ingredientes à base de soja em produtos cárneos na Alemanha, sem limite de adição, desde que rotulados com os dizeres “contém proteína de soja” (MELLENTHIN; GALENSA, 1999).

2.3.2 Marinação e melhoria de carnes (*enhancement*)

A expressão “marinação” se origina de línguas latinas, como espanhol, francês e italiano, as quais se referem dessa forma à técnica de embeber carnes em salmouras. Embora ocorra bastante variação entre os diversos países em que a técnica é aplicada, geralmente tem-se por marinação a adição de sal, fosfatos e condimentos à carne (BJÖRKROTH, 2005).

Inicialmente utilizada como prática culinária, a marinação se estendeu ao nível industrial para produção em larga escala, tendo sido utilizada há décadas pela indústria de carne de frango. Mais recentemente, a aplicação da tecnologia da marinação tem sido estendida à carne suína e, em menores proporções, à carne bovina, obtendo-se avanços tecnológicos nos últimos anos e fazendo com que a comercialização de carne *in natura* gradativamente venha cedendo lugar às carnes adicionadas de soluções, gerando produtos semi-preparados (WRIGHT *et al.*, 2005; XIONG, 2005; SCHIRMER; HEIR; LANGSRUD, 2009). Muitos autores têm defendido a adição de ingredientes não cárneos como uma forma simples e econômica de agregar valor a produtos cárneos, especialmente para cortes de carne que possuem menor valor comercial e diversos estudos têm sido realizados com marinação de carnes das diferentes espécies (XIONG; KUPSKI, 1999; SCANGA *et al.*, 2000; VOTE *et al.*, 2000; PRESTAT *et al.*, 2002; SHEARD; TALI, 2004; BAUBLITS *et al.*, 2005; WRIGHT *et al.*, 2005; BAUBLITS *et al.*, 2006; HAYES *et al.*, 2006; MANHANI; CAVA; POLLONIO, 2007; SCHIRMER; HEIR; LANGSRUD, 2009).

A busca pela melhoria da qualidade sensorial trouxe uma tecnologia correlata à marinação, denominada *enhancement* (incremento, melhoria), que consiste em injetar uma determinada solução na carne fresca para aumentar a retenção de fluidos durante o cozimento do produto e para incrementar atributos de

palatabilidade, sobretudo ligados à suculência e à maciez. Embora essa técnica esteja se tornando bastante usual em alguns países, trata-se de um processo similar à marinação, porém sem agregação de condimentos ou realçadores de sabor (BRASHEAR *et al.*, 2002; GONÇALVES, 2006; LEMOS, 2006). No Brasil, alguns pesquisadores tendem a denominar esses produtos como “carnes melhoradas” (MANHANI; CAVA; POLLONIO, 2007). Com o objetivo de melhorar o rendimento do produto, são ainda adicionados ingredientes como o sal, fosfatos, lactato de sódio, lactato de potássio, diacetato de sódio, gomas, amidos modificados e proteínas de soja e do soro de leite, de forma a suprir tal necessidade funcional (MILLER, 1998a; XIONG, 2005). A carne injetada apresenta aparência semelhante à carne fresca, mas pode diferir em valor nutritivo (MURPHY-GUTEKUNST; URIBARRI, 2005).

Nos Estados Unidos, onde mais de 60% da carne suína é consumida na forma de produtos injetados ou marinados, as soluções para marinar carnes são 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; SMITH; SAVAGE, 2005; GOODING *et al.*, 2009). A quantidade de ingredientes não cárneos injetados geralmente varia de 7% a 15%, sendo que quando a adição excede 10%, é obrigatória a declaração no rótulo da quantidade e dos ingredientes da solução injetada (MILLER, 1998a). Se a injeção for praticada em quantidades inferiores a 10%, é necessário declarar de forma qualitativa os ingredientes utilizados, mas a menção “marinado” é suficiente para classificar o produto em sua rotulagem (MILLER, 1998a; ESTADOS UNIDOS, 2001).

Em outros países, a comercialização de carne injetada/marinada tem demonstrado ser uma das grandes perspectivas para a indústria da carne. Schirmer, Heir e Langsrud (2009) relatam que, na Noruega, a demanda por produtos injetados/marinados à base de carne suína variam de 2500 a 3000 toneladas anuais, estimando-se um aumento potencial de 10% a 15% anuais nos próximos anos. Na Finlândia, estima-se que cerca de 80% da carne de frango vendida no mercado varejista encontra-se na forma de produtos marinados (BJÖRKROTH, 2005).

No entanto, as técnicas de marinar/incrementar carnes, quando aplicadas pela indústria, ao mesmo tempo em que devem utilizar ingredientes em concentrações suficientes para alcançar o incremento de atributos como maciez e suculência, não podem gerar efeitos adversos no sabor e na coloração da carne e nem causar maciez excessiva, fatores que podem levar ao rechaço do produto pelos consumidores (SHEARD; TALI, 2004; BAUBLITS *et al.*, 2006). Gooding *et al.* (2009) relatam que, na carne submetida à injeção, pode ocorrer a formação de estrias paralelas à musculatura, visíveis em sua superfície de corte, comprometendo o aspecto da carne. Por outro lado, a técnica de melhorar carnes, quando aplicada à carne suína, não deve ter por objetivo de melhorar a matéria-prima de má qualidade, mas sim melhorar a sua qualidade sensorial, sob risco de não surtir os efeitos esperados (MILLER, 1998a).

2.3.3 Utilização de fosfatos em produtos cárneos

Cloreto de sódio (NaCl) e fosfatos são comumente utilizados em soluções para marinar carnes, isolados ou combinados, a fim de explorar sua ação sinérgica. 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 polifosfatos são sais do ácido ortofosfórico (PO_2H_3), de coloração branca, higroscópicos, de pH variável, diferenciando-se uns dos outros pelo seu número de átomos de fósforo dentro da macromolécula (grau de polimerização); pela natureza dos cátions que se fixam sobre a cadeia (sódio ou potássio) e pelo número de hidrogênios não substituídos por cátions (FRENTZ, 1982).

Os principais tipos de fosfatos utilizados pela indústria nas formulações de produtos cárneos estão relacionados na tabela 1. Muitas vezes os fosfatos são adquiridos em misturas de seus diferentes tipos, embora os mais utilizados em carnes injetadas sejam o pirofosfato, o tripolifosfato e o metafosfato solúvel, com estrutura cíclica. A mistura de polifosfatos tem sido recomendada por pesquisadores,

por trazer bons resultados de rendimento e alta aceitabilidade dos produtos (COSTA *et al.*, 2003). No processamento de carnes, o pirofosfato e o tripolifosfato são reconhecidos como mais eficazes, sendo amplamente utilizados em produtos marinados (XIONG, 2005; XU *et al.*, 2009).

TABELA 1 – DENOMINAÇÃO, FÓRMULA QUÍMICA, pH EM SOLUÇÃO AQUOSA A 1% E CONTEÚDO EM P₂O₅ DOS DIVERSOS TIPOS DE POLIFOSFATOS.

Denominação	Fórmula	% P ₂ O ₅	pH em solução 1%
<i>Pirofosfato dissódico</i>	Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	63,9	4,0 – 4,3
<i>Pirofosfato tetrassódico</i>	Na ₄ P ₂ O ₇	53,4	10,0 – 10,5
<i>Tripolifosfato pentassódico</i>	Na ₅ P ₃ O ₁₀	57,9	>9,2
<i>Pentapolifosfato heptassódico</i>	Na ₇ P ₅ O ₁₆	62,0	8,2 – 8,6
<i>Metafosfato</i>	Na(PO ₄) _n (n = 100-120)	69,6	6,3 – 7,5
<i>Pirofosfato tetrapotássico</i>	K ₄ P ₂ O ₇	43,2	10,3

FONTE: FRENTZ, 1982.

Dentre os diversos efeitos dos fosfatos em produtos cárneos, citam-se o aumento da suculência, o decréscimo da perda por cozimento, a melhoria das características sensoriais e a redução da força de cisalhamento dos produtos (XU *et al.*, 2009). Os fosfatos despolimerizam os filamentos de miosina e facilitam a dissociação da acto-miosina, assim aumentando ainda mais a dissolução proteica. Dessa 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 ao aumento da capacidade de retenção de água da carne (OFFER; TRINICK, 1983; VELAZCO, 1999; DUŠEK *et al.*, 2003; XIONG, 2005). Ao nível microestrutural, os fosfatos facilitam a remoção de proteínas miofibrilares transversais, atuando nos discos Z e favorecendo, assim, a extração da miosina, o que propicia o incremento da maciez da carne (XIONG, 2005; XU *et al.*, 2009).

Os fosfatos promovem ainda o aumento significativo no pH; o retardamento da descoloração devido à estabilização da vitamina C e a concessão de propriedades antioxidantes (LEE; HENDRICKS; CORNFORTH, 1998; DUŠEK *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 (DUŠEK *et al.*, 2003).

O sabor característico da carne é gerado durante o cozimento a partir de precursores de sabor que passam por uma série de reações complexas (reações de Maillard) envolvendo carboidratos, proteínas e lipídios (FARMER, 1992). Na carne tratada com polifosfatos, é possível que alguns desses precursores de sabor se solubilizem e sejam drenados da carne durante e imediatamente após o processo de injeção. Dessa forma, o aparecimento de sabor estranho pode ficar mais aparente, pois o sabor próprio da carne perde a intensidade (VOTE *et al.*, 2000). Sheard *et al.* (1999) observaram que, em carnes suínas adicionadas de fosfatos, quanto maior a concentração do estabilizante, menor o sabor característico da carne e maiores são o aparecimento de sabor estranho, a maciez e a suculência.

A elevação do pH, mesmo sendo pouco significativa, também pode contribuir significativamente no aparecimento de sabores estranhos na carne injetada (FARMER, 1992). Por outro lado, diferenças significativas quanto à presença de sabor estranho entre carnes injetadas com fosfatos e carnes-controle (sem injeção), podem não ser observadas, sendo que o decréscimo da intensidade desse sabor chegou a ser relatado por alguns autores, em carnes injetadas com fosfato (SCANGA *et al.*, 2000; BAUBLITS *et al.*, 2005; BAUBLITS *et al.*, 2006).

Vote *et al.* (2000) relataram que, em carnes adicionadas de fosfatos, é muito comum a percepção do “sabor de sabonete” que esses aditivos podem conferir ao produto.

Outro inconveniente do uso de fosfatos é a sua capacidade de aumentar, ainda que levemente, o conteúdo de nitrosaminas nos produtos cárneos, embora a associação de outros aditivos na formulação (como ascorbato de sódio) leve ao decréscimo do teor dessas substâncias (RYWOTYCKI, 2002).

Embora não seja permitida no Brasil, a utilização de fosfatos no processo de abate de frangos é admitida nos Estados Unidos, com a finalidade de eliminar a contaminação das carcaças por *Salmonella* spp. e outros patógenos (CAPITA *et al.*, 2000). Buses e Thompson (2003) demonstraram que a imersão de filés de peito de frango em soluções contendo 4% de fosfatos levou ao aumento da vida comercial dos produtos em até 14 dias, inibindo a multiplicação de coliformes.

2.4 CONTROLE DA UTILIZAÇÃO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS EM CARNES

2.4.1 Características das proteínas

As proteínas são moléculas simples, formadas exclusivamente pelo encadeamento de aproximadamente vinte aminoácidos. Em alimentos, as proteínas apresentam propriedades físico-químicas únicas, incluindo a formação de gel, a viscosidade, a emulsificação, absorção de água, textura, cor e sabor (ELLIS, 1987).

Na biossíntese, a ordem na qual as subunidades de aminoácidos se agrupam e o seu número e tipos presentes são únicos para a proteína em particular. A sequência de aminoácidos de uma proteína determina o tipo de conformação que ela vai representar e esta, por sua vez, responde pela propriedade biológica verificada. Os aminoácidos mais encontrados em proteínas após a sua hidrólise total são a glicina, a alanina, a serina e o ácido glutâmico, enquanto os menos freqüentes são o triptofano, a metionina e a cisteína. Recentemente, dois novos aminoácidos foram descobertos em algumas proteínas, a selenocisteína e a pirrolisina, aumentando o total de aminoácidos que pode ser encontrado nessas macromoléculas para 22 aminoácidos (BAILEY, 1976; SILVA JUNIOR, 2004).

2.4.1.1 Proteínas da carne

Existem três classes de proteínas da carne: (i) sarcoplasmáticas (mioglobina e enzimas do metabolismo celular); (ii) miofibrilares (actina, miosina, tropomiosina, troponina, proteína C, actinina α , actinina β , proteína M e paramiosina); (iii) estromáticas (proteínas do tecido conjuntivo – colágeno e elastina –). As proteínas miofibrilares constituem de 50% a 55% do total de proteínas da carne, sendo a miosina (50% a 55%) e a actina (20% a 25%) as proteínas majoritárias e as

principais responsáveis pelas propriedades funcionais dos produtos cárneos (LAWRIE, 2005).

A mioglobina é formada de uma única cadeia, com 153 resíduos de aminoácidos e peso molecular (PM) aproximado de 17,5kDa. É a proteína responsável pela coloração vermelha dos músculos e pela respiração do tecido muscular (SGARBIERI, 1996).

A miosina é a mais abundante das proteínas miofibrilares, consistindo de duas subunidades chamadas cadeias pesadas, com PM entre 210kDa e 220kDa, formando hélice dupla (SGARBIERI, 1996).

O colágeno é o principal constituinte das cartilagens e outros tecidos conjuntivos, sendo caracterizado pelo seu elevado conteúdo de glicina, prolina e hidroxiprolina e pela completa ausência de aminoácidos sulfurados e de triptofano. Sua unidade estrutural fundamental é o tropocolágeno, com PM próximo a 300kDa (SGARBIERI, 1996).

No processamento da carne, é comum haver ampla variação da qualidade proteica e do valor nutritivo dos produtos, em função dos tipos e níveis de ingredientes proteicos não cárneos utilizados nas formulações (vegetais e animais) (ZARKADAS; KARATZAS; KHANIZADEH, 1993).

2.4.1.2 Proteínas da soja

A soja e seus derivados têm recebido atenção dos pesquisadores devido à quantidade e à 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 têm sido utilizadas como ingredientes funcionais e nutricionais, com aplicações em produtos de panificação, fórmulas infantis, formulações para nutrição clínica, suplementos proteicos, produtos à base de peixe, molhos, sopas e como substituto em alimentos lácteos e cárneos (GENOVESE; LAJOLO, 2001; SEIBEL; BELÉIA, 2008).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, exportando cerca de 70% da produção na forma de farelo de soja e destinando os 30% restantes para

utilização em ração animal e fabricação de produtos proteicos utilizados na indústria alimentícia (GÓES-FAVONI *et al.*, 2004). O processamento da soja dá origem a diferentes matérias-primas, como as farinhas de soja, extratos hidrossolúveis e proteínas texturizadas utilizadas na produção de alimentos da dieta ocidental. Nos últimos anos, a procura por alimentos derivados da soja tem aumentado, devido à divulgação de benefícios à saúde atribuídos ao consumo dessa leguminosa (GÓES-FAVONI *et al.*, 2004; HOOGENKAMP, 2005).

Segundo o *Codex Alimentarius*, produtos proteicos da soja são preparados com grãos da leguminosa (sementes de *Glycine max* L.), mediante diversos procedimentos como a separação e a extração. Com esses procedimentos, obtém-se a eliminação ou a redução de alguns dos principais constituintes não proteicos da soja, de forma que se obtém um conteúdo proteico mínimo de 50% a 65% (farinha proteica de soja), 65% a 90% (concentrado proteico de soja) ou de no mínimo 90% (proteína isolada de soja). A disponibilidade de diversos tipos de proteína de soja facilita sua incorporação aos produtos cárneos, sendo a proteína concentrada de soja a forma mais utilizada, seguida da proteína texturizada de soja (PTS) e da proteína isolada de soja (PIS). A hidrólise dos produtos proteicos de soja promove um desempenho ainda melhor dessas propriedades, ocorrendo uma interação ainda maior das proteínas da soja com as proteínas miofibrilares (XIONG, 2005).

A soja melhora a textura e capacidade emulsificante de produtos cárneos, intensificando, ainda, outras características como aparência, firmeza, suculência, fatiabilidade e rendimento de cocção (BELLOQUE *et al.*, 2002; HOOGENKAMP, 2005; XIONG, 2005). É ainda responsável pelo incremento tecnológico dos processos de fabricação, reduzindo custo de formulação, substituindo a gordura animal em atendimento à demanda de consumidores por produtos mais saudáveis (CASTRO-RUBIO *et al.*, 2005). A eficiência da soja em aumentar a capacidade de retenção de água dos produtos cárneos tem sido atribuída à presença de peptídeos altamente hidrofílicos nesse ingrediente (XIONG, 2005). Além disso, a soja interage sinergicamente com as proteínas do músculo, formando uma matriz de gel que imobiliza a água (FENG; XIONG, 2003).

A maior parte das proteínas da soja são classificadas como globulinas. São insolúveis em água ou soluções salinas diluídas em valores de pH acima ou abaixo

de seu ponto isoelétrico. Com base em seus coeficientes de sedimentação quando de sua ultra centrifugação, as proteínas da soja possuem quatro frações extraíveis pela água: 2S, 7S, 11S e 15S (SGARBIERI, 1996; RIBLETT *et al.*, 2001).

A glicinina (proteína 11S) e a β -conglucina (proteína 7S), globulinas que contabilizam cerca de 70% das proteínas da soja, são as principais proteínas de armazenamento, destacando-se pelo seu alto conteúdo de ácido glutâmico e glutamina e pelo seu teor relativamente baixo de aminoácidos sulfurados. A funcionalidade das proteínas da soja é parcialmente dependente da proporção existente de glicinina e de β -conglucina, o que pode variar genotipicamente (RIBLETT *et al.*, 2001).

A glicinina possui seis subunidades, contendo cada qual uma cadeia polipeptídica ácida (36-40kDa) e outra básica (18-20kDa), ligadas por pontes bissulfeto. A β -conglucina se constitui de três subunidades, designadas α , α' e β , com pesos moleculares de 84kDa, 72kDa e 51kDa. As demais proteínas são enzimas celulares e constituintes estruturais, que também podem servir de marcadores analíticos, como a lipoxigenase (BERKOWITZ; WEBERT, 1987; RIBLETT *et al.*, 2001).

A fração 2S é composta por vários inibidores de tripsina, citocromo C, alantoinase e duas globinas (2,3S e 2,8S) isentas de atividade biológica. A fração 15S não tem sido isolada e caracterizada, apresentando peso molecular acima de meio milhão (SGARBIERI, 1996).

As proteínas de soja podem retardar o aparecimento do ranço, sobretudo devido à habilidade de seus ácidos polifenólicos e isoflavonóides. Os peptídeos da soja são compostos de 3 a 16 aminoácidos, incluindo aminoácidos hidrofóbicos, valina ou leucina em posições *N*-terminais, e prolina, histidina ou tirosina na sequência. Estudos realizados com peptídeos contendo histidina têm demonstrado a sua capacidade de funcionar como quelantes de íons metálicos e de capturar radicais livres e oxigênio ativo, funcionando, assim, como antioxidantes (PIHLANTO, 2006).

Por outro lado, a utilização de proteínas de soja de baixa qualidade pode alterar o sabor normal dos produtos cárneos. Estudos sensoriais têm indicado que o concentrado proteico de soja deve ser empregado em teores máximos de 3% a 4%,

a fim de evitar a alteração significativa do sabor característico do produto pelo sabor indesejado da soja – ou *beany flavour* – (PEDERSEN, 1995; HOOGENKAMP, 2005).

Para indivíduos alérgicos, a ingestão de produtos cárneos com adição de soja ou de outras proteínas não cárneas pode representar risco à saúde, daí a importância do controle de sua utilização e da informação expressa no rótulo para os consumidores (MELLENTHIN; GALENSA, 1999; CASTRO *et al.*, 2005).

2.4.1.3 Proteínas do soro de leite

O leite contém duas proteínas principais: a caseína e as proteínas hidrossolúveis presentes no soro. A caseína é a proteína principal, perfazendo cerca de 80% das proteínas do leite; os 20% restantes correspondem às proteínas do soro. O soro de leite é o líquido remanescente quando da remoção da caseína na fabricação de queijos, seja por acidificação a pH 4,6 (“soro ácido”), seja por adição de renina (“soro doce”). Sua coloração é amarelada ou esverdeada, ou eventualmente com uma tonalidade azulada, dependendo da qualidade e da espécie do leite utilizado (SGARBIERI, 1996). O soro pode ser obtido de qualquer espécie de leite; embora o de vaca seja o mais utilizado, em algumas regiões o leite de cabras, ovelhas e até de camelas são também utilizados na fabricação de produtos lácteos, resultando na produção de soro (SMITHERS, 2008).

Antes considerado um resíduo industrial de baixo valor econômico, o soro de leite passou a ser empregado como ingrediente funcional na indústria de alimentos, face às suas propriedades físico-químicas e biológicas. Sempre utilizado na prevenção e tratamento de doenças na medicina popular, os vários benefícios que o soro de leite proporciona à saúde são relatados há séculos. Em seu clássico tratado sobre o leite e seus derivados, o físico e filósofo italiano Baricelli (1623) já faz referência ao sucesso do emprego do soro de leite em casos de infecções e problemas gástricos (SMITHERS, 2008).

A atividade biológica das proteínas do soro e seus peptídeos derivados, a rápida expansão do mercado de alimentos funcionais e a crescente demanda dos

consumidores por proteínas de alta qualidade estão diretamente relacionadas ao aumento do emprego das proteínas do soro e suas frações como ingredientes funcionais na indústria de alimentos (MCINTOSH *et al.*, 1998; SMITHERS, 2008).

Devido ao alto teor de lactose (>75%) em seus sólidos totais, o soro de leite é considerado um dos maiores poluentes que emanam da indústria de alimentos, apresentando valores de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) superiores a 35.000ppm e de DCO (demanda química de oxigênio) superiores a 60.000ppm (SISO, 1996). Diante desse problema, diversos países têm imposto restrições ao lançamento de soro de leite nos efluentes, forçando a criação de alternativas ao seu aproveitamento. A aplicação de processos com membranas, incluindo a microfiltração, a ultrafiltração e a diafiltração, tem contribuído no desenvolvimento de compostos à base de soro de leite, com altos teores de proteína e baixos teores de gordura, como o concentrado proteico e o isolado proteico, expandindo, assim, sua aplicação na indústria de alimentos (SMITHERS, 2008).

O concentrado proteico de soro de leite (CPSL) pode ter de 35% a 80% de proteína, de 0% a 60% de lactose, diversos minerais em diferentes concentrações e estados iônicos e variados níveis de gordura (STEPHAN, 2006; SAMMEL *et al.*, 2007). Na tabela 2, são comparadas as composições do leite e do soro. Cerca de 50% dos sólidos do leite aparecem no soro, junto com a totalidade da lactose e cerca de 20% das proteínas do leite. A α -lactalbumina e β -lactoglobulina são as principais proteínas do soro, perfazendo 70% a 80% do total de proteínas. São também encontradas no soro a albumina sérica, imunoglobulinas, lactoferrinas e enzimas (MCINTOSH *et al.*, 1998; SGARBIERI, 1996).

TABELA 2 – COMPOSIÇÃO DO LEITE E DO SORO DE LEITE, EM % (m/v).

Componente	Leite	Soro
Caseína, %	2,8	<0,1
Proteínas do soro, %	0,7	0,7
Gordura, %	3,7	0,1
Cinzas, %	0,7	0,5
Lactose, %	4,9	4,9
Sólidos totais, %	12,8	6,3

FONTE: SMITHERS, 2008.

A α -lactalbumina possui 123 resíduos de aminoácidos, com PM 14.176Da e três pontes de dissulfeto intramolecular. A β -lactoglobulina contém 162 resíduos de aminoácidos e PM ao redor de 18kDa, com um grupo sulfidril livre (-SH) e duas pontes dissulfeto intramolecular (SGARBIERI, 1996).

Os concentrados proteicos de soro de leite são considerados sistemas multifuncionais, tendo sido adicionados a diversos alimentos, com o intuito de modificar propriedades através da gelatinização, aumento da viscosidade, estabilização de emulsões, entre outras (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003; SAMMEL *et al.*, 2007). Diversos protótipos de alimentos, preparados com CPSL, foram propostos e comparados a controles, sem adição do soro. McIntosh *et al.* (1998) relataram que alimentos como sorvetes, bebidas lácteas, molhos e massas são estatisticamente indistinguíveis dos respectivos controles quanto a vários atributos, indicando que a utilização de CPSL não representa objeção do ponto de vista sensorial à maioria dos alimentos.

A capacidade das proteínas do soro de formar géis estáveis sob aquecimento em temperaturas de 70°C a 90°C constitui importante propriedade funcional para a manufatura de diversos alimentos, em face da imobilização de grandes quantidades de água e outros componentes alimentícios por parte desses géis (LUVIELMO; ANTUNES, 2006). A β -lactoglobulina é a proteína do soro com melhor capacidade gelatinizante, devido à presença de grupos sulfidrilas livres (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003).

Em produtos cárneos, a utilização de proteínas do leite parece ser um processo de alto potencial para a indústria, que resulta em produtos bem qualificados em análise sensorial, aumentando a capacidade de retenção de água, o valor nutricional e propiciando a formação de emulsões estáveis em diversos produtos cárneos (HAYES *et al.*, 2006; SZERMAN *et al.*, 2007).

Hayes *et al.* (2005) avaliaram a ação de frações de β -lactoglobulina enriquecidas com minerais em salsichas, demonstrando melhoria significativa do rendimento e a maciez do produto, sem afetar sua qualidade sensorial.

Luvielmo e Antunes (2006), estudando a substituição de proteínas da carne por proteínas do concentrado proteico de soro de leite em salsichas, obtiveram

produtos mais macios e com melhor mastigabilidade, confirmado pela análise instrumental (texturômetro).

O soro de leite fluido também pode ser usado na industrialização da carne, tendo sido empregado com sucesso na fabricação de mortadelas em substituição de até 100% da água utilizada na formulação do produto, sem causar alterações em suas características físico-químicas e sensoriais (TERRA *et al.*, 2009).

As proteínas do soro possuem atividade anti-carcinogênica e nos produtos aos quais são adicionadas inibem a rancificação, contribuindo para aumento de sua estabilidade (MCINTOSH *et al.*, 1998; PEÑA-RAMOS; XIONG, 2003; PIHLANTO, 2006; SMITHERS, 2008). O CPSL contém altas concentrações de componentes como a lactose que, durante o cozimento, levam à formação de componentes antioxidantes, derivados da reação de Maillard, importantes no controle da rancificação, principalmente em produtos cozidos (PEÑA-RAMOS; XIONG, 2003).

Recentemente, o desenvolvimento de filmes comestíveis à base de CPSL para aplicação sobre os alimentos tem sido estimulado, por estender seu prazo de vida comercial, contribuindo para a redução da poluição ambiental (OLIVEIRA *et al.*, 2008; ZINOVIADOU; KOUTSOUMANIS; BILIADERIS, 2009).

2.4.2 Técnicas analíticas para controle da utilização de proteínas não cárneas em produtos cárneos

Qualquer método que detecte diferenças na estrutura primária das proteínas pode ser aplicado para avaliar a presença de proteínas não cárneas em produtos cárneos. Com essa finalidade, diversas técnicas têm sido empregadas. Embora algumas técnicas tenham se mostrado bastante eficientes, as mesmas podem ser onerosas e extremamente demoradas. Alguns autores sustentam que o desenvolvimento das tecnologias de fabricação de produtos cárneos adicionados dessas proteínas não foi acompanhado pelo desenvolvimento de técnicas analíticas para controle de sua utilização, motivo pelo qual pesquisas ainda se fazem necessárias nesse sentido (OLIVERA CARRIÓN; VALENCIA, 1990a; BELLOQUE *et al.*, 2002).

Métodos eletroforéticos, imunoquímicos e cromatográficos têm sido utilizados e recomendados para uso em laboratórios de referência, embora essas técnicas não sejam aplicáveis a todos os produtos, apresentando-se falhas para a análise de produtos cozidos e esterilizados, provavelmente devido às alterações sofridas pelas proteínas durante o aquecimento (BAILEY, 1976; ARMSTRONG; RICHERT; RIEMANN, 1982; JANSSEN; VOORTMAN; DE BAAIJ, 1987; SOUZA *et al.*, 1994b; BELLOQUE *et al.*, 2002; VELOSO *et al.*, 2002).

Por meio de hidrólise parcial, é possível fragmentar as proteínas em pontos específicos de sua estrutura e produzir uma ampla variedade de peptídeos, que representam, cada um, uma porção da molécula original. Quando a reação enzimática se completa, o modelo de peptídeos obtidos é característico da proteína hidrolisada. Bailey (1976) observou que, em produtos cárneos adicionados de proteína isolada de soja (PIS) submetidos à hidrólise enzimática com tripsina, os perfis peptídicos da carne e da soja são similares. No entanto, os digestos de soja contêm grupos de peptídeos carregados positivamente, facilmente distinguíveis daqueles da carne. Segundo o autor, a análise de peptídeos é uma técnica menos sensível que a imunoquímica, mas comparável à eletroforese em gel de poliacrilamida em precisão e limites de detecção, ainda que requeira equipamentos mais específicos. Agater *et al.* (1986) analisaram peptídeos de produtos cárneos termicamente processados adicionados de até 2% de proteína isolada de soja, demonstrando que aptidão da técnica para detecção do ingrediente, embora para a sua quantificação a mesma não tenha se mostrado tão eficiente.

A AOAC propõe a utilização de duas técnicas analíticas para controle da utilização da proteína de soja em produtos cárneos (AOAC, 2005). A primeira, baseada na análise microscópica de um extrato alcalino sob luz polarizada, tem sido usada desde 1913 para detecção da presença de soja em concentrações próximas a 1% em produtos cárneos (método 913.01). A segunda técnica consiste em um imunoenensaio enzimático (ELISA) semiquantitativo, podendo ser quantitativo se a natureza da proteína de soja utilizada no produto em exame é conhecida (método 988.10).

No Brasil, Della Torre (2004) validou a técnica de ELISA proposta pela AOAC, aplicando a mesma para quantificação de proteína de soja em produtos cárneos.

Também com o emprego do ELISA, González-Córdova *et al.* (1998) demonstraram a ocorrência de fraudes em produtos cárneos comercializados na Espanha, revelando adições de até 40% de soja em embutidos. No entanto, constam da literatura diversas referências propondo o emprego de outras técnicas em alternativa ao ELISA que, considerado de acuidade limitada, além de moroso, caro e complexo, tem sido bastante criticado por algumas agências regulatórias (LEITNER *et al.*, 2006). Castro-Rubio *et al.* (2005) e Castro *et al.* (2005), comparando o ELISA à cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) para quantificação de proteínas da soja em produtos cozidos à base de carne de peru e de carne suína, não observaram diferenças significativas entre as técnicas. A espectrometria de massas pode ser combinada à cromatografia líquida, permitindo ainda melhor identificação dos ingredientes empregados através de novos marcadores (LEITNER *et al.*, 2006).

Souza *et al.* (1994b) desenvolveram uma técnica de microscopia ótica para cortes de salsichas com 10 μ m de espessura, corados à base de azul de toluidina, glicerol e fenol. Os pontos corados em azul escuro ou púrpura correspondiam à proteína de soja, corada pelo azul de toluidina.

Na União Europeia, a importação de soja transgênica misturada à soja convencional tem gerado receios nos consumidores, fazendo com que alguns fabricantes de alimentos tenham reduzido sua utilização (MELLENTHIN; GALENSA, 1999). Com isso, a definição de técnicas analíticas para detecção de soja e outras proteínas vegetais em alimentos formulados ganhou novo vigor na comunidade científica. Mais recentemente, a reação da polimerase em cadeia (PCR) passou a ser empregada para análise de produtos cárneos, detectando e quantificando a utilização de soja transgênica em produtos cárneos. Taski-Ajdukovic *et al.* (2009) detectaram a presença de soja RR (*Roundup Ready*) em produtos processados comercializados na Sérvia, embora todos tenham apresentado índices abaixo de 0,1%.

Em produtos cárneos adicionados de grandes quantidades de tecido conjuntivo, a determinação da hidroxiprolina é importante para a estimativa da proteína cárnea efetivamente empregada na formulação do produto. Dessa forma, o perfil de aminoácidos dos produtos pode auxiliar na sua análise, traçando um perfil

de sua qualidade proteica. Uma alternativa à determinação de proteínas não cárneas é a aplicação de cálculos matemáticos baseados no conhecimento prévio da formulação do produto, chegando à quantidade de proteína cárnea pela diferença do percentual de proteína total da quantidade de proteínas não cárneas adicionadas e da proteína do tecido conjuntivo (ELLIS, 1987; PRÄNDL *et al.*, 1994). Por outro lado, a proteína concentrada de soja também pode conter hidroxiprolina, limitando o uso do perfil de aminoácidos e do cálculo do colágeno total para quantificação de tecido conjuntivo (ZARKADAS; KARATZAS; KHANIZADEH, 1993).

2.4.2.1 Determinação de substâncias não proteicas

O fato dos tecidos vegetais conterem substâncias não encontradas nos tecidos animais pode ser aproveitado para a análise química de constituintes não proteicos de alguns ingredientes utilizados em produtos cárneos. Como tecidos vegetais e animais possuem reação cruzada praticamente nula, métodos imunoquímicos também podem ser utilizados para estimar a quantidade de proteínas de soja adicionadas aos produtos cárneos (BAILEY, 1976; ARMSTRONG; RICHERT; RIEMANN, 1982; BERKOWITZ; WEBERT, 1987). No entanto, alguns desses métodos requerem anti-soros específicos para cada proteína não cárnea a ser testada e não são muito precisos na quantificação (ASHOOR; STILES, 1987). Além disso, o alto grau de purificação dos preparados de soja, com diferentes propriedades funcionais, dificulta o desenvolvimento de técnicas imunológicas adequadas para detecção e quantificação de proteínas de soja em carnes (BERKOWITZ; WEBERT, 1987).

Alguns compostos dos alimentos de origem vegetal possuem atividades biológicas promotoras da saúde, tais como: anti-oxidante, anti-inflamatória e hipocolesterolêmica. Entre esses compostos, também chamados de fitoquímicos, encontram-se as antocianinas dos frutos vermelhos, os flavonóis das folhas e as isoflavonas da soja (GENOVESE; LAJOLO, 2001; BARBOSA *et al.*, 2006).

As isoflavonas são compostos fenólicos bioativos predominantemente encontradas em leguminosas, possuindo diversas atividades biológicas, as quais

parecem estar relacionadas às suas estruturas químicas (GENOVESE; LAJOLO, 2001; LIU; CHANG; WIESENBERN, 2005). Apresentam-se em quatro estruturas químicas, perfazendo doze substâncias: (i) as agliconas daidzeína, genisteína e gliciteína; (ii) seus respectivos β -glicosídeos daidzina, genistina e glicitina; (iii) os derivados glicosilados acetilados 6''-O-acetildaidzina, 6''-O-acetilgenistina, 6''-O-acetilglicitina e (iv) os derivados glicosilados malonilados 6''-O-malonildaidzina, 6''-O-malonilgenisteína e 6''-O-malonilglicitina (GRÜN *et al.*, 2001; CESAR *et al.*, 2007). As isoflavonas têm sido consideradas uma boa alternativa à quantificação de soja em produtos cárneos, sendo pesquisadas por HPLC ou por eletroforese capilar (MELLENTHIN; GALENSA, 1999; VALLEJO-CORDOBA *et al.*, 2005).

Embora os teores de isoflavonas e suas propriedades físico-químicas possam variar em função do tipo de produto e do processamento da leguminosa, os derivados proteicos da soja contêm quantidades apreciáveis de isoflavonas (FIGURA 3), as quais têm sido reportadas como uma alternativa promissora na prevenção e tratamento de muitas doenças hormônio-dependentes, incluindo câncer, sintomas da menopausa, doenças cardiovasculares e osteoporose (GENOVESE; LAJOLO, 2001; BARBOSA *et al.*, 2006; CESAR *et al.*, 2007).

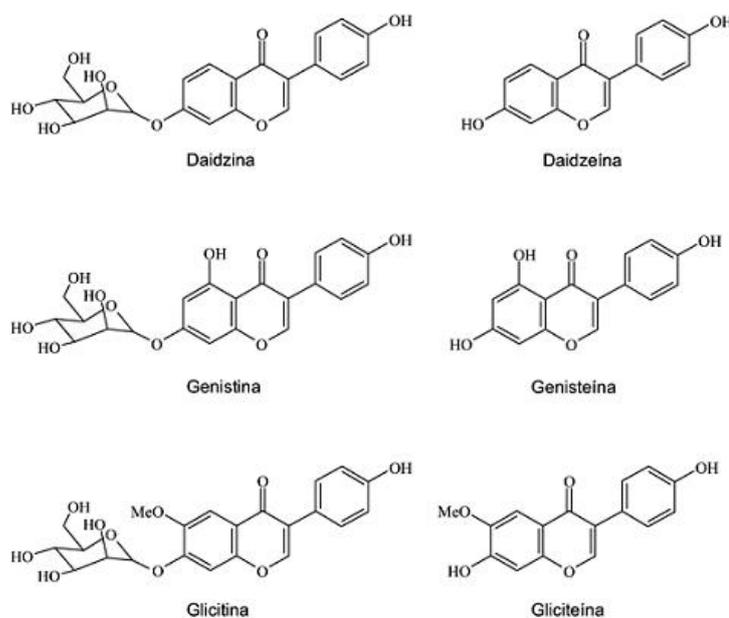


FIGURA 3 – ESTRUTURA QUÍMICA DOS GLICOSÍDEOS E AGLICONAS PRESENTES EM EXTRATOS DE SOJA.

FONTE: CESAR *et al.*, 2007.

Através de sua adição em produtos formulados, produtos proteicos de soja podem ser meios de veicular isoflavonas na dieta (LUI *et al.*, 2003). Genovese *et al.* (2003), analisando suplementos nutricionais à base de soja, demonstraram que as fontes mais comuns de isoflavonas são o hipocótilo da semente de soja (“gérmen”) e o extrato concentrado de soja, influenciando no conteúdo e no perfil de isoflavonas do produto.

Em face do aumento do consumo de produtos à base de soja e dos benefícios atribuídos às isoflavonas, diversos estudos têm sido realizados com o intuito de quantificar essas substâncias em matrizes biológicas, grãos de soja, suplementos nutricionais, produtos alimentícios e produtos farmacêuticos, utilizando, em sua maioria, HPLC (GENOVESE; LAJOLO, 2001; GENOVESE *et al.*, 2003; LUI *et al.*, 2003; GÓES-FAVONI *et al.*, 2004; CESAR *et al.*, 2007).

O ácido fítico (ácido inositol-hexafosfórico) é uma forma importante de armazenamento de fosfato na soja. Esse composto é característico dos vegetais, podendo funcionar como excelente marcador qualitativo, pois sua presença em qualquer quantidade significa a presença de material vegetal (BERKOWITZ; WEBERT, 1987). Além de possuir propriedades antioxidantes, diversos estudos têm evidenciado que essa substância possui efeito anti-carcinogênico (LEE; HENDRICKS; CORNFORTH, 1998).

A soja contém uma quantidade considerável de carboidratos, dos quais um terço é composto de galactose e arabinose. Morrissey, Olbrantz e Greaser (1982) desenvolveram um ensaio utilizando galactose-desidrogenase para oxidar a galactose, reduzindo NAD a NADH, reação que foi monitorada espectrofotometricamente. A quantidade de NADH produzida é proporcional à quantidade de galactose e arabinose presente, após hidrólise ácida da amostra. Segundo os autores, a carne bovina possui cerca de 0,11mg/g de galactose/arabinose em condições normais, enquanto a quantidade destes açúcares em concentrados de soja pode chegar a mais de 100mg/g. A dosagem de galactose e arabinose pode ser um excelente método alternativo à detecção de produtos de soja em carnes, apesar de que alguns condimentos também possuem altos níveis de galactose.

2.4.2.2 Eletroforese de proteínas

A eletroforese permite a separação de moléculas de acordo com seu peso molecular. As cargas das moléculas analisadas podem ser anuladas pela adição de SDS (dodecil-sulfato de sódio), agente tensoativo que confere carga negativa a todas as moléculas. O material então é submetido à eletroforese vertical, no sentido do pólo negativo para o pólo positivo. As amostras são colocadas sobre o gel polimerizado e aplica-se uma corrente elétrica para que as moléculas migrem de acordo com seu peso molecular. As moléculas de baixo peso molecular migram mais rapidamente do que as de maior peso molecular (SILVA JUNIOR, 2001).

Desde a década de 70, a eletroforese tem sido utilizada em pesquisas científicas, com destaque de aplicação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Com a finalidade de pesquisar fraudes, diversos autores têm lançado mão dessa ferramenta, útil para detectar e quantificar a presença de ingredientes estranhos à composição de diversos produtos, como carnes e produtos lácteos (LEE *et al.*, 1976; GUY; WILLCOX, 1977; HOMAYOUNFAR, 1977; ARMSTRONG; RICHERT; RIEMANN, 1982; OLIVERA CARRIÓN; VALENCIA, 1990b; ABDEL-AZIZ *et al.*, 1997; SOUZA, 2000; STEPHAN, 2006).

A eletroforese em gel de poliacrilamida – ou SDS-PAGE (do inglês *sodium dodecyl sulfate polyacrilamide gel electrophoresis*) – é um método simples e de baixo custo para analisar proteínas e ácidos nucleicos. A acrilamida é uma substância orgânica simples, formando gelatinas em largo espectro de concentração. Na concentração de 2% é muito utilizada para moléculas com peso molecular da ordem de dois milhões de Daltons, enquanto a concentração de 20% possibilita a separação de moléculas bastante pequenas, da ordem de 1.000Da (FREIRE,1988). Como desvantagens apresentadas por essa técnica, citam-se a demora em se concretizar uma sessão analítica (horas a dias de duração) e as variadas etapas envolvidas (preparo das amostras e os géis, corrida, coloração e descoloração dos géis), embora diversas amostras possam ser processadas ao mesmo tempo e algumas dessas etapas não exijam a presença humana para execução (ANEMA, 2009).

A eletroforese de proteínas também tem sido utilizada em trabalhos de avaliação da degradação e da oxidação proteica de carnes e outros produtos de origem animal, para avaliar a cura de produtos específicos, como presuntos de designação de origem controlada e, ainda, durante a aplicação de tratamento térmico (GIL; GUERRERO; SARRAGA, 1999; FRAZÃO; STEPHAN; FURTADO, 2005; LARREA *et al.*, 2006; XIONG *et al.*, 2006; XIA *et al.*, 2009). Como ferramenta de controle de fraudes em alimentos, pode ser empregada também para identificação de espécies de peixe, para detecção de adulteração em produtos lácteos e para caracterização de compostos proteicos (VELOSO *et al.*, 2002; STEPHAN, 2006). A eletroforese capilar tem surgido como uma nova alternativa à análise de produtos cárneos e outros alimentos suspeitos de fraudes, detectando e quantificando proteínas estranhas à composição normal de produtos cárneos e lácteos (LÓPEZ-TAPIA *et al.*, 1999; VALLEJO-CORDOBA *et al.*, 2005).

2.4.2.3 Cromatografia

De uma forma geral, a cromatografia baseia-se na distribuição diferenciada de solutos entre uma fase móvel e uma fase estacionária. Na cromatografia líquida, a fase móvel é o líquido que percorre a coluna cromatográfica e que se denomina eluente e a fase estacionária é a resina ou gel que preenche a coluna e que está suspensa no meio líquido. Os componentes de uma mistura separados em formas de bandas são observados, após detecção adequada, como picos nos sistemas de registro. Existem vários tipos de detectores, sendo que os mesmos ficam localizados logo após o final da coluna cromatográfica e estão ligados a registradores (SILVA JUNIOR, 2004).

Métodos cromatográficos têm sido também utilizados para controle da utilização de proteínas não cárneas em produtos cárneos. Alguns deles se baseiam na composição e sequência de peptídeos e de aminoácidos e outros na detecção direta do ingrediente não cárneo em estudo (AGATER *et al.*, 1986; ASHOOR; STILES, 1987; MELLENTHIN; GALENSA, 1999; CASTRO *et al.*, 2005; CASTRO-RUBIO *et al.*, 2005; CASTRO *et al.*, 2007). Embora apresentem vantagens sobre os

métodos eletroforéticos e imunoquímicos, têm as desvantagens de serem pouco precisos para quantificação, implicam em muitas etapas preparatórias que demandam mais tempo para execução. Ashoor e Stiles (1987) empregaram HPLC com sucesso na quantificação de soja e caseinato em produtos cárneos não submetidos ao cozimento, mas para o CPSL a técnica não se mostrou eficaz, com picos do extensor sobrepondo-se aos picos da carne. Castro *et al.* (2005) e Castro *et al.* (2007) desenvolveram um método de HPLC capaz de quantificar a soja adequadamente em produtos cárneos cozidos, adquiridos em estabelecimentos comerciais da Espanha, detectando níveis de 0,08% a 1,89% da leguminosa, dentro dos limites autorizados (3%). Comparando o método ao ELISA da AOAC, os autores obtiveram maior rapidez na execução da técnica, sendo ainda de menor custo e mostrando-se como alternativa viável àquela técnica oficial.

Para a fiscalização de alimentos, na análise de produtos cárneos adicionados de proteína vegetal, a coleta rotineira de amostras dos extensores utilizados pelas fábricas tem sido proposta, de forma a determinar seu perfil de isoflavonas para comparação aos produtos em teste. A quantificação de soja é mais precisa quando o conteúdo dessas substâncias na proteína vegetal empregada é conhecido (MELLENTHIN; GALENSA, 1999).

O perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa também pode ser empregado para identificação de soja, pois a soja produz ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa, como o ácido linoleico e linolênico, sendo uma das fontes desses ácidos graxos em tecidos animais. Entretanto, como a soja empregada em produtos cárneos é desengordurada, os seus níveis de ácido graxo são muito baixos para promover diferença significativa na composição de produtos cárneos adicionados de menos de 5% de soja (BERKOWITZ; WEBERT, 1987).

2.4.3 Controle do uso de polifosfatos em carnes

Em todo o mundo, os órgãos governamentais impõem limites para utilização de fosfatos em alimentos. A legislação brasileira permite o emprego de polifosfatos em no máximo 0,5% em produtos cárneos formulados (BRASIL, 2007).

Em algumas populações, tem sido observado o aumento do consumo de fósforo sem que haja, paralelamente, aumento do consumo de cálcio, o que pode conduzir ao desequilíbrio da proporção desses minerais, prejudicando a solidez do esqueleto humano (DURAND, 2002). No caso particular de pacientes renais crônicos, para os quais a ingestão de fósforo deve ser limitada, tem sido recomendada atenção especial à rotulagem dos produtos cárneos contendo fosfatos, de forma que haja pleno esclarecimento aos consumidores (MURPHY-GUTEKUNST; URIBARRI, 2005).

A quantidade de fosfato adicionado pode ser determinada pela diferença entre o fosfato total e o fosfato proteico. O método mais utilizado para determinação de fosfato total em alimentos é o espectrofotométrico das cinzas, enquanto o fosfato proteico é calculado pela concentração de nitrogênio pelo método de Kjeldahl (DURAND, 2002; DUŠEK *et al.*, 2003). Outras técnicas de determinação das formas solúveis de fosfatos livres que podem ser empregadas são a cromatografia líquida de alta eficiência de troca iônica, a detecção colorimétrica pós-coluna de molibdato, a eletroforese capilar e a isotacoforese capilar (STOVER, 1999; SEKIGUCHI *et al.*, 2000; DUŠEK *et al.*, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

3.1.1 Tratamentos

Para o presente estudo, foi realizado um experimento comparativo de seis tratamentos (II a VII) e um controle (I), em um delineamento inteiramente casualizado, variando-se os ingredientes por tratamento de forma isolada ou combinada, de forma a avaliar seus efeitos sinérgicos ou complementares (QUADRO 3).

QUADRO 3 – ESQUEMA EXPERIMENTAL DOS TRATAMENTOS, DE ACORDO COM A VARIACÃO DE INGREDIENTES NA SALMOURA PREPARADA PARA INJEÇÃO DAS CARNES.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII
Ingredientes							
<i>Água</i>	CONTROLE	190L	184L	170L	170L	164L	164L
<i>Cloreto de sódio</i>		10kg	10kg	10kg	10kg	10kg	10kg
<i>Tripolifosfato de sódio (STTP)</i>		-	6kg	-	-	6kg	6kg
<i>Proteína isolada de soja (PIS)</i>		-	-	20kg	-	20kg	-
<i>Concentrado proteico de soro de leite (CPSL)</i>		-	-	-	20kg	-	20kg

3.1.2 Etapas de processamento tecnológico

As etapas de processamento adotadas na presente pesquisa seguiram os fundamentos tecnológicos convencionalmente preconizados para a produção de cortes de carne submetidos à injeção (FIGURA 4), utilizando-se equipamentos apropriados e específicos para essa finalidade, conforme discriminação a seguir. A

ordem de processamento dos distintos tratamentos foi determinada aleatoriamente, mediante realização de um sorteio prévio, para casualização do experimento.

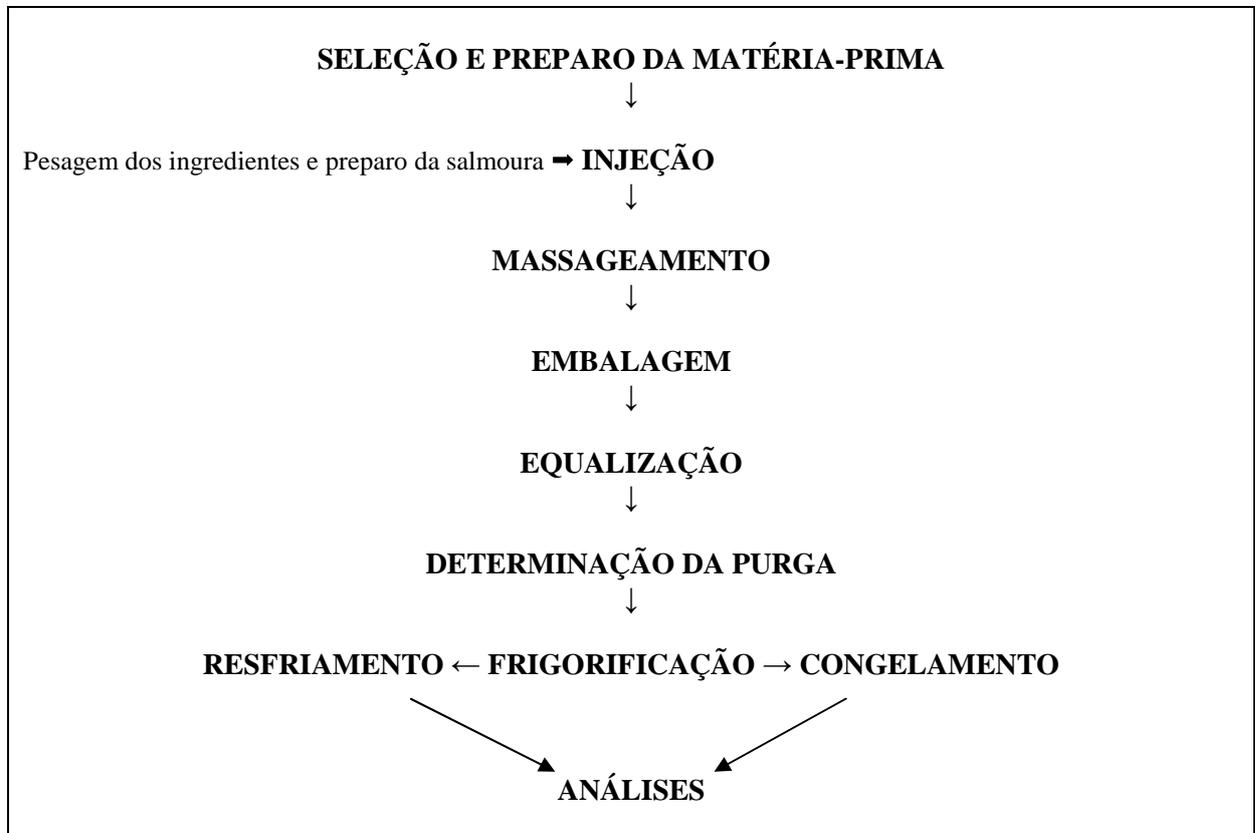


FIGURA 4 – ETAPAS DE PROCESSAMENTO DO LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS (TRATAMENTOS II, III, IV, V, VI E VII).

3.1.3 Unidades experimentais

As unidades experimentais corresponderam a partes do lombo, compreendido entre a primeira vértebra torácica (T1) e a última vértebra lombar (L13) de meias-carcaças de suínos abatidos em matadouro-frigorífico fiscalizado pelo Serviço de Inspeção Federal (FIGURA 5).

Para cada tratamento experimental foram empregados cinco lombos, obtidos da desossa das meias-carcaças em até 24 horas após o abate. Os lombos foram padronizados quanto à forma de apresentação, tendo sido retirada a pele e toda a camada de tecido adiposo subcutâneo aparente.

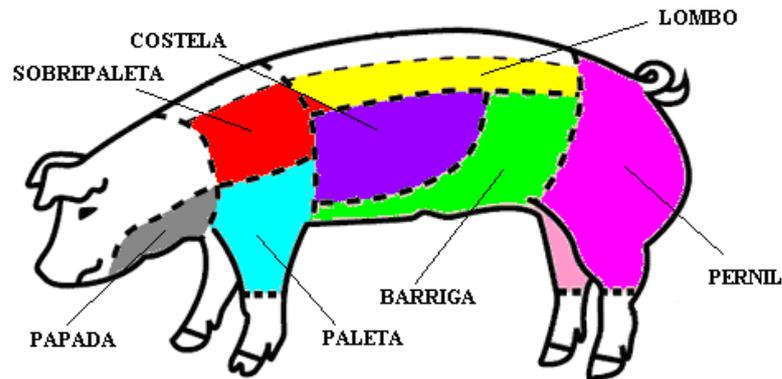


FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO ANATÔMICA DO LOMBO OU MÚSCULO *LONGISSIMUS* (*M. longissimus dorsi* E *M. longissimus thoracis*) E DOS PRINCIPAIS CORTES COMERCIAIS OBTIDOS DO SUÍNO.

FONTE: <http://www.google.com.br/imagens>

Para casualização do experimento, após seleção da matéria-prima, cada lombo foi dividido em três partes uniformes, com aproximadamente 25cm de comprimento, que foram consideradas as unidades experimentais para os distintos tratamentos. Essas unidades foram misturadas e, para cada tratamento, foram escolhidas aleatoriamente quinze peças, que foram submetidas à injeção, de forma que cada tratamento foi replicado quinze vezes, para obtenção de valores representativos das médias de cada tratamento e do erro experimental (FIGURA 6).



FIGURA 6 – CASUALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO PARA INJEÇÃO E DISTRIBUIÇÃO POR TRATAMENTO.

3.2 CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Antes da realização do experimento propriamente dito foi realizado um experimento piloto, com intuito de treinar as equipes e ajustar o processo de injeção

das carnes, a coleta de amostras e a realização das análises previstas. Os resultados obtidos nesse experimento não foram considerados neste estudo, pois serviram para simular e definir as melhores condições para o experimento.

3.2.1 Seleção da matéria-prima

A matéria-prima utilizada foi pré-selecionada procedendo-se à aferição do pH, rejeitando-se as carnes que se apresentaram com pH fora da faixa entre 5,6 e 5,9, com o objetivo de eliminar a matéria-prima PSE e DFD. Foram utilizados cortes do músculo *longissimus* (*M. longissimus dorsi* e *M. longissimus thoracis*), sem que se fizesse distinção de raça ou sexo do animal e sem que se fizesse distinção do lado da meia-carcaça que foi desossada.

Todo o processo de corte e injeção da carne foi realizado em sala climatizada à temperatura de 12°C e executado por pessoal treinado e experiente de uma fábrica de conservas, registrada no Serviço de Inspeção Federal.

3.2.2 Pesagem dos ingredientes e preparo das salmouras

Os ingredientes utilizados foram: proteína isolada de soja (SUPRO 596 IP, Solae do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda.), com aproximadamente 80% de proteína; concentrado proteico de soro de leite (NUTRILAC SA 7505, Arla Foods Ingredients S.A., Buenos Aires, Argentina), com aproximadamente 75% de proteína; tripolifosfato de sódio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, INS n°. E451i, PM 367,9, Thermphos International B.V., Holanda) e sal (NaCl). Os ingredientes foram pesados individualmente e devidamente identificados, repetindo-se cada procedimento para os tratamentos.

A água para preparo das salmouras para injeção encontrava-se à temperatura máxima 4°C, o que se conseguiu com a adição de gelo e utilização de um termômetro digital calibrado para controle. Os ingredientes foram misturados à água sob agitação mecânica contínua dentro do reservatório, até o momento da injeção (FIGURA 7).



FIGURA 7 – ETAPAS DE PESAGEM DOS INGREDIENTES UTILIZADOS NAS SALMOURAS PARA INJEÇÃO DOS LOMBOS SUÍNOS (TRATAMENTOS II A VII), SEGUIDAS DE AGITAÇÃO MECÂNICA PARA HOMOGENEIZAÇÃO.

3.2.3 Injeção e massageamento

Para casualização do experimento, a ordem de injeção das salmouras dos distintos tratamentos foi sorteada, lavando-se bem a máquina entre a aplicação de cada tratamento, para não haver contaminação entre eles. Foi utilizada uma máquina injetora de salmoura dotada de 148 agulhas múltiplas (modelo SPF 1480-F, Sampafi Indústria Mecânica Ltda., São Caetano do Sul, SP), conectada a um reservatório para salmoura, com capacidade de 200L. Após injeção, as carnes foram depositadas em um *tumbler* com capacidade de 30L (Injecstar) e massageadas por dez minutos a aproximadamente 15RPM, para melhor incorporação da salmoura.

3.2.3.1 Avaliação do ganho de peso na injeção

As carnes foram injetadas e massageadas de forma que o ganho de peso foi de aproximadamente 15%, o que se controlou pesando-se as carnes individualmente, calculando-se o ganho na injeção de acordo com a fórmula:

$$\text{Ganho na injeção (\%)} = [(P2 - P1)/P1] \times 100$$

onde:

P1 = peso antes da injeção;

P2 = peso após injeção e massageamento.

Considerando a retenção de toda a salmoura injetada, foram esperados, no produto final, teores aproximados de 1,5% de proteínas não cárneas (proteína isolada de soja ou concentrado proteico de soro de leite), 0,75% de sal e 0,45% de STTP, de acordo com os correspondentes tratamentos.

Para a formulação das salmouras, os valores de proteínas não cárneas e de STTP foram calculados tomando-se por base os limites máximos impostos pela legislação pertinente para utilização desses ingredientes: 2,0% e 0,5%, respectivamente (BRASIL, 2000; BRASIL, 2007).

Após as operações de injeção e massageamento, as carnes foram embaladas a vácuo, individualmente, identificadas e encaminhadas à câmara-fria para equalização (FIGURA 8).



FIGURA 8 – ETAPAS DE INJEÇÃO DOS LOMBOS SUÍNOS COM SALMOURA, MASSAGEAMENTO EM TUMBLER E EQUALIZAÇÃO.

3.2.4 Equalização

Após embalagem, as carnes foram mantidas à temperatura de 2°C, por aproximadamente 72 horas, para equalização das soluções injetadas.

3.2.5 Frigorificação

Todas as operações de frigorificação se deram em instalações frigoríficas com circulação de ar, com controle de temperatura por meio de termômetros digitais instalados em rede.

Após equalização, as amostras foram dispostas em caixas de papelão, separadas por tratamento e devidamente identificadas, sendo metade delas mantidas em câmara-fria à temperatura de 2°C, onde permaneceram até sua retirada para análise nos tempos previstos. A outra metade das amostras foi submetida ao congelamento rápido, até que atingissem a temperatura de -18°C, para em seguida serem depositadas em câmaras de estocagem (-18°C) até sua retirada para análise.

3.3 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

3.3.1 Avaliação do pH

O pH das carnes foi avaliado antes da injeção e após a equalização com um pHmetro de carnes (99163, *Hanna meat pHmeter*, Romênia), com ajuste automático à temperatura das amostras e calibrado com soluções-tampão (pH 4,0 e pH 7,0), de acordo com metodologia do MAPA (BRASIL, 1999). O pH das salmouras foi também avaliado, tomando-se amostras das mesmas imediatamente após o seu preparo, e antes do início das operações de injeção em cada tratamento.

3.3.2 Determinação da perda por purga (“*purge loss*”)

A perda por purga (“*purge loss*”) foi determinada pesando-se as amostras imediatamente após injeção, sendo as mesmas em seguida embaladas a vácuo e submetidas ao resfriamento sob a temperatura de 2°C (HONIKEL, 1998).

Após 72 horas, as carnes foram retiradas das embalagens, secas com papel absorvente e novamente pesadas. A diferença encontrada corresponde à perda por purga, ocorrida durante o período de equalização das soluções injetadas nas carnes, sendo calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Purge loss (\%)} = (P3/P1 - P2)/100$$

onde:

P1 = peso da amostra embalada;

P2 = peso da embalagem;

P3 = peso da amostra seca, após equalização.

3.3.3 Composição centesimal

3.3.3.1 Umidade

O percentual de umidade foi determinado por desidratação da amostra em estufa regulada a 105°C, até peso constante (BRASIL, 1999).

3.3.3.2 Proteína bruta

O teor proteico bruto dos produtos foi determinado pelo método micro-Kjeldahl, utilizando-se o fator de correção 6,25 (BRASIL, 1999).

3.3.3.3 Relação umidade/proteína (RUP)

A relação umidade/proteína dos tratamentos foi determinada pela seguinte fórmula:

$$\text{RUP} = \% \text{ umidade} / \% \text{ proteína bruta}$$

3.3.3.4 Gordura total

A gordura total foi determinada por extração etérea pelo método de Soxhlet (BRASIL, 1999).

3.3.3.5 Resíduo mineral fixo

As amostras foram incineradas em forno-mufla a 550°C até a obtenção de cinzas de cor branca ou de cor cinza claro, conforme metodologia oficial (BRASIL, 1999).

3.3.4 Fosfatos

O teor de fosfato foi determinado pelo método 031/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005), com modificações da AOAC para acidificação das cinzas com HCl (método 944.02). A técnica fundamenta-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 a 420nm (SP-220, Biospectro).

A quantidade de fosfato foi determinada utilizando-se uma curva-padrão correspondente às leituras de alíquotas de soluções com concentrações conhecidas de monofosfato de potássio.

Os resultados foram expressos em %P₂O₅, utilizando-se a seguinte fórmula para correção dos valores de fósforo adicionado (DUŠEK *et al.*, 2003):

Fósforo adicionado expresso em P₂O₅ (%) = *fósforo total* – 0,0106 x % *proteína total*

3.3.5 Sódio

O sódio foi determinado por fotometria de chama, após solubilização das cinzas das amostras com ácido nítrico, utilizando-se a metodologia da AOAC (método 969.23; AOAC, 2005). O fotômetro utilizado (Q-398M2, Quimis Aparelhos Científicos Ltda.) 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).

3.3.6 Determinação das substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS)

As substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) foram determinadas em amostras de produtos dos distintos tratamentos para quantificação dos produtos secundários da oxidação lipídica, utilizando-se o método descrito por Tarladgis *et al.* (1960), com utilização do antioxidante butil-hidroxi-anisol (BHA) (B-1253-100G, Sigma-Aldrich, Inc., EUA) para evitar auto-oxidação da amostra durante o seu processamento analítico.

Em um processador de alimentos, foram homogeneizados 100g de amostra com 10mL de solução de BHA 1mg/mL em etanol, transferindo-se, em seguida, para frasco com tampa. As amostras homogeneizadas foram pesadas em triplicata, adicionando-se, em balões de 250mL, 1mL de solução de BHA, 96,5mL de água destilada, 2,5mL de solução de HCl 4N, uma gota de silicone e algumas pérolas de vidro para evitar a formação de espuma excessiva e para prevenir a ocorrência de choques e turbulência dentro dos balões.

Procedeu-se à destilação, no nível máximo de aquecimento do aparelho, até que se recolhessem 50mL de destilado em proveta. Os destilados foram transferidos para tubos de ensaio tampados devidamente identificados e adicionou-se a cada um 3mL de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) 0,02M (T550-0, Sigma-Aldrich, Inc., EUA), aquecendo-se os tubos fechados em banho-maria fervente por 35 minutos para o desenvolvimento de cor.

Após resfriamento, as absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro a 532nm (SP-220, Biospectro). Os resultados foram expressos em “número de

TBARS”, definidos como a massa, em mg de malonaldeído (MDA), por 1000g de amostra. As avaliações correspondem às médias das análises em triplicata, efetuadas para cada amostra.

A curva-padrão de calibração foi preparada com diluições apropriadas de 1,1',3,3' tetraetoxipropano (TEP) (T9889, Sigma-Aldrich, Inc., EUA).

3.3.7 Eletroforese em gel de poliacrilamida na presença de dodecil-sulfato de sódio (SDS-PAGE)

A eletroforese de proteínas em gel de poliacrilamida foi realizada no Laboratório de Bioquímica de Alimentos da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, utilizando-se o sistema de eletroforese vertical PROTEAN II xi *Cell* (Bio-Rad Laboratories, EUA), conforme metodologia proposta por Laemmli (1970).

As proteínas foram extraídas em dois protocolos distintos, para comparação da extração e visualização das bandas obtidas em cada processo.

3.3.7.1 Extração das proteínas com ureia 6M

Foram misturados 10g das amostras previamente trituradas com 30mL de solução extratora contendo ureia 6M para realização da extração inicial em *blender* (34BL197, Waring Commercial) durante dois minutos e posterior aquecimento durante dois minutos a 70°C. Em seguida, o extrato bruto foi centrifugado a 3000RPM, à temperatura de 4°C, durante 15 minutos.

Após centrifugação, a camada superior de gordura foi retirada e 400µL do sobrenadante foram misturados com 200µL do tampão de amostra conforme descrito por Laemmli (1970). Dessa amostra, foram retirados 10µL e aplicados em gel de poliacrilamida.

3.3.7.2 Extração das proteínas com Tris-HCl-SDS- β -mercaptoetanol

Para o segundo protocolo de extração das proteínas, foi utilizado o método descrito por Lee *et al.* (1976), suspendendo-se aproximadamente 10g de amostra previamente triturada em multiprocessador em solução extratora contendo 0,0625M Tris-HCl (pH 6,8), 3% dodecil-sulfato de sódio (SDS) e 1% β -mercaptoetanol (ME). As amostras foram homogeneizadas em misturador durante dois minutos, sendo em seguida centrifugadas a 3.000RPM por quinze minutos à temperatura de 4°C. Os sobrenadantes foram diluídos na proporção de 1/6 para que houvesse uma perfeita visualização das cadeias polipeptídicas no gel de poliacrilamida.

3.3.7.3 Controles

O controle positivo dos dois extensores analisados (PIS e CPSL) foi feito preparando-se as seguintes misturas: 1) 600 μ L do extrato de lombo e 100 μ L de PIS na concentração de 0,01g/ml; 2) 600 μ L do extrato de lombo e 100 μ L de CPSL na concentração de 0,1g/mL. Os extratos utilizados para preparo dos controles foram obtidos conforme os protocolos acima descritos.

Os controles foram submetidos à corrida eletroforética junto com as amostras e os padrões de peso molecular.

3.3.7.4 Eletroforese

Para as sessões eletroforéticas, foi utilizado gel de separação na concentração de 12% e gel de aplicação da amostra na concentração de 4%. A corrida foi realizada durante sete horas, sob tensão de 100V. Foram utilizados marcadores de peso molecular (BIO-RAD), sendo os de alto peso molecular: miosina (211,240kDa), β -galactosidase (117,760kDa), albumina sérica bovina (99,810kDa), ovalbumina (49,780kDa) e os de baixo peso molecular: fosforilase B (103,035kDa),

albumina sérica bovina (80,664kDa), ovalbumina (49,491kDa), anidrase carbônica (36,545kDa), inibidor de tripsina de soja (28,829kDa) e lisozima (19,445kDa).

A coloração dos géis ocorreu em solução contendo ácido acético 10% (v/v), álcool metílico 40% (v/v) e *Coomassie Brilliant Blue* R-250 1%, durante uma noite. Os géis foram descorados em solução contendo 10% (v/v) de ácido acético e 40% (v/v) de álcool metílico, renovando-se a solução a cada 30 minutos até a obtenção de revelação nítida.

O cálculo do peso molecular das frações proteicas foi efetuado mediante a construção de curvas-padrão com os pesos moleculares dos marcadores contra as respectivas distâncias percorridas no gel e as bandas de proteínas foram identificadas por comparação aos perfis eletroforéticos de padrões de proteínas musculares disponíveis na literatura (PORZIO; PEARSON, 1977).

A densitometria dos géis foi efetuada empregando-se o *software ImageJ* (*Image processing and analysis in Java*), versão 1.42j (RASBAND, 2009).

3.3.8 Cromatografia líquida de alta eficiência

As análises de cromatografia líquida de alta eficiência foram realizadas no Laboratório de Cromatografia Líquida da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos. Toda a água utilizada durante as análises cromatográficas foi de grau ultra puro, recém-coletada em equipamento Milli-Q[®] (Millipore Ltd., EUA), com resistividade mínima de 18MΩ/cm e carbono orgânico total (TOC) máximo de 7ppb. Todos os solventes utilizados foram de grau HPLC (Tedia Company, Inc., EUA).

3.3.8.1 Preparo das amostras para análise cromatográfica

As amostras para cromatografia foram trituradas em multiprocessador de alimentos e, em seguida, foram liofilizadas em liofilizador de bancada (Liotop L101, Liobras Ind. Com. Serv. Liofilizadores Ltda.). Após liofilização, foram novamente trituradas (IKA A11), embaladas e armazenadas à temperatura ambiente.

3.3.8.2 Pesquisa de isoflavonas

3.3.8.2.1 Extração e saponificação

Para a pesquisa de isoflavonas, utilizou-se metodologia baseada na sua extração a 65°C com metanol:água (80:20) por duas horas em frascos fechados, sob agitação mecânica, seguida da saponificação com solução diluída de hidróxido de sódio e análise por cromatografia líquida de fase reversa, de acordo com o método 2001.10 da AOAC (AOAC, 2005), com pequenas modificações na obtenção da curva-padrão.

Os extratos foram filtrados para balão volumétrico utilizando-se papel de filtro Whatman n°. 6, onde tiveram seu volume completado com metanol para 50mL.

3.3.8.2.2 Análise cromatográfica

Os extratos metanólicos de isoflavonas foram analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), mediante a injeção automática de alíquotas de 25µL em cromatógrafo líquido modular *W600* (Waters, EUA), com detetor de arranjo de fotodiodos UV/VIS a 260nm (PDA 996, Waters, EUA) e coluna YMC C₁₈ 4,6mm x 250mm (YMC, Inc., EUA) em forno a 45°C, controlados pelo *software Empower* (Waters, EUA).

O sistema cromatográfico foi ajustado para eluição a 1,3mL/min e composição da fase móvel conforme gradiente do quadro 4.

A fase móvel A consistiu de mistura de água:metanol:ácido acético (88:10:2) e a fase móvel B consistiu de mistura de metanol:ácido acético (98:2).

QUADRO 4 – GRADIENTE DA FASE MÓVEL UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DE ISOFLAVONAS DA SOJA POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA NAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.

Etapa	Tempo (minutos)	% Fase móvel A	% Fase móvel B
1	0	90	10
2	30	40	60
3	30,05	0	100
4	35	0	100
5	35,05	90	10
6	45	90	10

Fase móvel A: água:metanol:ácido acético (88:10:2); fase móvel B: metanol:ácido acético (98:2).

3.3.8.2.3 Construção da curva-padrão

Para o cálculo das concentrações de isoflavonas da soja, construiu-se uma curva de calibração com cinco pontos de concentração de proteína isolada de soja, em uma faixa de trabalho de 27,0mg a 150,8mg.

3.3.8.3 Perfil de aminoácidos

A determinação do perfil de aminoácidos das amostras de lombo suíno foi feita por cromatografia líquida de alta eficiência, utilizando-se o método 982.30 da AOAC (2005), com as modificações propostas por Cohen e Strydom (1993) para a reação de derivatização.

3.3.8.3.1 Hidrólise ácida

A hidrólise das proteínas foi realizada com ácido clorídrico 6M, em ampolas de vidro sob aplicação de vácuo e nitrogênio alternadamente, por 20 horas a 110°C. Após hidrólise, o conteúdo das ampolas foi transferido para balões volumétricos de 50mL, que foram avolumados com água Milli-Q®.

3.3.8.3.2 Derivatização pré-coluna

Foram transferidas alíquotas de 50µL dos hidrolisado para *vials* de 1,2mL que foram colocados em dessecador por uma noite, sob vácuo. Após completa dessecação, procedeu-se à ressuspensão da amostra pela adição de 20µL de HCl 20mM, sob agitação. A reação de derivatização foi realizada utilizando-se o kit de reagentes *AccQ Fluor Reagent Kit*[®] (Waters, EUA), misturando-se 60µL de tampão borato e 20µL do reagente 6-aminoquinolil-*N*-succinimidil carbamato sob agitação a cada uma das amostras, perfazendo um volume total de 100µL dentro de *vials* para injetor automático de 1,5mL.

Após derivatização, as amostras foram incubadas a 55°C, por dez minutos, antes da corrida cromatográfica.

3.3.8.3.3 Análise cromatográfica

A determinação do perfil de aminoácidos foi feita em cromatógrafo líquido *Alliance 2695* (Waters, EUA), usando detetor de fluorescência 2475 (Waters, EUA) e coluna *AccQ.Tag*[®] 3,9mm x 150mm (Waters, EUA) em forno a 37°C, controlados pelo *software Empower* (Waters, EUA).

As análises foram feitas com a eluição em gradiente, sendo fase móvel A: mistura de acetato de sódio e trietilamina, titulada a pH 5,05 com ácido fosfórico; fase móvel B: acetonitrila; fase móvel C: água (QUADRO 5).

QUADRO 5 – GRADIENTE DA FASE MÓVEL UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE AMINOÁCIDOS NAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.

Tempo (minutos)	% Fase móvel A	% Fase móvel B	% Fase móvel C
Inicial	100	0	0
0,5	99	1	0
18,0	95	5	0
19,0	91	9	0
29,5	83	17	0
33,0	0	60	40
36,0	100	0	0

Fase móvel A: mistura de acetato de sódio e trietilamina, titulada a pH 5,05 com ácido fosfórico; fase móvel B: acetonitrila; fase móvel C: água.

As injeções foram de 5µL e a detecção feita com comprimento de onda de excitação 250nm e comprimento de onda de emissão de 395nm. O tempo de análise foi de 45 minutos, com 10 minutos de estabilização entre as injeções e fluxo de eluição de 1,0mL/minuto.

3.3.8.3.4 Curva de calibração

Os padrões utilizados continham 2,5µmoles/µL de cada aminoácido (*Amino Acid Standard H*, NCI0180, Pierce, Perbio, EUA). As soluções-padrão a serem derivatizadas foram preparadas a partir de uma solução-estoque 2,5mM, preparada em ácido clorídrico 0,1M. Para construção das curvas de calibração, foram preparadas quatro diluições da solução-estoque em água (3,0µL, 5,0µL, 7,0µL e 9,0µL).

3.3.9 Determinação da perda por cocção

3.3.9.1 Cocção em banho-maria

As amostras embaladas a vácuo foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos impermeáveis e submetidas ao cozimento em banho-maria com circulação (MA-470, Marconi Equipamentos e Calibração para Laboratórios), com água à temperatura de 78°C, regulado automaticamente, conforme metodologia descrita por Hayes *et al.* (2006). As amostras ficaram imersas até que a temperatura interna dos produtos atingisse 75°C, como recomendado por Honikel (1998), usando-se um termômetro digital calibrado para controle inserido no centro geométrico das peças. Em seguida, as amostras foram retiradas das sacolas e de suas embalagens, resfriadas à temperatura ambiente, secas com papel absorvente e pesadas para avaliação do rendimento por cocção em banho-maria.

3.3.9.2 Cocção em forno convencional

Para cocção em forno convencional, as amostras foram retiradas de suas embalagens e pesadas, embaladas em papel-alumínio e dispostas em forma de alumínio espaçadas entre si.

A temperatura do forno era de 180°C, tendo o sido o mesmo pré-aquecido por vinte minutos. O tempo de cozimento foi o suficiente para que as amostras atingissem a temperatura de 75°C em seu centro geométrico, controlada com termômetro digital calibrado.

Atingida a temperatura de cozimento, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas, para determinação da perda por cocção.

3.3.9.3 Cálculo da perda por cocção

Para cálculo da perda de cocção dos produtos, tanto em banho-maria quanto em forno convencional, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Perda por cocção (\%)} = [(P1 - P2)/P1] \times 100$$

onde:

P1 = peso da amostra antes da cocção;

P2 = peso da amostra após a cocção.

3.3.10 Determinação da perda por descongelamento

Para descongelamento, as amostras congeladas foram mantidas sob refrigeração (4°C) pelo período de 36 horas. Para cálculo da perda por descongelamento, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Perda por descongelamento (\%)} = [(P1 - P2)/P1] \times 100$$

onde:

P1 = peso da amostra antes do descongelamento;

P2 = peso da amostra após o descongelamento.

3.4 ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS

Como indicadores higiênicos da qualidade da carne foram realizadas análises microbiológicas das amostras dos distintos tratamentos, antes da realização da análise sensorial. As análises foram realizadas no Laboratório de Controle Microbiológico de Água e Alimentos (LACOMA) da Universidade Federal do Paraná (*Campus* Palotina), utilizando-se a metodologia proposta pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2003a).

As análises realizadas foram a enumeração de microrganismos mesófilos; contagem de enterobactérias e contagem de *Staphylococcus aureus* e pesquisa de *Salmonella* spp. Os resultados foram expressos em ausência ou presença de *Salmonella* spp. em 25g de amostra e em logaritmo de unidade formadora de colônia/g (log UFC/g) para as demais determinações.

3.5 GRAU DE ESTRIAMENTO

Fatias de lombo com aproximadamente 2,0cm de espessura foram classificadas, por tratamento, quanto à presença de estrias, utilizando-se escala de 1 (sem estrias) a 5 (intensamente estriada), segundo a metodologia descrita por Gooding *et al.* (2009).

3.6 ANÁLISE SENSORIAL E INSTRUMENTAL

3.6.1 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada em duas etapas. Na primeira, foram realizadas sessões com julgadores selecionados, treinados para expressar a intensidade das sensações percebidas e avaliar as amostras de carne dos diversos tratamentos, inclusive do controle. Na segunda etapa, a aceitação das amostras foi avaliada por julgadores não treinados.

Para todas as sessões de análise sensorial, os lombos foram cortados em fatias de 2,0cm de espessura, embalados em papel aluminizado e assados em forno convencional a 180°C, pelo tempo necessário a que a temperatura no centro geométrico dos produtos atingisse 75°C. Os lombos foram virados a cada vinte minutos para que a cocção se desse de forma uniforme e a temperatura foi controlada por meio de termômetro digital calibrado do tipo “espeto”.

Foram apresentadas aos julgadores três a quatro amostras por sessão, cortadas em cubos de 2,0cm x 2,0cm, acompanhadas de água mineral para limpar o palato (FIGURA 9). As sessões foram realizadas em dias alternados, para evitar fadiga sensorial.



FIGURA 9 – ETAPAS DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL DE LOMBO SUÍNO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÂRNEOS: (i) COCÇÃO; (ii) PREPARO DAS AMOSTRAS; (iii) SESSÃO DE ANÁLISE COM JULGADOR TREINADO.

Os testes foram realizados em períodos entre uma hora antes e uma hora depois das refeições. Para realização das sessões, as amostras foram codificadas com números de três dígitos, extraídos da tabela de ordenação aleatória dos dígitos de 1 a 9.

3.6.1.1. Seleção e treinamento da equipe de julgadores

Foram selecionados julgadores dentro do quadro de servidores do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Superintendência Federal de Santa Catarina, da cidade de Florianópolis. Inicialmente, foram selecionados como candidatos aqueles que possuíam o hábito de consumir regularmente carne suína, ainda que a mesma não fosse de sua espécie de preferência. Após convite para a realização dos testes, aos candidatos foi solicitada a leitura de um panfleto contendo informações sobre o produto, sendo também preenchido um questionário com informações sobre seus costumes alimentares (ANEXO 1).

O treinamento se deu com a aplicação de testes discriminativos, em sete repetições, com a finalidade de aumentar sua acuidade sensorial para os atributos em teste e de identificar diferenças entre as amostras, de acordo com o proposto por Miller (1998b). Após familiarização com o produto, foram aplicados testes para avaliação do grau de diferença entre as amostras em relação ao controle não injetado ou a atributos específicos.

3.6.1.1.1 Teste duo-trio

Foram apresentadas três amostras simultaneamente aos julgadores, sendo uma identificada com a letra R (referência) e as demais codificadas com números de três dígitos, cabendo aos julgadores identificar qual das amostras era idêntica à amostra R (ANEXO 2). As amostras foram apresentadas em quatro possibilidades: A – BA; A – AB; B – AB; e B – BA.

A análise estatística baseou-se no número mínimo de seleções corretas, comparado ao número de julgamentos totais, ao nível de 5% de probabilidade (ABNT, 1994a).

3.6.1.1.2 Teste triangular

Foram apresentadas aos julgadores três amostras codificadas, sendo duas iguais e uma diferente. As amostras foram apresentadas simultaneamente, em ordem casualizada e balanceada, utilizando-se o delineamento ABA, BAB, AAB, BBA, ABB e BAA. Foi solicitado aos julgadores que identificassem a amostra diferente, assinalando a resposta em ficha própria (ANEXO 3).

A análise estatística baseou-se no número mínimo de seleções corretas, comparado ao número de julgamentos totais, ao nível de 5% de probabilidade (ABNT, 1993b).

3.6.1.1.3 Comparação múltipla

Apresentou-se aos julgadores a amostra-padrão, identificada com a letra P, juntamente com três ou quatro amostras para avaliação, devidamente codificadas. Foi solicitado aos julgadores que avaliassem as amostras quanto à preferência, classificando cada uma delas com uma medida de magnitude de diferença em relação a P, com base numa escala de nove categorias (ANEXO 4). As amostras foram oferecidas simultaneamente, sendo a amostra P servida antes das demais, que foram servidas em seqüência aleatória para cada julgador (ABNT, 1995).

Para análise estatística dos resultados, os valores da escala foram transformados em valores numéricos e posteriormente avaliados pela análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Dunnett para comparação das médias com o controle, ao nível de 5% de probabilidade.

3.6.1.1.4 Comparação pareada

O teste de comparação pareada foi realizado com a finalidade de determinar entre duas amostras qual era a preferida pelos julgadores. Foram oferecidas duas amostras codificadas, solicitando-se a indicação de qual das duas era a preferida (ANEXO 5). As amostras foram apresentadas em ordem balanceada e casualizada entre os julgadores (AB – BA).

A análise estatística dos resultados foi feita com base no número de julgamentos totais, comparado ao número mínimo de julgamentos necessários para estabelecer preferência significativa ao nível de 5% de significância (ABNT, 1994c).

3.6.1.1.5 Ordenação

Para esse método, os julgadores receberam de três a quatro amostras codificadas, de maneira casualizada e balanceada, sendo solicitados a ordená-las de forma crescente na ficha de avaliação, de acordo com sua preferência (ANEXO 6).

Para análise estatística, os resultados foram tabulados em tabela de dupla entrada para cada tratamento e para cada julgador, obtendo-se somas de ordem para cada tratamento. As diferenças significativas entre as amostras, ao nível de 5% de significância, foram estabelecidas com base na tabela de Kramer (ABNT, 1994b).

3.6.1.2 Aplicação dos testes afetivos discriminativos

Os produtos foram avaliados quanto à maciez e quanto à suculência, considerando-se maciez como a força necessária para se obter uma dada deformação, penetração e/ou cisalhamento. O produto foi considerado “macio” ao apresentar baixa resistência durante a mastigação. Por suculência considerou-se a quantidade de umidade liberada do produto à mastigação, apesar do termo também

ser utilizado para descrever um produto que, por sua aparência, induza uma reação de salivação (ABNT, 1993a).

Para avaliação desses atributos, foram utilizados os testes de comparação múltipla e de ordenação. Para comparação múltipla, utilizou-se uma escala de nove categorias, sendo 1 = extremamente mais macia (ou suculenta) que P; e 9 = extremamente menos macia (ou suculenta) que P.

Foi verificada, ainda, a aceitação dos produtos pela escala estruturada de cinco pontos, sendo 1 = extremamente macio (ou suculento) e 5 = nenhuma maciez (ou suculência) (ANEXO 7). Para análise estatística dos resultados, os valores da escala foram transformados em valores numéricos e posteriormente avaliados pela análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de 5% de probabilidade.

3.6.1.3 Análise sensorial com julgadores não treinados

Foram selecionados 47 julgadores, sendo 27 homens e 20 mulheres, com idade média de 25 anos. Os participantes foram selecionados entre acadêmicos e professores das faculdades de Gastronomia e de Nutrição da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), de Palhoça, Estado de Santa Catarina, por meio de questionário de recrutamento (ANEXO 8). A seleção foi feita a partir das respostas obtidas para questões envolvendo consumo de carnes e produtos cárneos, adotando-se como pré-requisito possuir o hábito de consumir carne suína.

3.6.1.3.1 Comparação pareada

Inicialmente, os julgadores analisaram as amostras de lombo suíno, através do teste de comparação pareada (ANEXO 5), comparando uma amostra injetada com o controle, não injetado. Cada tratamento foi comparado ao controle e os julgadores eram forçados a escolher uma amostra preferida a cada par, de acordo

com a metodologia descrita no item 3.6.1.1.4. Foram apresentadas três a quatro amostras por sessão.

3.6.1.3.2 Aceitação global

A aceitação global dos sete tratamentos foi avaliada aplicando-se escala hedônica estruturada de nove pontos (ANEXO 9), ancorada entre os pontos de mínimo e máximo: desgostei muitíssimo (1) e gostei muitíssimo (9), de acordo com a ABNT (1998). Os julgadores avaliaram três ou quatro amostras codificadas por sessão, de forma monádica e seqüencial (REIS; MINIM, 2006).

Para análise dos resultados, a escala foi transformada em valores para cálculo das médias obtidas para cada tratamento. As médias foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

3.6.1.3.3 Intenção de compra

Ao final das sessões, os julgadores eram solicitados a manifestar sua intenção de compra do produto baseados em um protótipo de rotulagem, assinalando uma entre cinco alternativas, sendo 1 = decididamente não compraria e 5 = decididamente compraria (ANEXO 10).

3.6.2 Análise instrumental

3.6.2.1 Determinação da força de cisalhamento (*Warner-Bratzler shear force*)

A análise instrumental de determinação da força de cisalhamento (WBSF) foi realizada na EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, no Laboratório de Análise

Sensorial e Instrumental. As amostras foram assadas em forno convencional à temperatura de 180°C, até que a temperatura de 75°C fosse atingida no centro geométrico dos produtos, de acordo com o preconizado por Honikel (1998). Após determinação da perda por cocção, as amostras foram embaladas em filme plástico impermeável e acondicionadas em refrigerador a 2°C, sendo mantidas por uma noite para, no dia seguinte, serem submetidas à análise instrumental de força de cisalhamento.

Foram retirados de cada amostra fragmentos com diâmetros de 1,27cm de diâmetro e 3,0cm de comprimento, seguindo-se a orientação das fibras musculares. Os fragmentos foram cisalhados de uma só vez, transversal e perpendicularmente, em um texturômetro modelo TA-HDi (Stable Micro Systems, Reino Unido), dotado de lâmina do tipo *Warner-Bratzler*, com 2,0mm de espessura (FIGURA 10).

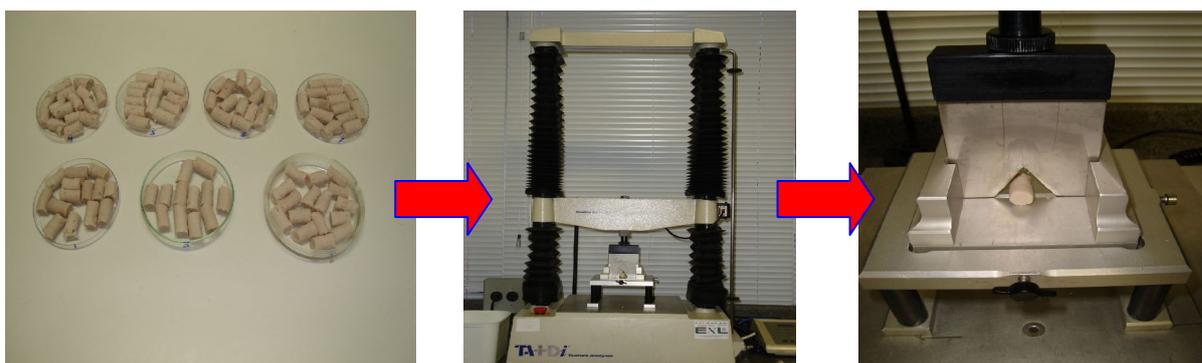


FIGURA 10 – AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO PREPARADAS PARA ANÁLISE DA DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE CISALHAMENTO NO TEXTURÔMETRO COM LÂMINA *WARNER-BRATZLER*.

Para avaliação dos valores da força de cisalhamento, a velocidade de descida da lâmina foi padronizada a 2,0mm/s, a partir da distância de 30,0mm da base do texturômetro.

Os valores de picos WBSF máximos foram expressos em kg, tomando-se a média de dez leituras por tratamento. A coleta dos dados foi feita utilizando o *software Texture Expert Exceed* (Stable Micro Systems, Reino Unido).

3.6.2.2 Determinação da cor instrumental

Visando à avaliação da influência dos constituintes não cárneos e do tratamento frigorífico na coloração dos produtos, as amostras foram submetidas a um espectrofotômetro de reflectância *Miniscan XE Plus* (Hunter Associates Laboratory, Inc., EUA), calibrado com padrões branco ($L^* = 100$) e preto ($L^* = 0$), para obtenção dos valores L^* (luminosidade relativa, sendo $L^* = 0$, escuro; $L^* = 100$, luminoso), a^* (intensidade relativa de vermelho/verde, sendo $a^* = +60$, vermelho; $a^* = -60$, verde) e b^* (intensidade relativa de amarelo/azul, sendo $b^* = +60$, amarelo; $b^* = -60$, azul), na faixa de 400nm a 700nm, de acordo com o sistema $L^*a^*b^*$ proposto pela CIE (1978).

As leituras foram feitas nas amostras cortadas em bifes com aproximadamente 2,0cm de espessura, após trinta minutos de sua retirada das embalagens a vácuo e exposição ao ar para oxigenação da mioglobina (*blooming*). Foi considerada como valor final a média de dez leituras obtidas em posições diferentes e pré-estabelecidas para cada tratamento, utilizando-se o iluminante D65 e 10° de ângulo de observação.

3.7 Estudo com consumidores

Foram realizadas entrevistas com 450 consumidores de carne, abordados pessoalmente nos açougues de supermercados das cidades de Florianópolis (n = 150), Rio de Janeiro (n = 150) e Goiânia (n = 150), durante o primeiro semestre de 2009. Durante as entrevistas, foi aplicado um questionário padronizado, com perguntas sobre alguns de seus hábitos de consumo de carne. As cidades para realização das entrevistas foram definidas mediante sorteio entre as capitais das três regiões do Brasil onde o consumo de carne suína é mais expressivo, de acordo com os dados levantados previamente por Schlindwein e Kassouf (2006).

Definidas as capitais onde se faria a pesquisa, foram levantados os cinco bairros mais populosos de cada uma e, mediante sorteio, selecionou-se um supermercado a cada bairro, de forma que em cada um deles fossem realizadas 30

entrevistas. Para participar da entrevista, os consumidores tinham que atender aos seguintes pré-requisitos: a) ser brasileiro; b) ser consumidor de carne suína.

Aos entrevistados foi solicitado, ao final de cada entrevista, o exame de um protótipo de rótulo, sendo que a 50% dos entrevistados foi apresentado o rótulo “carne suína adicionada de proteína isolada de soja” (rótulo 1) e aos demais 50% foi apresentado o rótulo “carne suína adicionada de proteína láctea” (rótulo 2), para em seguida, que os mesmos se manifestassem quanto à sua intenção de compra (ANEXOS 11 e 12). Para tal, utilizou-se uma escala estruturada de cinco pontos, sendo 1 = decididamente não compraria e 5 = decididamente compraria. Para análise dos resultados, a escala foi transformada em valores para cálculo das médias obtidas para cada tratamento. As médias foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey utilizou-se o *software* ASSISTAT versão 7.5 beta (SILVA, 2008), ao nível de 5% de probabilidade.

Para o estudo com consumidores, os dados gerados foram avaliados pelo teste do qui-quadrado (χ^2), ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

4.1.1 Variação do pH

Antes da injeção, as amostras de lombo apresentaram pH médio de 5,66 e a faixa de variação de pH observada nas carnes foi de 5,62 a 5,73. O menor pH foi encontrado para a matéria-prima empregada para a injeção com salmoura do tratamento II (água e NaCl), não diferindo significativamente dos demais (exceto do tratamento IV), encontrando-se dentro da faixa de pH preconizada para a matéria-prima empregada no experimento ($p > 0,05$). O maior pH foi observado nas amostras para injeção com a salmoura do tratamento IV (TABELA 3).

TABELA 3 – VARIACÃO DO pH ENTRE AS AMOSTRAS DOS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÂRNEOS.

Tratamentos	pH antes da injeção	pH da salmoura	pH após injeção
I	5,68 ^{ab}	N/A	N/A
II	5,62 ^b	7,39	5,58 ^{bc}
III	5,64 ^{ab}	8,32	5,70 ^{ab}
IV	5,73 ^a	6,25	5,39 ^c
V	5,65 ^{ab}	6,32	5,53 ^{bc}
VI	5,69 ^{ab}	7,26	5,65 ^{abc}
VII	5,65 ^{ab}	7,31	5,91 ^a
EPM	0,009	N/A	0,038

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média; N/A = não avaliado.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

Os valores de pH observados para as salmouras utilizadas para os diferentes tratamentos, antes de se iniciar as operações de injeção, variaram de 6,25 a 8,32 e são semelhantes aos descritos na literatura (SHEARD; TALI, 2004; HOOGENKAMP, 2005; SZERMAN *et al.*, 2007). Segundo Björkroth (2005), para carnes submetidas ao *enhancement* são empregadas salmouras alcalinas, ao contrário das salmouras ácidas utilizadas em produtos marinados tradicionais. No presente trabalho, a

salmoura do tratamento III (água, NaCl e STTP) foi a que apresentou pH mais alcalino (8,32), enquanto a salmoura com água e NaCl se manteve mais próxima da neutralidade. As salmouras com proteínas sofreram aumento do pH em 0,99 a 1,01 unidade, causada pela adição de fosfatos, embora tenham se mantido abaixo do pH 7,5. Observações semelhantes foram feitas por Sheard e Tali (2004) que utilizaram salmouras com pH 7,22 (água e NaCl) e 8,93 (água e fosfato) para utilização em lombos suínos.

Geralmente, a adição de fosfatos implica no aumento do pH dos produtos cárneos, afastando-o do ponto isoelétrico da carne. A elevação do pH gera repulsão eletrostática entre os miofilamentos, levando ao seu intumescimento pela retenção de água no espaço interfilamentar (OFFER; TRINICK, 1983). O aumento do pH na carne suína injetada com fosfatos é reportado por diversos autores, com efeitos explícitos do aditivo principalmente sobre a CRA da carne (SHEARD *et al.*, 1999; SHEARD; TALI, 2004; BAUBLITS *et al.*, 2006).

No presente trabalho, a utilização de tripolifosfato levou a valores de pH mais altos em relação às amostras em que não foi utilizado esse aditivo. O tripolifosfato aumentou o pH das amostras dos tratamentos III e VII em 0,06 e 0,26 unidades, respectivamente. No entanto, contrária ao esperado, a injeção de fosfatos não aumentou o pH das amostras do tratamento VI. Uma possível explicação para esse achado reside na possibilidade de a salmoura não ter atingido o completo equilíbrio no momento da avaliação, gerando variações significativas de pH, como proposto por Sheard e Tali (2004).

Variações no ganho de peso pela injeção de salmoura também podem influenciar a variação de pH das carnes antes e após a injeção. Sheard *et al.* (1999) e Baublits *et al.* (2006) relataram que carnes submetidas a 6% de injeção de salmouras não apresentaram variação significativa quanto ao pH. No entanto, quando a injeção é superior a 10%, a variação de pH tende a se apresentar de forma significativa.

A simples injeção de água e NaCl promoveu um leve decréscimo do pH das amostras (tratamento II), o que também foi observado por Sheard e Tali (2004).

Udaeta e 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. Na presente pesquisa, a adição de proteína de soja não aumentou o pH das carnes em relação à avaliação feita antes da injeção. As amostras de lombo injetadas com PIS também não apresentaram pH mais alto que as demais ($p > 0,05$).

4.1.2 Ganho na injeção

No Brasil, a legislação de produtos de origem animal em vigor não faz menção ao ganho máximo permitido na injeção de produtos submetidos à incorporação de salmouras, exceto o regulamento de aves temperadas, que prevê o ganho máximo de 25% para peru temperado e de 20% para frango temperado, mediante declaração no rótulo do produto (BRASIL, 2003b). Na presente pesquisa, como esperado, as amostras apresentaram ganhos de peso na injeção próximos a 15%, com variações típicas das ocorridas com a utilização do equipamento de injeção de salmoura pelo sistema de agulhas múltiplas, empregado no experimento (TABELA 4).

TABELA 4 – VALORES PERCENTUAIS MÉDIOS DE GANHO NA INJEÇÃO DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Médias	0,00 ^a	15,68 ^{bc} (±0,714)	16,04 ^b (±0,267)	15,65 ^{bc} (±0,456)	14,43 ^{bc} (±0,565)	14,75 ^{bc} (±0,558)	13,79 ^c (±0,290)	0,009

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

Apenas os tratamentos III e VII diferiram significativamente ($p < 0,05$), sendo que o tratamento III teve um ganho de injeção 16,32% maior que o tratamento VII. Ambos os tratamentos apresentaram o menor erro-padrão, significando que os correspondentes ganhos na injeção tiveram menor variação em torno da média, em comparação aos demais tratamentos.

Os tratamentos com CPSL foram os que apresentaram menor ganho à injeção, em comparação aos demais, embora essa variação não tenha se dado de

forma significativa. A literatura cita que uma das desvantagens da utilização desse ingrediente reside na maior viscosidade das salmouras com ele elaboradas, o que pode dificultar a sua distribuição nas peças de carne (SZERMAN *et al.*, 2007). Na presente pesquisa, a utilização do massageamento em *tumbler* pode ter amenizado esse fato, melhorando a incorporação das salmouras e fazendo com que todos os tratamentos apresentassem ganhos de peso próximos ao pretendido (15%). De acordo com Xargayó *et al.* (1998), o massageamento é uma técnica bem estabelecida na industrialização da carne, induzindo o amaciamento e a ruptura de estruturas celulares que, além da extração das proteínas miofibrilares, proporcionam o aumento da absorção da salmoura.

4.1.3 Determinação da perda por purga (*purge loss*)

A determinação da perda por purga é importante, pois os consumidores tendem a preferir a aquisição de carnes com pouca exsudação de líquido no interior da embalagem (BRASHEAR *et al.*, 2002). Sobretudo na carne suína marinada embalada a vácuo, a adição de fosfato contribui significativamente para o decréscimo da perda por purga (MILLER, 1998a). No presente trabalho, ficou evidente que o STTP foi o ingrediente mais eficiente em promover a retenção da salmoura adicionada, pois os tratamentos com esse aditivo foram os que apresentaram menor exsudação, com pequenas diferenças entre eles e não significativas ao nível de 5% de significância (TABELA 5). Essas constatações são corroboradas pelos autores citados.

TABELA 5 – VALORES PERCENTUAIS MÉDIOS DE *PURGE LOSS* DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Médias	0,00 ^a	5,97 ^b (±0,625)	1,17 ^d (±0,136)	3,99 ^c (±0,519)	2,78 ^{cd} (±0,277)	2,06 ^d (±0,196)	2,10 ^d (±0,159)	0,323

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

A injeção de água e NaCl, sem outros ingredientes (tratamento II), implicou na maior exsudação observada (5,97%), diferindo significativamente dos demais tratamentos ($p < 0,05$). Quanto à eficiência das proteínas não cárneas (PIS e CPSL) em promover a retenção das salmouras, não houve diferença significativa entre os tratamentos em que as mesmas foram utilizadas ($p > 0,05$). No entanto, ficou evidente o efeito sinérgico do fosfato, quando combinado às proteínas de soja e de soro de leite, já que o mesmo promoveu a diminuição da exsudação nos tratamentos em que foi empregado, embora nem sempre de forma significativa, como também observaram Hayes *et al.* (2006) ao avaliar o efeito de NaCl, STTP e proteínas do soro de leite sobre a perda por exsudação de lombos suínos injetados.

4.1.4 Características físico-químicas de lombo suíno resfriado adicionado de ingredientes não cárneos

4.1.4.1 Composição centesimal

A adição de fosfatos a produtos cárneos implica no aumento da sua umidade, concomitantemente ao decréscimo do teor proteico (HOOGENKAMP, 2005). Dessa forma, a injeção dos ingredientes não cárneos utilizados na presente pesquisa induziu ao aumento da umidade das amostras. Esses achados são corroborados por outros autores que pesquisaram a composição centesimal de lombos suínos submetidos à injeção/marinação com ingredientes não cárneos, observando aumento significativo da umidade de lombos injetados em relação ao controle (HAYES *et al.*, 2006; GOODING *et al.*, 2009).

Os menores valores de umidade foram encontrados para o controle, que diferiu significativamente dos demais, exceto do tratamento VI ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa entre os tratamentos adicionados de CPSL, nem entre os tratamentos adicionados de PIS. O maior valor de umidade foi detectado nas amostras do tratamento II, sem diferir significativamente do tratamento IV ($p < 0,05$),

o que indica que o NaCl foi capaz de aumentar a quantidade de água ligada (TABELA 6).

O “Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Lombo” constitui-se no único dispositivo legal existente para produtos feitos com lombo suíno no Brasil (BRASIL, 2000). Extrapolando-se os requisitos fixados nessa normativa, observa-se que apenas o tratamento II ultrapassou o limite máximo de 75% de umidade imposto pelo regulamento vigente para lombo temperado, embora o produto objeto da presente pesquisa não se enquadre propriamente dentro dessa categoria. Todos os tratamentos atenderam ao mínimo de 16% de proteína preconizado pela legislação. Deve ser ressaltado, no entanto, que esse regulamento não fixa um limite máximo de adição de água aos produtos, limitando-se a fixar sua composição obrigatória e opcional, suas características sensoriais e físico-químicas.

A adição de proteína de soja parece não provocar aumento na concentração proteica dos produtos cárneos, uma vez que o teor adicionado, em comparação ao volume dos mesmos, não é significativo. No presente trabalho, não houve diferenças significativas entre os tratamentos adicionados de proteínas não cárneas e os não adicionados desses ingredientes quanto ao teor de proteína ($p > 0,05$).

TABELA 6 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (EM g/100g) DE AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Umidade	72,76 ^c	75,33 ^a	74,48 ^b	74,65 ^{ab}	74,40 ^b	73,20 ^c	74,41 ^b	0,198
EPM	(±0,102)	(±0,409)	(±0,164)	(±0,380)	(±0,124)	(±0,079)	(±0,160)	
Proteína	22,72 ^a	18,63 ^d	19,41 ^{bcd}	20,29 ^b	19,15 ^{cd}	19,68 ^{bc}	19,90 ^{bc}	0,343
EPM	(±0,140)	(±0,06)	(±0,195)	(±0,155)	(±0,095)	(±0,300)	(±0,025)	
RUP	3,20	4,04	3,84	3,68	3,88	3,72	3,74	-
Gordura	2,84 ^{cd}	5,04 ^b	2,42 ^d	2,29 ^d	7,16 ^a	3,22 ^c	3,19 ^c	0,453
EPM	(±0,111)	(±0,198)	(±0,093)	(±0,101)	(±0,057)	(±0,087)	(±0,053)	
Cinzas	1,15 ^e	1,65 ^{cd}	1,97 ^b	1,60 ^d	1,64 ^{cd}	2,29 ^a	1,69 ^c	0,073
EPM	(±0,009)	(±0,004)	(±0,005)	(±0,024)	(±0,028)	(±0,002)	(±0,013)	

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

RUP = relação umidade/proteína.

EPM = erro-padrão da média.

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de significância.

Souza *et al.* (1994a) observaram que a fabricação de salsichas adicionadas de 22,5% de proteína texturizada de soja (PTS) 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, Serrano e Bonassi (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.

Recentemente, o cálculo da relação umidade/proteína (RUP) tem sido proposto como ferramenta importante no controle da composição química de produtos cárneos, sobretudo se os mesmos são submetidos à adição de água em seu processamento (ROÇA, 2006; BRASIL, 2009). Embora o regulamento técnico vigente para produtos feitos com lombo suíno não preconize valores para essa relação, pode-se inferir, com base nos limites determinados para umidade e proteína de lombo temperado, que a RUP máxima para o produto deve ser 4,69. De acordo com os valores de RUP calculados para os produtos do presente experimento, fica evidente que essa relação foi plenamente atendida com o nível de injeção empregado, mesmo pelo tratamento II, que ultrapassou o máximo de 75% de umidade permitido pelo regulamento. A RUP obtida para o controle não injetado encontra-se de acordo com Prändl *et al.* (1994), que relataram que a carne fresca apresenta uma RUP média de 3,6.

Os valores de extrato etéreo variaram de 2,29% a 7,16%, sendo condizentes com os valores relatados na literatura para o lombo suíno. Variações nos teores de gordura das carnes são observadas, principalmente, em função de espécie, raça, sexo, idade e localização anatômica (LAWRIE, 2005). Na presente pesquisa, não se pode afirmar que a injeção de ingredientes não cárneos influenciou o teor de gordura total dos produtos no presente experimento. As variações observadas provavelmente ocorreram em função da gordura intramuscular, uma vez que no preparo da matéria-prima antes da injeção, a gordura subcutânea aparente foi removida. Considerando, ainda, o baixo teor de gordura dos ingredientes não

cárneos utilizados, outra possível explicação para a variação encontrada reside em diferenças de localização anatômica das subunidades amostrais.

O teor de cinzas variou de 1,15% a 2,29%. O menor valor foi observado para as amostras do controle não injetado, diferindo significativamente dos demais tratamentos ($p < 0,05$). Como esperado, a utilização de sais de sódio (tripolifosfato e NaCl) aumentou significativamente o teor de cinzas das amostras. Os valores observados são concordantes com os relatados por Abdel-Aziz *et al.* (1997), que observaram alto teor de cinzas em carnes adicionadas de proteína de soja e outros ingredientes não cárneos, variando de 2,2% a 2,4%. Os autores associaram o aumento das cinzas à presença do cloreto de sódio, como ocorreu na presente pesquisa, não somente pela adição de NaCl, mas também pelo emprego de STTP.

4.1.4.2 Fósforo total

A adição de STTP aos tratamentos III, VI e VII promoveu o aumento significativo do fósforo total dessas amostras, que não diferiram entre si, mas diferiram significativamente de todos os outros tratamentos ($p < 0,05$) (TABELA 7).

TABELA 7 – TEORES DE FOSFATO TOTAL (EM mg/100g) E % DE FOSFATO ADICIONADO DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Fosfato total	516,72 ^b	413,36 ^c	667,49 ^a	429,79 ^c	405,51 ^c	668,06 ^a	645,79 ^a	25,679
EPM	(±2,30)	(±4,20)	(±8,32)	(±3,06)	(±2,48)	(±27,90)	(±4,84)	
% adicionado	-	-	0,46	-	-	0,46	0,43	-

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média.

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de significância.

Os tratamentos II, IV e V não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$). O controle apresentou teor total superior a esses tratamentos, porém inferior e significativamente diferente dos tratamentos com fosfato.

De acordo com Lawrie (2005), o lombo suíno contém cerca de 0,2% de fósforo total. Efetuando-se a correção dos valores de fosfato adicionado, descontando-se o fósforo proteico à razão de 0,0106g P/g proteína, encontraram-se valores concordantes com a literatura e próximos à quantidade de STTP adicionada na formulação (0,45%).

4.1.4.3 Sódio

Como esperado, a adição de sais de sódio aos tratamentos injetados promoveu o aumento significativo do teor de sódio total das amostras em relação ao controle ($p < 0,05$) (TABELA 8).

TABELA 8 – TEORES DE SÓDIO (EM mg/100g) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Sódio	52,51 ^d	400,74 ^{bc}	470,93 ^{bc}	340,55 ^c	437,30 ^{bc}	644,00 ^a	516,54 ^{ab}	45,000
EPM	(±1,55)	(±2,76)	(±3,15)	(±2,11)	(±14,75)	(±16,98)	(±7,51)	

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média.

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem ao nível de 5% de significância.

O tratamento VI apresentou a maior quantidade de sódio entre todos os tratamentos (644,00mg/100g). A ingestão excessiva de sódio tem sido associada a prejuízos para a saúde da população adulta, causando hipertensão e aumentando do risco de doenças cardiovasculares. Segundo Ruusunen e Puolanne (2005), o consumo diário de mais de 6g NaCl por pessoa está associado ao aumento anual da pressão sanguínea. Considerando a ingestão de uma amostra de 300g (correspondente a cerca de três fatias) desse tratamento, ter-se-ia a ingestão aproximada de 1,9g de sódio, que contribuiria com cerca de 30% do valor de sódio citado.

4.1.4.4 Determinação do número de TBARS

No início da avaliação, as amostras apresentaram baixos resultados de TBARS, variando de 0,17 a 0,30mg MDA/kg, embora superiores aos relatados por Sindelar *et al.* (2003b), que afirmaram que valores entre 0,008 e 0,117mg MDA/kg correspondem à mínima oxidação lipídica. Os presentes resultados se assemelham aos de Torres e Okani (1997), que encontraram o valor médio de 0,15mg MDA/kg para amostras de lombo suíno comercializadas em São Paulo. Martin *et al.* (2008) estudaram a oxidação lipídica em lombos suínos adicionados de ácido linoléico conjugado e de ácidos graxos monoinsaturados, encontrando valores entre 0,55 e 0,60mg MDA/kg no dia zero de avaliação, ligeiramente maiores que os encontrados no presente.

Até os sete dias de estocagem o desenvolvimento de compostos secundários da oxidação lipídica foi mais rápido no controle do que nos outros tratamentos, atingindo a marca de 1,33mg MDA/kg (FIGURA 11). Em seguida, esse número passou a ser maior nas amostras do tratamento II, ultrapassando 2,0mg/kg aos quinze dias de estocagem.

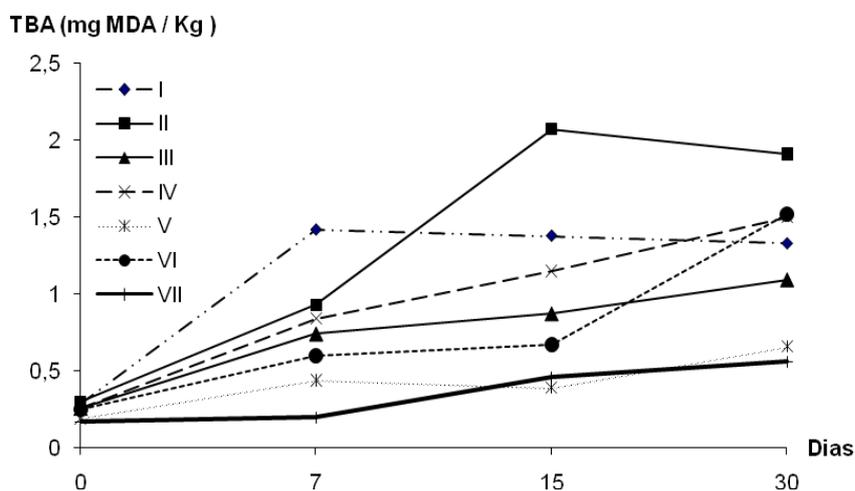


FIGURA 11 – PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA, MEDIDOS COMO TBARS EM LOMBO SUÍNO RESFRIADO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS*, DURANTE TRINTA DIAS DE ESTOCAGEM A 4°C.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

Embora os valores de TBARS para a carne suína e produtos derivados variem muito na literatura, alguns autores atribuem aos produtos adicionados de proteínas não cárneas e de fosfatos valores mais baixos de TBARS (LEE; HENDRICKS; CORNFORTH, 1998; PEÑA-RAMOS; XIONG, 2003). No presente estudo, em todas as avaliações de TBARS realizadas, os tratamentos com CPSL apresentaram valores mais baixos de TBARS em comparação a todos os outros tratamentos, indicando que esse ingrediente foi bastante eficaz contra a oxidação lipídica nas amostras de lombo suíno ($p < 0,05$). Esses resultados são concordantes com os achados de Peña-Ramos e Xiong (2003) que observaram que a aplicação de 2% de CPSL a produtos à base de carne suína foi suficiente para retardar a oxidação lipídica durante a estocagem do produto.

Aos sete e aos trinta dias após processamento, o tratamento VII (CPSL + STTP) apresentou valores de TBARS ainda menores que os do tratamento V (CPSL, sem STTP), tendo sido capaz de reduzir a oxidação lipídica em até 85,92% em relação ao controle. No trigésimo dia de avaliação, apenas os tratamentos com CPSL foram capazes de manter números de TBARS abaixo de 1,00mg/kg. McCarthy *et al.* (2001) também observaram alta eficiência do CPSL como antioxidante em produtos à base de carne suína submetidos ao cozimento, obtendo valores de TBARS menores que os encontrados para os produtos adicionados de PIS, vitamina E, BHA/BHT, alecrim e ginseng.

Todos os tratamentos com STTP e/ou proteínas não cárneas apresentaram valores de TBARS significativamente menores que os do controle ($p < 0,05$) (TABELA 9).

TABELA 9 – NÚMEROS DE TBARS (EM mg MDA/kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Período								
0 dias	0,29 ^a	0,30 ^a	0,26 ^b	0,26 ^b	0,19 ^c	0,25 ^b	0,17 ^c	0,020
7 dias	1,42 ^a	0,93 ^b	0,74 ^d	0,84 ^c	0,44 ^f	0,60 ^e	0,20 ^g	0,056
15 dias	1,38 ^b	2,07 ^a	0,87 ^d	1,15 ^c	0,39 ^g	0,67 ^e	0,46 ^f	0,055
30 dias	1,33 ^c	1,91 ^a	1,09 ^d	1,50 ^b	0,66 ^e	1,52 ^b	0,56 ^e	0,156

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média. Médias com a mesma letra sobrescrita na linha não diferem significativamente ($p < 0,05$).

Os lombos com PIS apresentaram valores de TBARS mais altos do que quando a mesma foi usada em associação com o tripolifosfato, permitindo concluir que a PIS foi o ingrediente menos eficaz para reduzir a oxidação lipídica do produto. Tal observação é corroborada pelos achados de McCarthy *et al.* (2001) que, estudando o potencial antioxidante de diversos extratos vegetais e alimentícios, observaram que a soja foi o ingrediente com menor capacidade de retardar a oxidação lipídica em produtos à base de carne suína. Ainda assim, nos tratamentos com PIS (IV e VI), observou-se redução da oxidação lipídica em até 67,63%, em relação ao lombo *in natura*. Segundo Barbosa *et al.* (2006), a capacidade antioxidante da soja está relacionada ao número de grupos hidroxila presente na estrutura química de suas isoflavonas, inibindo a oxidação lipídica pela sua ação sequestrante de radicais livres ou atuando como quelantes de metais.

Segundo Torres *et al.* (1998), o sal, quando adicionado aos produtos cárneos, pode agir como catalisador da oxidação lipídica, principalmente se estiver contaminado com metais. No presente trabalho, as amostras de lombo suíno injetado com água e NaCl (tratamento II) apresentaram valores de TBARS significativamente maiores que todos os outros tratamentos submetidos à injeção, inclusive maiores que os valores observados para o controle, aos quinze e aos trinta dias de avaliação ($p < 0,05$). Segundo referidos autores, a adição de sal iodado na preparação de produtos cárneos pode representar a adição de um íon catalítico, diminuindo a sua estabilidade lipídica, o que pode ter sido observado na presente pesquisa.

As amostras do tratamento III também apresentaram baixos valores de TBARS em comparação ao controle, reduzindo a oxidação lipídica em 47,89%, 57,97% e 42,93%, nas avaliações feitas aos sete, quinze e trinta dias de estocagem, respectivamente.

Aos sete e aos quinze dias de avaliação, nos tratamentos em que STTP foi combinado às proteínas não cárneas (VI e VII), a redução da oxidação lipídica foi significativamente maior que nos tratamentos em que as proteínas foram utilizadas sem combinação com esse aditivo, gerando menores valores de TBARS ($p < 0,05$). Alguns autores atribuem o retardo da oxidação lipídica à capacidade dos fosfatos em fixar íons metálicos de transição necessários nesse processo, justificando, assim,

sua ação conservadora (PRÄNDL *et al.*, 1994; LEE; HENDRICKS; CORNFORTH, 1998).

Considerando o limiar de detecção de “odor a ranço” proposto por Tarladgis *et al.* (1960), apenas as amostras dos tratamentos II (a partir do dia 15), IV e VI (ambas a partir do dia 30) ficaram suscetíveis à formação de compostos que provoquem essa alteração sensorial, mas essa avaliação não foi efetuada na presente pesquisa.

4.1.4.5 Perda por cocção

4.1.4.5.1 Cocção em banho-maria

Não houve diferença significativa quanto à perda por cocção em banho-maria entre as amostras injetadas e o controle ao nível de 5% de significância, o que também já foi observado por outros autores (SHEARD *et al.*, 1999; BRASHEAR *et al.*, 2002; HAYES *et al.*, 2006). No entanto, as amostras dos tratamentos com STTP foram as que apresentaram menor perda por cocção em banho-maria, variando de 21,96% a 23,50%, sem haver diferença significativa entre elas ($p < 0,05$), o que concorda com os achados de outros autores, que demonstraram que a utilização de fosfatos reduz a perda por cocção (SHEARD *et al.*, 1999; BAUBLITS *et al.*, 2005; BAUBLITS *et al.*, 2006).

Particularmente no caso da proteína de soja, novamente o efeito sinérgico do STTP ocorreu de forma significativa ($p < 0,05$), fazendo com que a perda por cocção decrescesse de 35,10% (PIS sem STTP) para 21,96% (PIS + STTP). A injeção de água e NaCl foi o tratamento que apresentou o pior desempenho, sem diferir significativamente do controle e do tratamento IV ao nível de 5% de significância (TABELA 10).

Derivados proteicos da soja e do soro de leite são ingredientes comumente adicionados nas formulações de produtos cárneos, com o objetivo de incrementar suas características funcionais, entre elas o rendimento de cocção. Na presente pesquisa, com exceção dos tratamentos II e IV, todos os lombos submetidos à

injeção apresentaram melhor rendimento que o controle, o que indica que a incorporação dos ingredientes não cárneos aumentou a retenção de água pelos produtos durante o seu aquecimento. No entanto, de acordo com Hayes *et al.* (2006), lombos injetados com salmouras podem apresentar maiores perdas à cocção do que o controle, porque têm mais líquido para perder. Mesmo propiciando evidente incremento da capacidade de retenção de água, os ingredientes adicionados não conseguem reter a totalidade da água injetada nas carnes.

TABELA 10 – VALORES DE PERDA POR COCÇÃO (EM %) EM BANHO-MARIA DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Médias	30,16 ^{abc} (±1,827)	36,50 ^a (±2,876)	23,50 ^c (±1,849)	35,10 ^{ab} (±2,123)	24,03 ^{bc} (±1,346)	21,96 ^c (±2,417)	22,49 ^c (±1,641)	1,412

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

O CPSL, quando utilizado sem associação ao STTP, foi mais eficiente que a PIS, com perda por cocção de 24,03%, não diferindo significativamente dos tratamentos com STTP ($p > 0,05$). Esses achados estão de acordo com Peña-Ramos e Xiong (2003) que, estudando o rendimento de cocção de hambúrgueres à base de carne suína, também observaram melhor eficiência do CPSL em relação à PIS. Szerman *et al.* (2007) também observaram menores valores de perda de peso por cozimento em produtos à base de carne bovina injetados com CPSL em relação ao controle não injetado. Hayes *et al.* (2006) também observaram a eficiência do CPSL em diminuir a perda por cocção de lombos de suíno, observando valores de aproximadamente 20% nas amostras submetidas à injeção contra 30% para o controle não injetado. Esses valores se assemelham aos encontrados no presente trabalho.

4.1.4.5.2 Cocção em forno convencional

Na determinação da perda por cocção em forno convencional, novamente o STTP mostrou a sua eficiência através da obtenção dos menores valores percentuais nos tratamentos em que foi utilizado, embora não tenha havido diferença significativa entre eles e o controle ($p > 0,05$) (TABELA 11).

TABELA 11 – VALORES DE PERDA POR COCÇÃO (EM %) EM FORNO CONVENCIONAL DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Médias	32,90 ^{ab} (±1,300)	36,31 ^a (±0,279)	26,74 ^b (±3,599)	31,98 ^{ab} (±0,587)	28,51 ^b (±0,428)	27,25 ^b (±0,348)	27,38 ^b (±2,643)	1,056

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

A ação sinérgica entre o fosfato e as proteínas ficou novamente evidente, com obtenção de melhores rendimentos de cocção quando da associação entre esses ingredientes. Os resultados obtidos em forno convencional se assemelham aos obtidos em banho-maria. Tanto o controle e quanto o tratamento II apresentaram pior desempenho que os demais em ambas as provas.

4.1.5 Características físico-químicas de lombo suíno congelado adicionado de ingredientes não cárneos

4.1.5.1 Composição centesimal

Na figura 12, é feita uma comparação dos valores encontrados para a composição centesimal do lombo suíno adicionado de ingredientes não cárneos (amostras resfriadas e congeladas). Observa-se a coerência de resultados

encontrados, permitindo inferir que o tratamento frigorífico não influenciou nas determinações de composição centesimal das amostras.

Os resultados são condizentes com os da literatura, dentro da margem de variação geralmente encontrada para o lombo suíno *in natura* e com sensíveis alterações na composição centesimal dos tratamentos experimentais (SINDELAR *et al.*, 2003a; HAYES *et al.*, 2006).

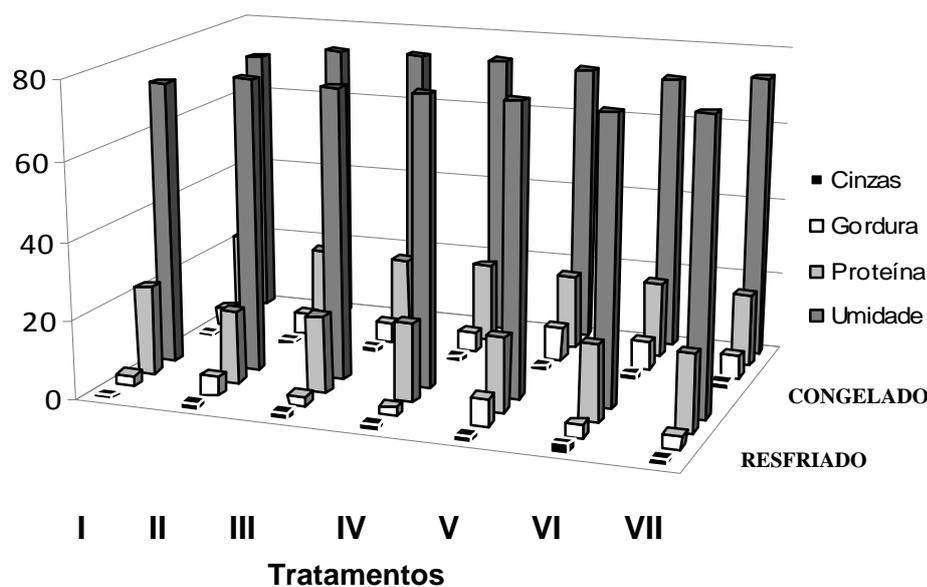


FIGURA 12 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (VALORES EM %) DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS* DE ACORDO COM O TRATAMENTO FRIGORÍFICO.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

Assim como observado nas amostras resfriadas, todos os valores de umidade encontram-se abaixo do máximo de 75% fixado no regulamento técnico para produtos à base de lombo suíno (TABELA 12).

O tratamento III foi o que apresentou maior umidade. O controle, como esperado, apresentou a menor umidade, diferindo significativamente de todos os outros tratamentos ($p < 0,05$).

A proteína bruta também se encontra em conformidade com o valor mínimo de 16% fixado pelo regulamento em todos os tratamentos, observando-se, à semelhança da análise das amostras resfriadas, que a injeção de salmouras

diminuiu o percentual de proteína bruta, aumentando a umidade da carne. Entretanto, a RUP das amostras manteve-se dentro dos parâmetros fixados pela legislação, mesmo após o congelamento.

TABELA 12 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (EM g/100g) DE AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Umidade	70,35 ^d	73,14 ^a	73,19 ^a	73,15 ^a	72,04 ^b	71,03 ^c	72,83 ^a	0,241
EPM	(±0,11)	(±0,06)	(±0,11)	(±0,01)	(±0,008)	(±0,05)	(±0,23)	
Proteína	22,15 ^a	20,16 ^a	19,63 ^b	20,15 ^b	19,44 ^b	19,58 ^b	18,62 ^c	0,283
EPM	(±0,31)	(±0,01)	(±0,02)	(±0,02)	(±0,13)	(±0,02)	(±0,07)	
RUP	3,17	3,63	3,73	3,63	3,70	3,63	3,91	-
Gordura	4,85 ^e	5,60 ^{cd}	5,36 ^{cde}	5,09 ^{de}	8,75 ^a	7,16 ^b	5,76 ^c	0,360
EPM	(±0,15)	(±0,06)	(±0,15)	(±0,115)	(±0,085)	(±0,035)	(±0,055)	
Cinzas	1,09 ^f	1,48 ^e	1,90 ^c	1,64 ^d	1,62 ^d	2,08 ^b	2,27 ^a	0,082
EPM	(±0,007)	(±0,006)	(±0,009)	(±0,009)	(±0,003)	(±0,012)	(±0,000)	

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

RUP = relação umidade/proteína. EPM = Erro padrão da média.

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Torres *et al.* (2000), analisando a composição centesimal de diversos produtos de origem animal adquiridos no comércio varejista da cidade de São Paulo, encontraram valores médios de 66,51% (umidade), 0,86% (resíduo mineral fixo), 14,89% (gordura total) e 19,38% (proteína) para amostras de lombo suíno. Della Torre (2004) reportou valores médios semelhantes para o lombo, analisando a composição centesimal de cortes de carne suína: 68,0% (umidade), 1,0% (resíduo mineral fixo), 12,3% (gordura total) e 19,8% (proteína). Esses valores são parcialmente discordantes dos encontrados na presente pesquisa para o controle não injetado, pela qual as amostras de lombo *in natura* ultrapassaram 70% de umidade, acima do que citam as autoras. Hayes *et al.* (2006) encontraram para o lombo *in natura*, valores médios de 74,5% (umidade), 22,4% (proteína) e 1,0% (gordura), aproximando-se dos encontrados no presente trabalho. Sindelar *et al.*

(2003a) também relataram valores médios similares aos presentes, sendo 75,77% (umidade), 23,19% (proteína) e 2,87% (gordura) para o lombo *in natura*.

O teor de gordura total variou de 4,85% a 8,75%. Assim como nas amostras de lombo resfriado, o maior valor foi observado para o tratamento V. As amostras do tratamento I apresentaram o menor valor de gordura total. Tais variações encontram-se dentro dos valores citados na literatura para composição centesimal de lombo suíno e se devem provavelmente à variação entre as peças de lombo, não podendo ser correlacionada à injeção de ingredientes não cárneos, face ao seu pobre conteúdo lipídico (SMITHERS, 2008).

A adição de ingredientes não cárneos levou à variação significativa do resíduo mineral fixo das amostras, assim como observado nas amostras resfriadas. O menor valor foi observado para o controle, que diferiu significativamente de todos os outros tratamentos ($p < 0,05$).

4.1.5.2 Fósforo total

Na tabela 13, observa-se que a adição de STTP promoveu aumento significativo da quantidade de fósforo total das amostras em relação aos tratamentos não adicionados desse aditivo ($p < 0,05$).

Após correção do valor de fósforo adicionado em relação ao fósforo proteico, observa-se que os valores se aproximam dos relatados na literatura para a carne *in natura* e para produtos adicionados de fosfatos (DUŠEK *et al.*, 2003).

TABELA 13 – TEORES DE FOSFATO TOTAL (EM mg/100g) E FOSFATO ADICIONADO (EM %) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Fosfato total	439,48 ^c	393,89 ^c	620,14 ^b	420,60 ^c	406,28 ^c	603,67 ^b	703,56 ^a	32,613
EPM	(±25,67)	(±8,435)	(±18,515)	(±7,845)	(±5,32)	(±9,785)	(±1,47)	
% adicionado	-	-	0,41	-	-	0,40	0,51	-

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média

Valores seguidos da mesma letra, em uma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

4.1.5.3 Sódio

Como esperado, à semelhança do observado na análise das amostras de lombo resfriado, o controle não injetado diferiu significativamente de todos os outros tratamentos, devido à adição de sais de sódio ($p < 0,05$) (TABELA 14).

De acordo com a literatura, a maioria das carnes frescas contém de 50mg a 100mg de sódio por 100g. Nas carnes injetadas, essa quantidade ultrapassa 300mg/100g, principalmente pela adição de NaCl, e em menor proporção pelo uso de STTP, glutamanato monossódico, citrato ou lactato de sódio (MURPHY-GUTEKUNST; URIBARRI, 2005; RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005).

TABELA 14 – TEORES DE SÓDIO (EM mg/100g) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Sódio	52,08 ^e	364,61 ^d	540,37 ^b	456,49 ^c	424,85 ^c	590,84 ^b	683,24 ^a	52,337
EPM	(±0,04)	(±3,115)	(±1,325)	(±11,975)	(±12,665)	(±5,545)	(±20,125)	

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média

Valores seguidos da mesma letra, em uma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

Os valores encontrados no presente trabalho são concordantes com os citados, revelando a quantificação de sódio por fotometria de chama como uma alternativa analítica importante para auxiliar a investigação de aditivos à base de sais do sódio, sendo de fácil realização e de baixo custo para o controle de produtos cárneos.

4.1.5.4 Determinação do número de TBARS

A oxidação lipídica se acentuou sensivelmente entre os 120 dias de avaliação, sendo maior no tratamento II em relação aos demais tratamentos injetados ($p < 0,05$) (FIGURA 13).

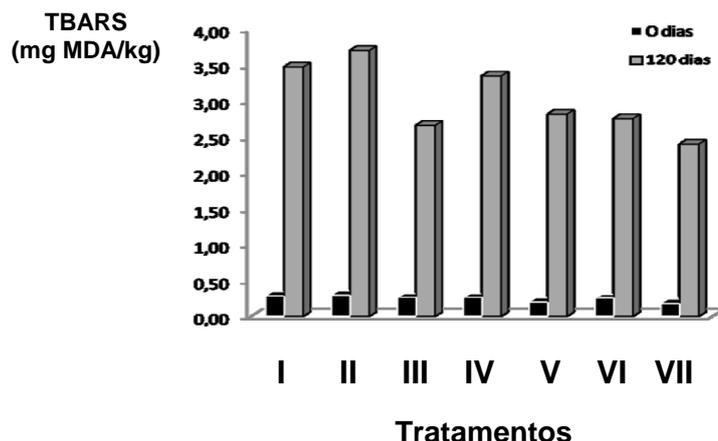


FIGURA 13 – VALORES DE TBARS (EM mg MDA/kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÂRNEOS* A 0 E A 120 DIAS DE ESTOCAGEM A -18°C.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

A injeção de CPSL e STTP proporcionou maior efeito anti-oxidante, levando a menores valores de TBARS, diferindo significativamente dos demais ($p < 0,05$). A associação dos dois ingredientes levou à maior redução da oxidação lipídica em relação ao controle, observada para o tratamento VII (-30,84%) (TABELA 15).

TABELA 15 – NÚMEROS DE TBARS (EM mg MDA/kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÂRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Nº. TBARS	3,47 ^{ab}	3,71 ^a	2,67 ^c	3,35 ^b	2,82 ^c	2,76 ^c	2,40 ^d	0,101

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média

Valores seguidos da mesma letra, em uma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

A menor redução da oxidação foi observada no tratamento IV (-3,46%), demonstrando pouca eficiência da PIS, como previamente reportado. No entanto, no tratamento em que a mesma foi combinada com STTP, essa redução passou a ser de 20,46%, demonstrando claramente o efeito complementar do fosfato.

4.1.5.5 Perda por descongelamento

Menores perdas por descongelamento foram reportadas nos tratamentos com STTP, que não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$) (TABELA 16).

TABELA 16 – VALORES DE PERDA POR DESCONGELAMENTO (EM %) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Médias	14,70 ^{ab} (±1,042)	13,26 ^b (±0,541)	9,08 ^d (±0,507)	12,67 ^{bc} (±0,766)	17,25 ^a (±0,679)	7,93 ^d (±0,138)	9,33 ^{cd} (±0,258)	0,889

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

O controle apresentou alta exsudação ao descongelamento, considerando o trabalho de Pires *et al.* (2002) que observaram perdas por descongelamento entre 3,39% (descongelamento a 7°C) e 8,34% (descongelamento a 25°C) para amostras de lombo suíno *in natura*. Xia *et al.* (2009) submeteram amostras de lombo suíno congelado (-26°C) a diversos ciclos de congelamento e descongelamento (a 15°C), observando que a perda por descongelamento da carne variou de 3,51% a 18,27%. Esse achado chama a atenção porque mesmo com a injeção média de 15% de salmoura nos tratamentos experimentais, a perda por descongelamento dos tratamentos com STTP foi bastante inferior à perda por descongelamento observada para o controle *in natura*, demonstrando claramente a eficácia desse aditivo em reter não só a água adicionada através da injeção de salmouras, como também o próprio líquido da carne. Quando não houve adição de STTP, não houve diferença significativa entre os tratamentos com proteínas não cárneas e o controle ($p > 0,05$).

4.1.5.6 Rendimento de cocção em forno convencional

Após descongelamento, a cocção em forno convencional levou a valores de rendimento que variaram de 15,18% (tratamento V) a 29,79% (tratamento II). Os

tratamentos com melhor desempenho nessa prova foram os tratamentos com CPSL, sem diferir de forma significativa entre si e também sem diferir significativamente do tratamento III ($p > 0,05$) (TABELA 17).

TABELA 17 – VALORES DE PERDA POR COCÇÃO (EM %) EM FORNO CONVENCIONAL DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Médias	28,20 ^{ab} (±0,003)	29,79 ^a (±1,066)	21,60 ^{bc} (±0,886)	25,08 ^{ab} (±0,298)	15,18 ^c (±2,743)	24,62 ^{ab} (±1,175)	15,33 ^c (±0,097)	1,529

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM = erro-padrão da média

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

O pior desempenho foi observado nas amostras dos tratamentos I e II, que apresentaram menor rendimento de cocção. Para o lombo *in natura*, a literatura cita perdas por cozimento de 30,69% a 46,22%, reportadas após ciclos de congelamento e descongelamento por Xia *et al.* (2009), em concordância com o observado na presente pesquisa.

Os tratamentos congelados apresentaram menor perda por cozimento do que resfriados, provavelmente devido à perda de líquido no descongelamento, fazendo com que tivessem menos líquido para perder durante a cocção. Esses achados são ainda corroborados por Pires *et al.* (2002), que também observaram menores valores de perda por cocção para amostras de lombo submetidas a diferentes condições de congelamento (29,2% a 33,7%) em comparação ao controle resfriado (38,1%).

4.1.6 Eletroforese de proteínas

Na figura 14, os poços numerados de 4 a 10 correspondem aos tratamentos I a VII, cujas faixas de cadeias polipeptídicas mostram, na sua maioria, variações de pesos moleculares dentro da faixa dos padrões utilizados (19,4kDa a 211,2kDa), obtidas por extração com ureia 6M. Observam-se perfis eletroforéticos típicos do músculo, nos quais a caracterização das proteínas miofibrilares ficou evidente, com o aparecimento da cadeia pesada da miosina (223kDa), de fragmentos da cadeia pesada da miosina (163kDa) e da actina (54kDa), semelhantes aos descritos na literatura (SOUZA; SOBRAL; MENEGALLI, 2004; LARREA *et al.*, 2006; XIONG *et al.*, 2006; XIA *et al.*, 2009). Foram identificadas, ainda, outras frações das proteínas miofibrilares, como a α -actinina (102kDa), a troponina (50kDa) e a β -tropomiosina (31kDa). Como esperado, os perfis eletroforéticos da carne suína apresentam bandas de baixo peso molecular, correspondentes a polipeptídeos produtos da degradação proteica, como também observaram Xiong *et al.* (2006). Entre essas bandas provavelmente surgiu a mioglobina (17kDa), fracamente corada, pois a carne suína é mais pobre que a bovina quanto à presença desse pigmento (HOFMANN, 1977; OLIVERA CARRIÓN; VALENCIA, 1990a). No entanto, a presença de bandas com pesos moleculares até 37kDa pode corresponder tanto a fragmentos da cadeia leve de miosina, quanto à troponina T ou subunidades de β -actina, uma vez que os pesos moleculares dessas proteínas se confundem (SOUZA; SOBRAL; MENEGALLI, 2004).

Observando-se mais detalhadamente, pode ser visualizado nos poços 8 e 10 (correspondentes aos tratamentos V e VII, respectivamente), o surgimento discreto de uma banda (< 19,445kDa), que parece corresponder à α -lactalbumina do soro de leite, com o qual esses tratamentos foram injetados, sem ter havido sobreposição com as bandas das proteínas intrínsecas da carne. A equivalência dessa banda com a lactalbumina pode ser constatada pela comparação com o padrão de concentrado proteico de soro de leite aplicado nos poços 3 e 12, embora apareça menos corada nas amostras de lombo injetado, tendo sido confirmada pela densitometria (FIGURA 16).

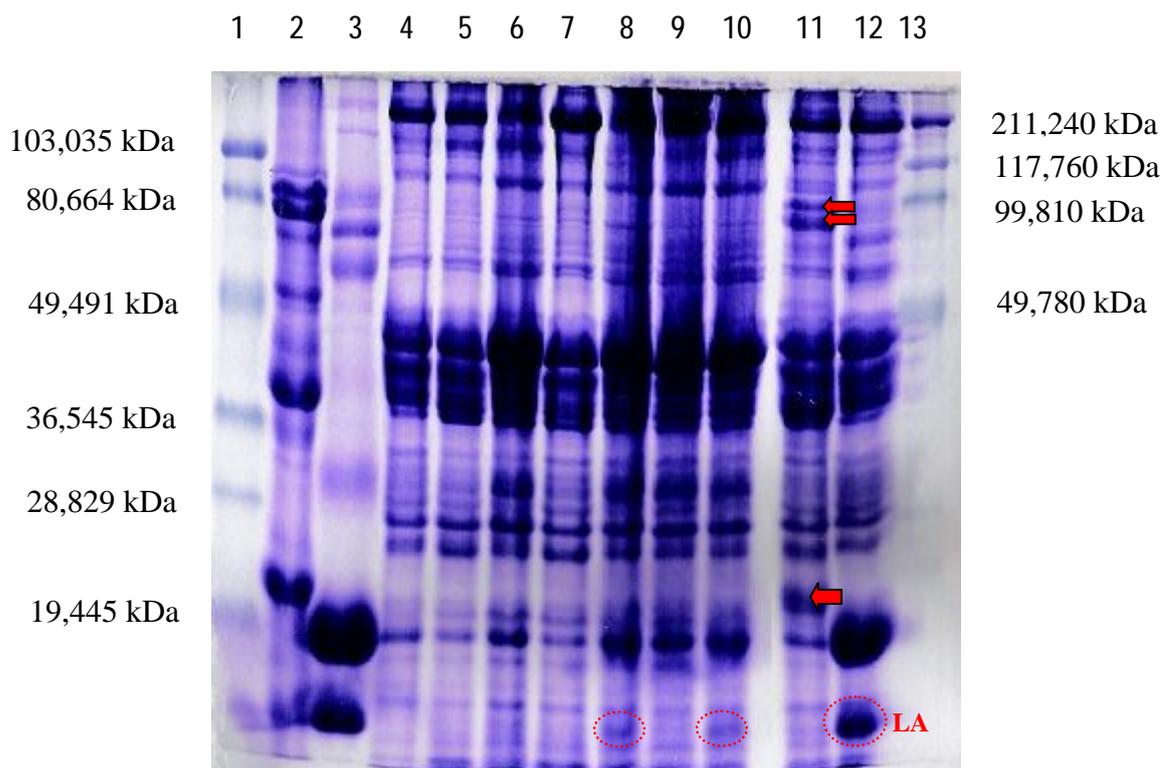


FIGURA 14 – PERFIL ELETROFORÉTICO DAS PROTEÍNAS DE LOMBO OBTIDO POR SDS-PAGE APÓS EXTRAÇÃO COM UREIA.

Poço 1: padrões de baixo peso molecular; poço 2: proteína isolada de soja; poço 3: concentrado proteico de soro de leite; poços 4 a 10: tratamentos experimentais; poços 11 e 12: controles positivos; poço 13: padrões de alto peso molecular. Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP. LA = α -lactalbumina.

Na figura 15, observa-se o perfil eletroforético das amostras de lombo suíno obtido por extração com Tris-HCl-SDS-ME (poços 2 a 8), correspondendo aos tratamentos I a VII, respectivamente. Observam-se, ainda, os padrões de peso molecular (poços 1 e 13) e os controles (poços 9 a 12). A faixa de cadeias polipeptídicas das amostras de lombo suíno apresentou variação de pesos moleculares entre <19,4kDa a 207kDa.

Ambos os protocolos de extração utilizados na presente pesquisa permitiram a visualização das proteínas majoritárias da soja: a β -conglucina e a glicina. Na figura 12, as subunidades α , α' e β da β -conglucina correspondem às bandas com aproximadamente 82kDa, 74kDa e 56kDa, respectivamente, que estão de acordo com o descrito por Riblett *et al.* (2001) e Seibel e Beléia (2008). As duas bandas mais proeminentes da glicina são as subunidades ácida (A) e básica (B), com

pesos moleculares aproximados de 40kDa e 19kDa, respectivamente, correspondendo às duas bandas mais densamente coradas e estando de acordo com o observado por Riblett *et al.* (2001).

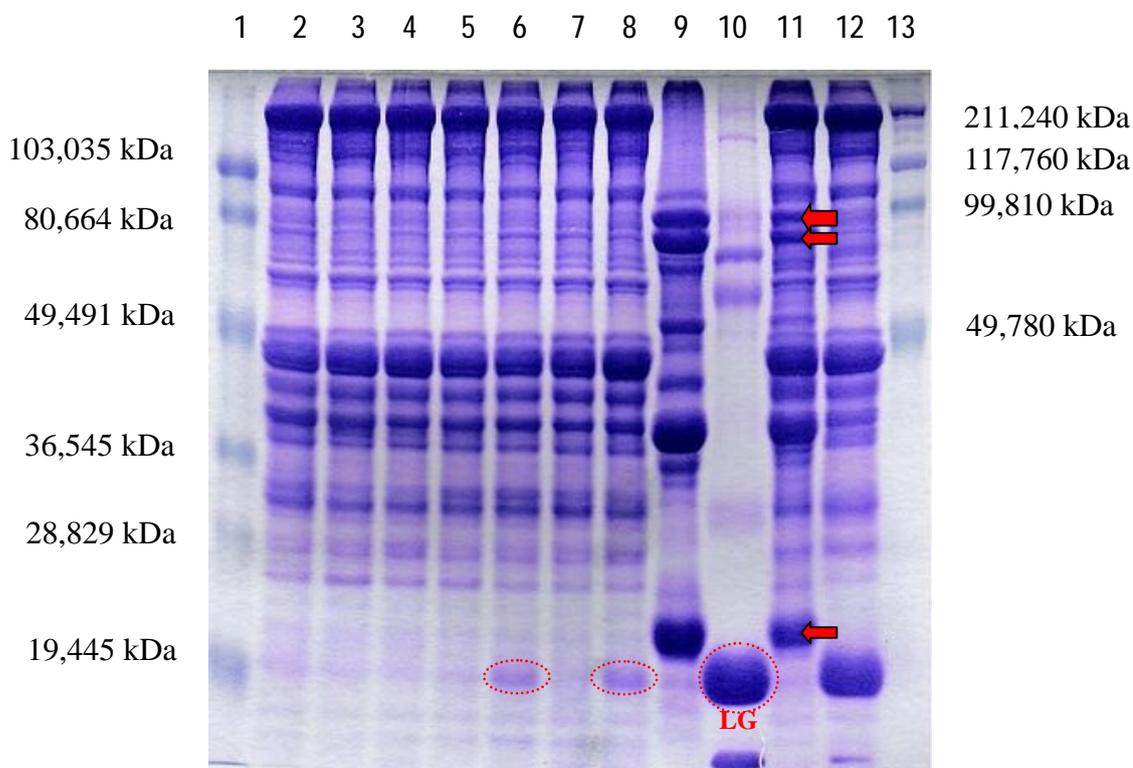


FIGURA 15 – PERFIL ELETROFORÉTICO DAS PROTEÍNAS DE LOMBO OBTIDO POR SDS-PAGE APÓS EXTRAÇÃO COM TRIS-HCl-SDS- β -MERCAPTOETANOL.

Poço 1: padrões de baixo peso molecular; poços 2 a 8: tratamentos experimentais; poço 9: proteína isolada de soja; poço 10: concentrado proteico de soro de leite; poços 11 e 12: controles positivos; poço 13: padrões de alto peso molecular. Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP. LG = β -lactoglobulina.

A extração com ureia 6M forneceu menor bandejamento da proteína isolada de soja, sendo que algumas bandas são de difícil distinção do fundo (*background*) do gel, devido à sua baixa resolução. A ureia permitiu a obtenção de maior número de bandas de proteínas da carne à eletroforese, mas a alta extração prejudicou a visualização das bandas, que se apresentaram intensamente coradas. A extração com Tris-HCl-SDS-ME propiciou melhor solubilização das proteínas, com clara visualização das bandas de proteínas dos tratamentos experimentais.

Nos controles de soro de leite utilizados, observa-se que as proteínas minoritárias do soro de leite também foram extraídas, correspondendo às bandas da lactoferrina (72kDa a 80kDa), da albumina sérica bovina (82kDa a 91kDa), e das cadeias leves e pesadas de imunoglobulinas (entre 30kDa e 70kDa, aproximadamente), semelhantes aos perfis eletroforéticos de SDS-PAGE descritos na literatura (BORGES *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2008; ANEMA, 2009). Ficou evidente a banda com cerca de 18kDa, correspondente à β -lactoglobulina, nos tratamentos V e VII, em que foi empregado CPSL. Observa-se, no entanto, que essa banda sobrepôs-se à posição esperada para a mioglobina nos perfis eletroforéticos desses tratamentos, com maior intensidade de coloração.

Na literatura cita-se que, em misturas de carne e soja, bandas da soja com aproximadamente 53kDa e 17,5kDa são ideais para determinar a presença da proteína não cárnea de forma qualitativa (BELLOQUE *et al.*, 2002). Por outro lado, Olivera Carrión e Valencia (1990a) demonstraram que a banda da soja com 19,5kDa apresentou menor interferência com as proteínas da carne, prestando-se melhor como marcador. Na presente pesquisa, embora essa banda tenha ficado bastante evidente nos controles utilizados, não foi possível a sua identificação nos tratamentos experimentais adicionados de proteína isolada de soja em nenhum dos protocolos de extração empregados, uma vez que não houve diferença sensível entre os perfis eletroforéticos de lombo injetado com proteína isolada de soja e os tratamentos em que não foram empregadas proteínas não cárneas.

Nas figuras 14 e 15, nos poços 11 e 12, correspondentes aos controles positivos empregados, observa-se que as duas extrações permitiram a visualização de três bandas de proteínas da soja (com aproximadamente 74kDa, 56kDa e 19kDa) que poderiam ser utilizadas como marcadores (marcadas com setas horizontais), discriminando os extratos cárneos das proteínas não cárneas. Contrariamente a esses controles, os perfis eletroforéticos das amostras de lombo injetado apresentaram interferência das proteínas da soja com as da carne, impedindo a sua detecção pela eletroforese.

A dificuldade de evidenciação por eletroforese de bandas oriundas das proteínas não cárneas adicionadas a produtos cárneos reside no fato de que as

mesmas sempre possuem menor intensidade quando comparadas às bandas de proteínas da própria carne (JANSSEN; VOORTMAN; DE BAAIJ (1987).

Contrariamente aos estudos citados por Belloque *et al.* (2002), que demonstraram que a eletroforese é capaz de detectar a soja mesmo quando adicionada a produtos cárneos em concentrações inferiores a 0,5%, por meio da presente pesquisa não se conseguiu adequada separação das proteínas da leguminosa das proteínas intrínsecas da carne, embora a soja tenha sido utilizada na concentração de 1,5%. Considerando-se que a maioria dos estudos citados utilizaram amostras preparadas sinteticamente, resta clara a necessidade de que novos estudos com SDS-PAGE e com outras técnicas analíticas de separação sejam ainda implementados para controle de proteínas não cárneas em produtos comerciais.

Por outro lado, os dois protocolos de extração utilizados permitiram a identificação de marcadores moleculares do CPSL nos produtos em que esse ingrediente foi adicionado, de forma distinta, estando os mesmos indicados com elipses pontilhadas nos géis das figuras 14 e 15. A extração com ureia 6M permitiu a visualização de uma banda fracamente corada, correspondente à α -lactalbumina, enquanto a extração das proteínas com Tris-HCl-SDS-ME permitiu a clara visualização da banda correspondente à β -lactoglobulina nos produtos cárneos.

A realização da densitometria dos géis confirmou a visualização dessas bandas, como se observa na figura 16 (picos indicados com setas verticais, correspondentes às bandas do CPSL que serviram de marcadores nos tratamentos experimentais). Tais achados são contrários, ainda, aos de Olivera Carrión e Valencia (1990b) que, aplicando a técnica de SDS-PAGE a produtos cárneos, não conseguiram separar as proteínas lácteas das proteínas intrínsecas da carne, obtendo sucesso apenas para as proteínas de soja, do plasma sanguíneo e do ovo.

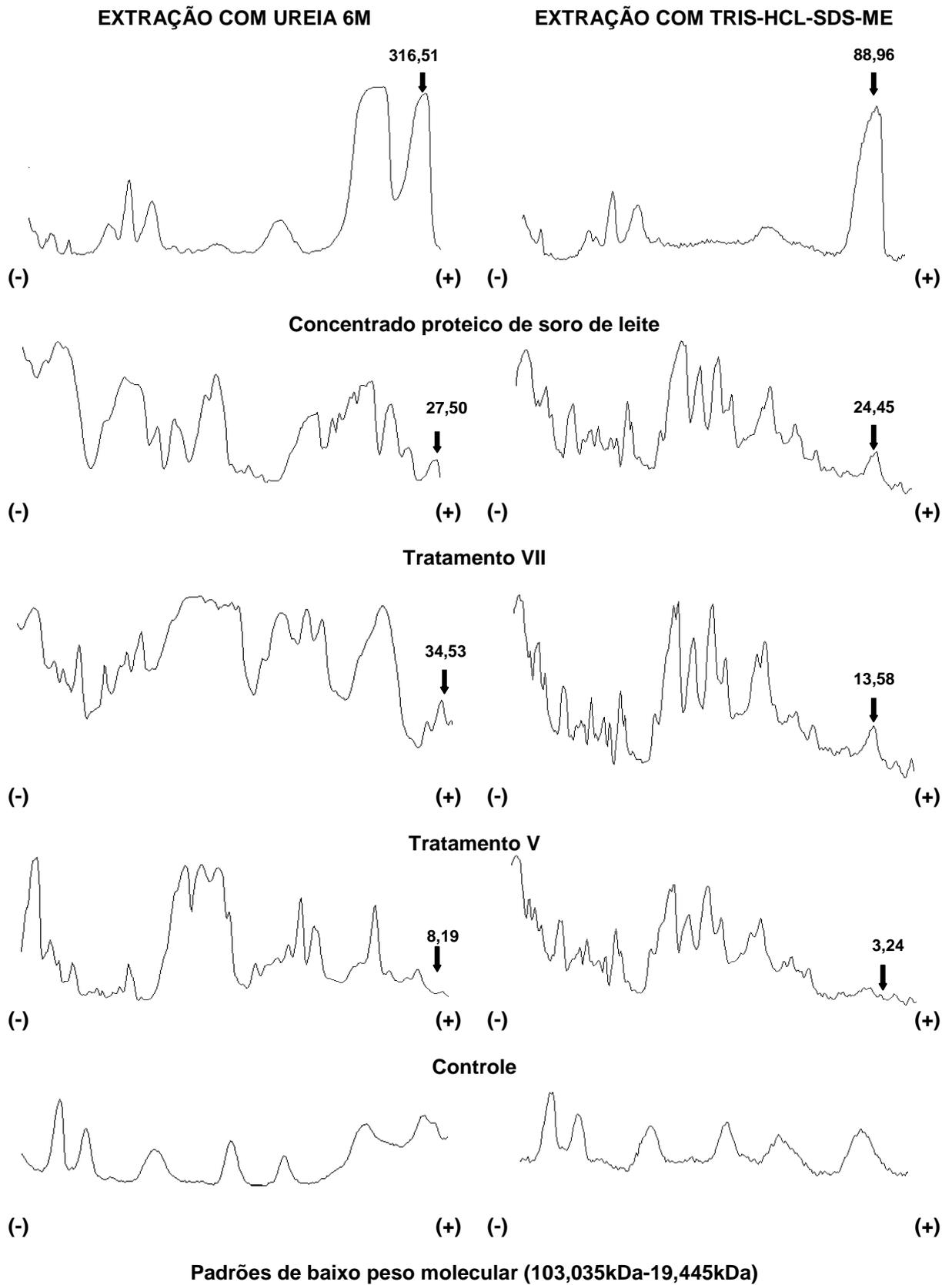


FIGURA 16 – DENSITOGRAMAS DE GÉIS SDS-PAGE DE LOMBO SUÍNO (TRATAMENTOS COM CPSL), PADRÃO DE CPSL E CONTROLE.

4.1.7 Cromatografia líquida de alta eficiência

4.1.7.1 Determinação de isoflavonas da soja

O uso de cromatografia líquida de alta eficiência se mostrou viável para detecção da proteína isolada de soja em lombo suíno injetado, sendo uma alternativa rápida e de fácil execução para o controle da utilização desse ingrediente em produtos cárneos. Na figura 17, são apresentados os perfis cromatográficos obtidos para os tratamentos adicionados de proteína isolada de soja, em comparação ao controle, não injetado (tratamento I).

O conteúdo de isoflavonas de um produto depende da proporção em que a soja está presente e do conteúdo de isoflavonas da mesma, que é altamente variável (GENOVESE *et al.*, 2003). Góes-Favoni *et al.* (2004) analisando produtos comerciais de soja demonstraram que a distribuição dos isômeros e o teor total de isoflavonas nos produtos varia em função de seu processamento. Os produtos de soja geralmente empregados em formulações cárneas possuem isoflavonas em quantidades detectáveis por HPLC, como observaram Mellenthin e Galensa (1999), analisando proteína isolada de soja, proteína concentrada de soja e lecitina de soja em produtos cárneos. Os autores compararam a técnica à eletroforese capilar de zona, observando melhor repetitividade e melhor sensibilidade nos resultados com HPLC, embora ambas as técnicas tenham levado a resultados semelhantes.

Em carnes, a ocorrência de isoflavonas deriva exclusivamente da adição de condimentos ou outros ingredientes vegetais, pois as mesmas são produtos do metabolismo secundário de algumas espécies de plantas, sobretudo de algumas leguminosas como a soja, amendoim, lentilha e ervilha (MELLENTHIN; GALENSA, 1999).

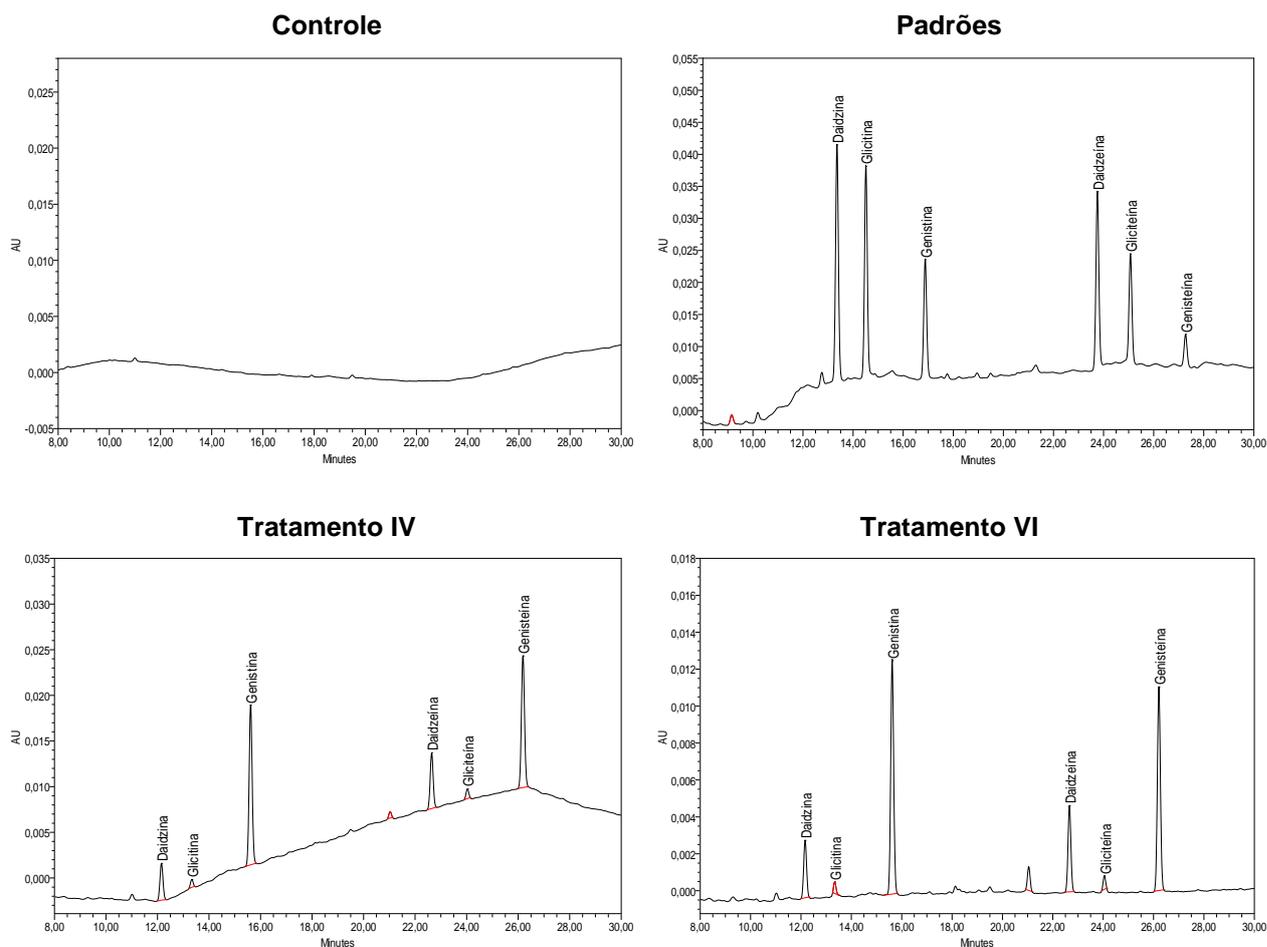


FIGURA 17 – CROMATOGRAMAS DA PESQUISA DE ISOFLAVONAS DA SOJA NAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO SUBMETIDAS À CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA.

De acordo com os cromatogramas obtidos e correspondendo-os com os padrões de isoflavonas, verifica-se que as amostras com soja apresentaram seis picos correspondentes às agliconas daidzeína e genisteína com maiores intensidades, bem como aos glicosídeos dessas duas isoflavonas. Sua ordem de eluição corresponde à descrita na literatura, com os derivados da daidzeína eluindo antes dos derivados da genisteína (MELLENTHIN; GALENSA, 1999). Observam-se, ainda, picos correspondentes à glicitina e a gliciteína nos cromatogramas dos tratamentos com PIS, embora em menor intensidade.

Na tabela 18, são apresentados os teores médios de isoflavonas quantificados nas amostras de lombo suíno, demonstrando que as mesmas podem ser empregadas como indicadores da adição de soja em produtos cárneos. Como

esperado, os tratamentos sem proteína de soja não apresentaram picos de isoflavonas, enquanto os tratamentos com soja apresentaram isoflavonas em quantidades detectáveis por HPLC.

TABELA 18 – TEORES MÉDIOS DE ISOFLAVONAS, OBTIDOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA, EXPRESSOS EM $\mu\text{g}/100\text{g}$, EM AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO.

AMOSTRAS	Concentração da Isoflavona					
	Daidzina ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	Glicitina ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	Genistina ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	Daidzeína ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	Gliciteína ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	Genisteína ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
I	ND	ND	ND	ND	ND	ND
II	ND	ND	ND	ND	ND	ND
III	ND	ND	ND	ND	ND	ND
IV	231,16 ^a	81,51 ^a	650,46 ^a	216,09 ^a	86,70 ^{nc}	260,68 ^a
V	ND	ND	ND	ND	ND	ND
VI	202,56 ^b	77,42 ^a	536,16 ^b	179,21 ^b	78,29 ^{nc}	220,64 ^b
VII	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

As médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$). nc = não calculada. ND = não detectado.

De acordo com Genovese e Lajolo (2001), a extração das isoflavonas com metanol 80% proporciona ótimo rendimento de extração e menor quantidade de picos contaminantes. A eficiência de extração provavelmente contribuiu para a qualidade dos cromatogramas obtidos, nos quais se observa a ausência de picos interferentes, com picos simétricos e de boa resolução, fazendo com que a técnica seja considerada de boa sensibilidade e especificidade para os fins pretendidos, detectando isoflavonas da soja em concentrações próximas a 1,5%. Na Alemanha, Mellenthin e Galensa (1999), analisando isoflavonas por HPLC em produtos cárneos adquiridos comercialmente naquele país, detectaram a adição de soja em teores de 0,1% a 6%, propondo o emprego da técnica para controle rotineiro do processamento da carne.

Na presente pesquisa, para quantificação da PIS, elegeu-se o pico de genistina, por ser o de maior intensidade no perfil cromatográfico de isoflavonas desse ingrediente, passando a ser adotado como marcador na amostras de lombo suíno. Considerando o valor médio de 73% para a umidade das amostras com PIS (tratamentos IV e VI), a tabela 19 apresenta os valores de proteína isolada de soja

quantificados por cromatografia, corrigidos os valores da base seca (liofilizada) para base úmida e com base na curva-padrão construída com proteína isolada de soja ($R^2 = 0,9996$).

TABELA 19 – QUANTIFICAÇÃO DA PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA POR MEIO DO TEOR DE GENISTINA.

	Tratamento IV	Tratamento VI
% genistina (g/100g)	1,79 ^a	1,23 ^b

Médias seguidas de letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Estes resultados demonstram que a técnica aplicada assegura a adequação dos produtos testados em relação ao limite legal (2,0%). Embora tenha havido variação significativa entre os tratamentos adicionados de soja ($p < 0,05$), obtiveram-se valores próximos ao valor de soja adicionado às amostras. No processo de injeção, existe sempre uma variação na quantidade de ingredientes incorporados à carne, causada por fatores intrínsecos e extrínsecos. A quantidade de 1,5% de proteína não cárnea estimada para os produtos em análise considera a retenção de toda a salmoura injetada. Variações nessa quantidade, detectada por técnicas analíticas de quantificação, provavelmente indicam variação na quantidade de salmoura retida pela carne.

4.1.7.2 Perfil de aminoácidos

Na figura 18, são apresentados os cromatogramas dos diferentes tratamentos, trazendo seu perfil de aminoácidos identificados por comparação com os tempos de retenção dos padrões. Não foi possível quantificar os aminoácidos arginina e treonina, porque houve co-eluição durante a corrida cromatográfica de todos os tratamentos, gerando picos de má resolução.

O perfil de aminoácidos de um produto indica a sua qualidade proteica e nutricional. Alguns autores, no entanto, relatam que as diferenças existentes entre os aminoácidos da carne e da soja não são suficientes para quantificação, limitando o uso da técnica para quantificação de proteínas não cárneas (ELLIS, 1987;

ZARKADAS; KARATZAS; KHANIZADEH, 1993). Na presente pesquisa, não foram detectadas diferenças significativas quanto aos teores dos aminoácidos ácido aspártico, alanina, glicina, prolina, tirosina, valina, lisina, isoleucina e leucina entre os tratamentos (TABELA 20).

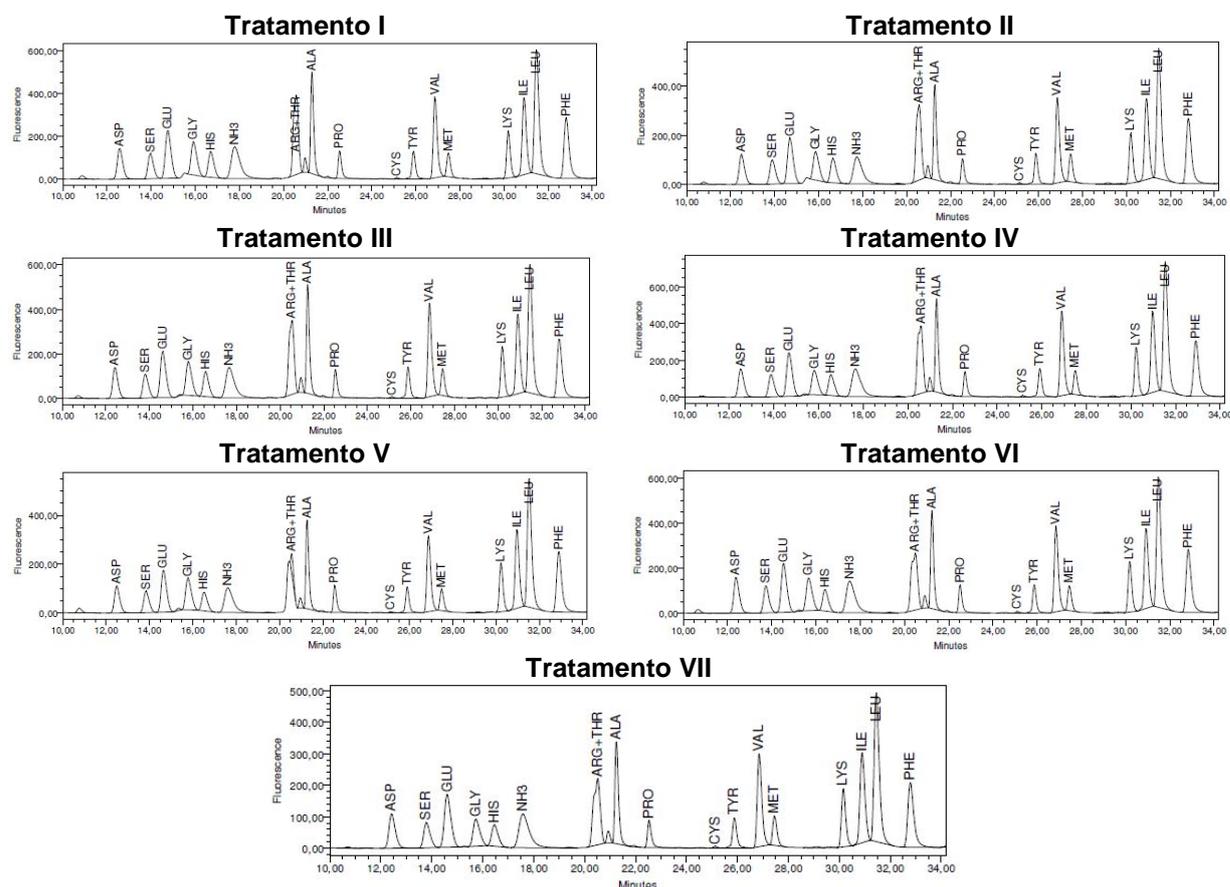


FIGURA 18 – AMINOGRAMAS DOS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÂRNEOS*.

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

As maiores variações quantitativas no perfil de aminoácidos foram observadas nos tratamentos adicionados de CPSL. Segundo Borges (2001), as proteínas do soro de leite apresentam baixos teores de aminoácidos aromáticos (fenilalanina e tirosina) e elevados teores de aminoácidos essenciais de cadeias ramificadas (leucina e isoleucina). Na presente pesquisa, a adição de CPSL levou à diminuição significativa da quantidade de fenilalanina e de histidina em relação ao

controle ($p < 0,05$). No entanto, essa diferença não foi significativa em relação aos demais tratamentos adicionados de proteínas não cárneas ($p > 0,05$). Quanto aos outros aminoácidos, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

TABELA 20 – PERFIL DE AMINOÁCIDOS (EM g/100g DE PROTEÍNA, EM BASE SECA) DE LOMBO SUÍNO ADICIONADO DE INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Aminoácido	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
ASP	4,49 ^a	3,73 ^a	3,64 ^a	4,30 ^a	3,31 ^a	4,20 ^a	3,76 ^a	0,126
SER	2,12 ^a	1,62 ^{ab}	1,65 ^{ab}	1,91 ^{ab}	1,51 ^b	1,76 ^{ab}	1,60 ^{ab}	0,063
GLU	8,50 ^a	6,69 ^{ab}	6,81 ^{ab}	8,08 ^{ab}	6,19 ^b	7,29 ^{ab}	7,07 ^{ab}	0,232
GLY	2,72 ^a	2,40 ^a	2,18 ^a	2,50 ^a	2,67 ^a	2,26 ^a	1,89 ^a	0,119
HIS	2,40 ^a	1,82 ^{bc}	2,06 ^{ab}	2,03 ^{ab}	1,44 ^c	1,75 ^{bc}	1,52 ^{bc}	0,090
ARG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
THR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
ALA	2,52 ^a	2,15 ^a	2,35 ^a	2,55 ^a	2,12 ^a	2,22 ^a	2,11 ^a	0,061
PRO	2,24 ^a	1,86 ^a	1,80 ^a	2,17 ^a	2,04 ^a	1,86 ^a	1,75 ^a	0,068
TYR	2,36 ^a	2,00 ^a	2,14 ^a	2,32 ^a	1,76 ^a	2,03 ^a	1,93 ^a	0,069
VAL	2,56 ^a	2,16 ^a	2,38 ^a	2,67 ^a	2,02 ^a	2,32 ^a	2,21 ^a	0,076
LYS	3,84 ^a	3,56 ^a	3,40 ^a	4,17 ^a	3,22 ^a	3,65 ^a	3,57 ^a	0,099
ILE	2,39 ^a	2,13 ^a	2,08 ^a	2,53 ^a	1,96 ^a	2,18 ^a	2,11 ^a	0,061
LEU	4,23 ^a	3,77 ^a	3,66 ^a	4,43 ^a	3,52 ^a	3,86 ^a	3,78 ^a	0,101
PHE	2,12 ^a	1,92 ^a	1,79 ^{ab}	2,04 ^{ab}	1,70 ^b	1,87 ^{ab}	1,70 ^b	0,046

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl, CPSL e STTP.

ASP = ácido aspártico; SER = serina; LYS = lisina; THR = treonina; TYR = tirosina; VAL = valina; LEU = leucina; ARG = arginina; PHE = fenilalanina; GLY = glicina; GLU = ácido glutâmico; HIS = histidina; ALA = alanina; PRO = prolina; ILE = isoleucina.

EPM = erro-padrão da média.

Médias seguidas da mesma letra, em uma linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se, ainda, que a adição de CPSL levou à redução significativa da quantidade de serina e ácido glutâmico no tratamento V em relação ao controle, embora no tratamento VII essa redução não tenha diferido significativamente do controle não injetado ao nível de 5% de significância.

Nos tratamentos com soja, não houve alteração significativa das quantidades de aminoácidos em comparação ao controle ($p > 0,05$), demonstrando que os perfis obtidos estão de acordo com Zarkadas, Karatzas e Khanizadeh (1993) que concluíram que a adição de proteína concentrada de soja em amplo limiar de variação na formulação de produtos cárneos não promove a redução de seu valor nutritivo em termos de aminoácidos essenciais para humanos.

4.1.8 Microbiologia

O processo de injeção de salmouras pode levar à contaminação pela introdução, no interior da carne, de bactérias normalmente presentes em sua superfície (GILL, 1979). Na presente pesquisa, as contagens microbianas observadas denotam satisfatório controle higiênico-sanitário das operações e aptidão dos produtos processados ao consumo humano (QUADRO 6).

QUADRO 6 – CONTAGENS BACTERIOLÓGICAS E PESQUISA DE MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS EM AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO ADICIONADAS DE INGREDIENTES NÃO CÂRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII
Análise							
Contagem de enterobactérias (UFC/g)	$1,5 \times 10^4$	$6,6 \times 10^3$	$3,6 \times 10^4$	$2,8 \times 10^2$	$1,7 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$
Contagem de estafilococos coagulase-positiva (UFC/g)	$< 1,0 \times 10^2$						
Contagem de psicotróficos (UFC/g)	$1,0 \times 10^4$	$2,9 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$4,1 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	$5,1 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$
Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.	AUS.						

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl, CPSL e STTP.
AUS. = ausente.

Estudos têm demonstrado que produtos injetados com salmouras geralmente possuem maiores contagens bacterianas do que produtos não marinados, favorecendo principalmente o desenvolvimento de bactérias psicotróficas ácido-láticas (BOHAYCHUK; GREER, 2003; BJORKROTH, 2005; SCHIRMER; HEIR; LANGSRUD, 2009). Na presente pesquisa, as contagens de enterobactérias e de psicotróficos foram semelhantes para o controle e os tratamentos injetados e são condizentes com as relatadas na literatura para produtos similares (MILLER, 1998a).

No tratamento IV, as contagens de enterobactérias foram menores em dois ciclos logarítmicos em relação ao controle, que apresentou contagens na faixa de 10^4 UFC/g. Bohaychuk e Greer (2003), estudando lombos de suíno desossados

injetados com diferentes salmouras de NaCl, fosfato de sódio e suco de limão concentrado observaram que tanto o controle quanto amostras injetadas ultrapassaram contagens de 10^4 UFC/g com 35 dias de estocagem (em embalagem a vácuo), sem gerar alterações de cor e odor nos produtos. Os autores citam que variações de multiplicação bacteriana em produtos injetados podem ocorrer por diferenças intrínsecas no pH, composição normal da matéria-prima e características bacteriostáticas de ingredientes da própria salmoura, que podem explicar o observado.

Nos produtos de presente experimento, não houve isolamento de *Staphylococcus* sp. nem de *Salmonella* spp., em conformidade com a legislação para carnes cruas preparadas de suíno (BRASIL, 2001).

4.1.9 Determinação do grau de estriamento

A má distribuição dos ingredientes em carnes injetadas pode provocar a formação de duas tonalidades de cor (estrias), fazendo com que a percepção da textura do produto se dê de forma desuniforme pelos consumidores, devendo, tanto quanto possível, ser evitada (MILLER, 1998a). Na tabela 21, observa-se que a grande maioria das amostras analisadas não apresentou estrias, sendo observado estriamento apenas nos tratamentos IV, V e VII.

TABELA 21 – CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DOS DIVERSOS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO DE ACORDO COM O GRAU DE ESTRIAMENTO.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	Total
<i>Grau de estriamento</i>								
<i>Grau 1</i>	28	20	21	14	15	16	2	116
<i>Grau 2</i>	0	0	0	0	2	0	16	18
<i>Grau 3</i>	0	0	0	6	0	0	0	6
<i>Grau 4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Grau 5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	28	20	21	20	17	16	18	140

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

A classificação de estriamento observada demonstra que a distribuição dos ingredientes se deu de maneira uniforme na maioria das amostras.

Os tratamentos com CPSL foram mais suscetíveis ao estriamento, embora o fenômeno tenha ocorrido de forma mais acentuada nas amostras injetadas com PIS, que chegaram a atingir o grau 3. Embora tenham ocorrido com bem menos severidade, as estrias observadas nas amostras estão de acordo com as observadas por Gooding *et al.* (2009) em lombo suíno injetado, estendendo-se dos pontos de penetração inicial das agulhas da injetora pela orientação das fibras musculares (FIGURA 19).

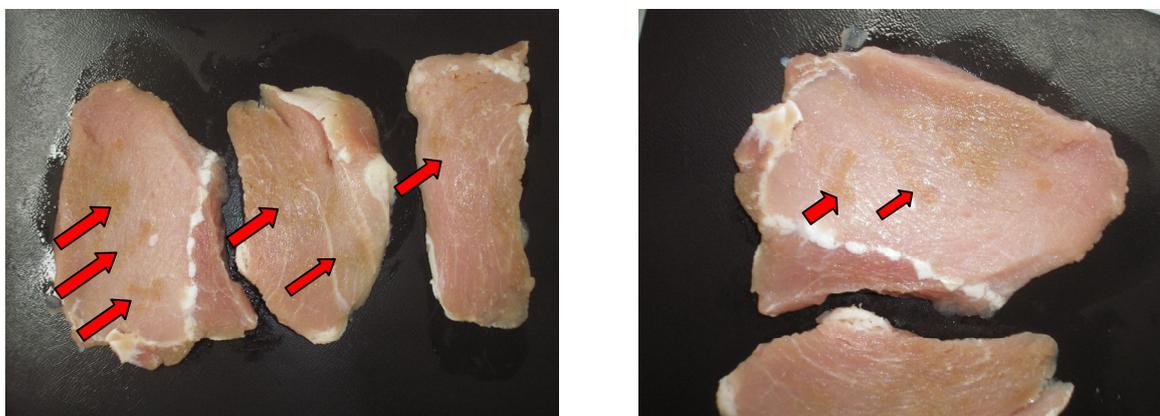


FIGURA 19 – PRESENÇA DE ESTRIAS E MANCHAS EM AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA.

FONTE: o autor.

O estriamento é um fenômeno difícil de eliminar no processamento da carne suína, ocorrendo imediata e permanentemente após a injeção de ingredientes. A variação de fatores como ingredientes utilizados na salmoura, pH da salmoura, concentração da salmoura, pressão da injeção, temperatura da carne e da salmoura e nível de injeção empregado não são capazes de reduzir a severidade do problema (GOODING *et al.*, 2009). No entanto, os graus de estriamento observados são bem menos severos que os relatados pela literatura, atingindo, no máximo, o nível 3. Segundo Gooding *et al.* (2009), a carne suína com coloração mais escura torna-se mais suscetível ao estriamento, devido ao contraste de cor das estrias com a carne. Na presente pesquisa, possivelmente o grau mediano de estriamento se deve à luminosidade (L^*) encontrada ser mais alta que a reportada pelos autores.

4.2 ANÁLISE SENSORIAL E INSTRUMENTAL

4.2.1 Análise sensorial de lombo suíno injetado com ingredientes não cárneos

4.2.1.1 Seleção e treinamento de julgadores

Os 28 participantes do treinamento prévio à análise sensorial possuíam idade média de 40,8 anos, sendo 18 homens e 10 mulheres. Foram selecionados 12 julgadores, com mais de 60% de acertos nos testes triangulares e com mais de 75% nos testes duo-trio realizados como preconizado por Freitas (2007).

A carne suína era a preferência de apenas 14,3% dos participantes, pois 57,1% deles marcaram a carne bovina como de sua preferência de consumo no questionário aplicado. Esse dado é concordante com pesquisas que têm demonstrado que a carne bovina é a mais consumida no Brasil, embora tenha havido um crescimento significativo do consumo de carne de frango nos últimos anos (SCHLINDWEIN; KASSOUF, 2006; BAMPI, 2009).

O consumo de carne suína foi marcado como sendo semanal por 46,4% dos participantes, enquanto 32,1% consomem carne suína a cada quinze dias e 21,4% a cada trinta dias (ou menos). Dentre os participantes, 53,6% preferem comprar carne suína *in natura* para seu consumo, enquanto 46,4% preferem adquiri-la na forma de produtos industrializados.

De acordo com Freitas (2007), os testes triangular e duo-trio são os mais aplicados para selecionar e monitorar julgadores, sendo ideais para treinamento de equipes. Por se tratar de testes de diferença em que uma escolha é forçada, têm sido recomendados para avaliar a habilidade de julgadores em discriminar diferenças de produtos quanto aos seus atributos de qualidade (MODESTA, 1994; WRIGHT *et al.*, 2005).

Dentre os testes de diferença realizados, os julgadores foram capazes de detectar diferenças significativas em sete dos onze testes aplicados (TABELA 22).

TABELA 22 – RESULTADOS DOS TESTES DE DIFERENÇA (DUO-TRIO E TRIANGULAR) REALIZADOS PARA TREINAMENTO DE JULGADORES PARA ANÁLISE SENSORIAL DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Sessões	1		2		3		4		5		6		7	
<i>Testes</i>	D.T.	T.T.	D.T.	T.T.	D.T.	D.T.	T.T.	D.T.	T.T.	T.T.	T.T.	T.T.	T.T.	
<i>Tratamentos</i>	I x	I x II	II x	II x	I x	II x	II x	III x	III x	I x	II x			
	II		III	III	IV	VII	VII	IV	V	V	IV			
<i>J.C.</i>	14	13	25	24	24	26	27	21	26	27	22			
<i>Resultado</i> (<i>P</i> = 5%)	NS	NS	NS	S	S	S	S	NS	S	S	S			

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

n = 28; J.C. = julgamentos corretos.

D.T. = teste duo-trio; T.T. = teste triangular; NS = não significativo; S = significativo.

Os resultados acima indicam que as diferenças existentes entre os tratamentos com e sem STTP e também entre os tratamentos com e sem proteínas não cárneas foram identificadas significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelos julgadores.

4.2.1.2 Avaliação da suculência

Os tratamentos com fosfato, quando comparados ao controle pelo método da ordenação-preferência, foram considerados significativamente mais suculentos pelos julgadores ($p < 0,05$). Estes resultados concordam parcialmente com Hayes *et al.* (2006), que avaliando os efeitos de tratamentos com derivados do CPSL, encontraram diferença significativa para suculência em todos os tratamentos em relação ao controle não injetado, mesmo sem associação ao tripolifosfato. Da mesma forma, Wright *et al.* (2005), ao submeterem diversas amostras de lombo suíno injetado disponíveis no mercado varejista norte-americano para análise sensorial de suculência com julgadores treinados, observaram diferença significativa quanto ao atributo avaliado em relação às amostras de lombo *in natura*, que foram consideradas menos suculentas.

A combinação de proteínas não cárneas ao STTP resultou em lombos suínos considerados significativamente mais suculentos ($p < 0,05$) em relação ao

tratamento com proteínas sem uso do STTP (tratamentos IV e V) à prova de ordenação. Esse fato corrobora os achados de diversos autores, indicando que a suculência é resultado direto do aumento da capacidade de retenção de água originada pela adição de fosfatos (SHEARD *et al.*, 1999; BRASHEAR *et al.*, 2002; BAUBLITS *et al.*, 2006).

Por outro lado, na prova de comparação múltipla, os tratamentos não diferiram significativamente do controle ($p > 0,05$), indicando que a utilização dos ingredientes estudados pode não ser eficiente para melhorar a suculência de forma perceptível pelos julgadores. O único tratamento que diferiu significativamente do controle foi o tratamento VI ($p < 0,05$), mostrando que a associação de STTP à proteína de soja é necessária para o incremento da suculência (TABELA 23).

Na tabela 23, observa-se que a associação de proteínas não cárneas e STTP resultou em amostras reconhecidas como de melhor suculência pelos julgadores, diferindo significativamente do controle ($p < 0,05$) na prova de aceitação. Os tratamentos VI e VII foram os que obtiveram melhor aceitação, com melhores escores pelos julgadores. Os demais tratamentos não diferiram significativamente do controle *in natura*.

TABELA 23 – RESULTADOS DAS SESSÕES DE ANÁLISE SENSORIAL REALIZADAS COM JULGADORES TREINADOS, PARA AVALIAÇÃO DO ATRIBUTO SUCULÊNCIA DE AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Avaliação/tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	CV(%)
Ordenação	20 ^a	18 ^a	36 ^b	16 ^a	11 ^a	28 ^b	25 ^c	-
Comparação múltipla*	5,08 ^b	6,27 ^b	6,50 ^b	5,45 ^b	5,95 ^b	6,33 ^a	7,13 ^b	25,17
Aceitação**	4,46 ^a	2,98 ^{ab}	2,86 ^{ab}	3,62 ^{ab}	3,46 ^{ab}	2,50 ^b	2,68 ^b	16,53

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl, CPSL e STTP.

n = 12; CV = coeficiente de variação.

Escores indicados com o mesmo sobrescrito na linha não diferem ao nível de 5% de probabilidade.

* Escala de nove categorias, sendo 1 = extremamente mais suculenta; 9 = extremamente menos suculenta.

** Escala de cinco pontos, sendo 1 = extremamente suculento; 5 = nenhuma suculência.

4.2.1.3 Avaliação da maciez

No teste de ordenação, os tratamentos com STTP (III, VI e VII) foram os que apresentaram melhor desempenho na avaliação da maciez, diferindo significativamente do controle. Baublits *et al.* (2006) demonstraram que a utilização de soluções de fosfato resulta em lombos suínos mais macios em relação a lombos não injetados, mesmo quando se varia o percentual de injeção e a temperatura de cozimento das amostras. Outros autores também têm demonstrado que lombos suínos injetados com água, cloreto de sódio e fosfatos são significativamente reconhecidos como mais macios em sessões de análise sensorial (SHEARD *et al.*, 1999; PRESTAT *et al.*, 2002). No entanto, observa-se na tabela 24 que, à prova de comparação múltipla, a utilização de STTP nem sempre foi capaz de melhorar a maciez das amostras de forma perceptível pelos julgadores, à semelhança do que ocorreu com a avaliação da suculência.

Curiosamente, o tratamento II (injeção de água e NaCl) mostrou-se com boa classificação quanto à maciez, diferindo significativamente do controle ($p < 0,05$) (TABELA 24). Sindelar *et al.* (2003), ao estudar os efeitos da injeção de ingredientes não cárneos em lombos de matrizes suínas, relataram que a injeção de água sempre implica no aumento da percepção de maciez pelos julgadores, o que pode explicar a presente constatação.

TABELA 24 – RESULTADOS DAS SESSÕES DE ANÁLISE SENSORIAL REALIZADAS COM JULGADORES TREINADOS, PARA AVALIAÇÃO DO ATRIBUTO MACIEZ DE AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Avaliação/tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	CV(%)
Ordenação	12 ^a	15 ^{ac}	32 ^{bd}	20 ^{cd}	21 ^{ad}	22 ^{bd}	29 ^{cd}	-
Comparação múltipla*	4,88 ^b	6,53 ^a	6,42 ^b	5,47 ^a	6,04 ^a	5,23 ^a	6,65 ^a	32,41
Aceitação**	4,22 ^a	2,59 ^{ab}	3,25 ^{ab}	3,65 ^{ab}	2,3 ^b	3,05 ^{ab}	2,43 ^b	16,43

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

n = 12; CV = coeficiente de variação.

Escores indicados com o mesmo sobrescrito na linha não diferem ao nível de 5% de probabilidade.

* Escala de nove categorias, sendo 1 = extremamente mais macia; 9 = extremamente menos macia.

** Escala de cinco pontos, sendo 1 = extremamente macia; 5 = nenhuma macia.

Os tratamentos com CPSL foram os que tiveram melhor aceitação quanto à maciez, diferindo significativamente do controle ($p < 0,05$), embora não tenham diferido dos demais tratamentos (TABELA 24).

4.2.1.4 Análise sensorial com julgadores não treinados

4.2.1.4.1 Respostas dos julgadores aos questionários

Embora todos os julgadores não treinados que participaram da presente pesquisa possuam o hábito de consumir carne suína, ainda que esporadicamente, a mesma constitui-se preferência de apenas 6,38% deles, pois 70,2% dos participantes preferem a carne bovina. Quanto à frequência de consumo de carne suína, 31,91% dos julgadores declararam ser quinzenal e 23,40% deles declararam consumir carne suína no mínimo uma vez por semana.

A carne suína é adquirida na forma *in natura* por 55,32% dos participantes, sendo que 65,96% deles reconhecem o sabor como principal atributo de qualidade da carne suína. Suculência e maciez foram reconhecidas como principais atributos de qualidade da carne suína por 25,53% e 6,38% dos participantes, respectivamente.

Quando solicitados a manifestar sua intenção de compra do produto “carne congelada de suíno sem osso (lombo) adicionada de proteína isolada de soja”, as respostas foram: “decididamente compraria” (16,67%), “provavelmente compraria” (33,33%), “talvez sim/talvez não” (41,67%) e “provavelmente não compraria” (8,33%). Nenhum participante assinalou a opção “decididamente não compraria”. Para o protótipo de rótulo do produto “carne congelada de suíno sem osso (lombo) adicionada de proteína láctea”, as respostas foram: “decididamente compraria” (21,74%), “provavelmente compraria” (47,83%), “talvez sim/talvez não” (26,09%) e “decididamente não compraria” (4,35%). Nenhum participante assinalou a opção “provavelmente não compraria”, indicando boa aceitabilidade.

4.2.1.4.2 Comparação pareada

Todos os tratamentos, quando comparados ao controle, foram significativamente preferidos ao nível de 5% de probabilidade (FIGURA 20). Essa constatação é importante, pois segundo Brashear *et al.* (2002), a injeção da carne suína com ingredientes não cárneos só agrega valor ao produto se os consumidores reconhecem o produto injetado como mais aceitável que amostras-controle.

As amostras injetadas foram preferidas por 85,11% dos julgadores (tratamento IV) a 97,87% dos julgadores (tratamento III), o que concorda com outros autores que também demonstraram que a qualidade geral da carne suína é nitidamente incrementada quando a mesma é submetida à injeção de salmouras (WRIGHT *et al.*, 2005; HAYES *et al.*, 2006).

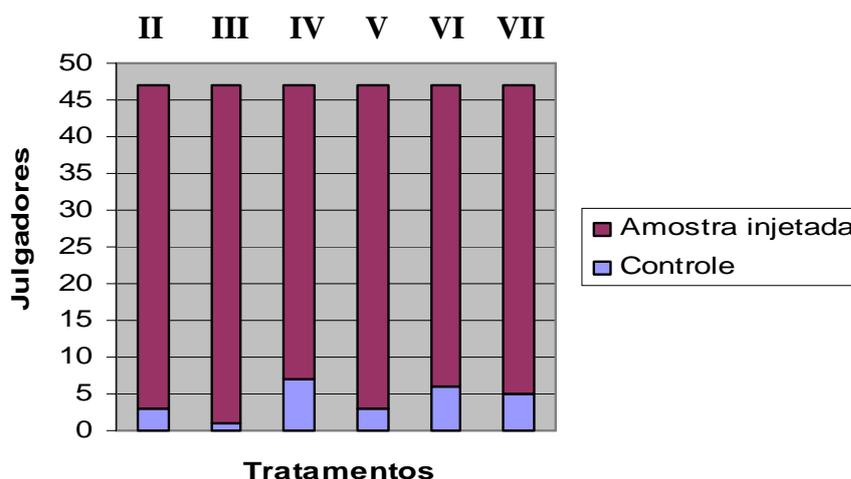


FIGURA 20 – PREFERÊNCIA DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÂRNEOS EM RELAÇÃO AO CONTROLE NOS TESTES DE COMPARAÇÃO PAREADA POR JULGADORES NÃO TREINADOS (n = 47).

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl, CPSL e STTP.

4.2.1.4.3 Aceitação global

Na avaliação da aceitação global dos tratamentos, o controle foi o que mais apresentou variação, ficando com a menor média. A preferência entre os julgadores

foi para o tratamento III, sem que tenha havido diferença significativa dos tratamentos II e VI ao nível de 5% de significância.

A avaliação da percepção quanto às diferenças entre a carne suína marinada e a carne *in natura* é necessária, pois permite a quantificação da aceitação desses produtos pela população para a qual esses produtos serão disponibilizados (BAUBLITS *et al.*, 2006). Na presente pesquisa, todos os tratamentos de lombos injetados foram reconhecidos como de melhor qualidade. O controle foi significativamente reconhecido pelos julgadores como inferior às amostras de lombo submetido à injeção ($p < 0,05$), influenciando na alta dispersão entre as médias. As médias das notas da maioria das amostras variaram de 6 a 7 (gostei ligeiramente/gostei moderadamente) (TABELA 25).

TABELA 25 – RESULTADOS DOS TESTES DE ACEITAÇÃO GLOBAL APLICADOS COM AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO AOS JULGADORES NÃO TREINADOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	CV
Aceitação*	4,35 ^c	7,13 ^a	7,73 ^a	6,61 ^b	5,87 ^b	7,02 ^a	6,98 ^b	25,01

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

* Escala hedônica estruturada de nove pontos, sendo 9 = gostei muitíssimo e 1 = desgostei muitíssimo.

n = 47; CV = coeficiente de variação.

Médias com o mesmo sobrescrito não diferem ao nível de 5% de probabilidade,

Dentre os tratamentos injetados, a menor média encontrada foi a do tratamento V, sem diferir significativamente dos tratamentos IV e VII ($p > 0,05$).

4.2.2 Análise instrumental

4.2.2.1 Análise instrumental de lombo suíno resfriado injetado com ingredientes não cárneos

4.2.2.1.1 Coloração instrumental

4.2.2.1.1.1 Valor L^*

Logo após o processamento, os tratamentos apresentaram uma luminosidade média de 59,5, considerada dentro da faixa de bom aspecto visual para carne suína, segundo Marchiori e Felicio (2003). A utilização de ingredientes não cárneos aumentou a luminosidade em regra geral, sendo maior nos tratamentos em que não foi empregado o STTP, embora nem sempre de forma significativa ($p > 0,05$). De acordo com Brewer, Novakofski e Freise (2006), o aumento do pH implica no decréscimo da luminosidade da carne, o que justificaria os valores de L^* observados para os tratamentos com fosfato. Brashear *et al.* (2002) também observaram aumento da luminosidade em lombos suínos injetados com ingredientes não cárneos, associando a constatação à diluição dos pigmentos da carne nos fluidos injetados e ao aumento da refração da luz causado pela água livre.

Aos trinta e cinco dias pós-processo, a luminosidade média foi de 62,0, ficando evidente o seu aumento em todos os tratamentos (exceto VI), como se observa na figura 21. No controle e no tratamento IV, o aumento alcançou quatro unidades em média, ao passo que nos demais tratamentos injetados o aumento variou de 1,27 a 2,95 unidades. No tratamento VI, a luminosidade, após trinta dias de estocagem, manteve-se dentro da faixa de 60 inicialmente observada. Embora Lindahl *et al.* (2006) também tenham observado variação do valor L^* durante o período de estocagem de lombo suíno embalado a vácuo, outros autores não observaram variação significativa da luminosidade (L^*) de amostras de lombo suíno

estocadas sob resfriamento (ZHU; BIDNER; BREWER, 2001; HAYES *et al.*, 2006; HOLMER *et al.*, 2009).

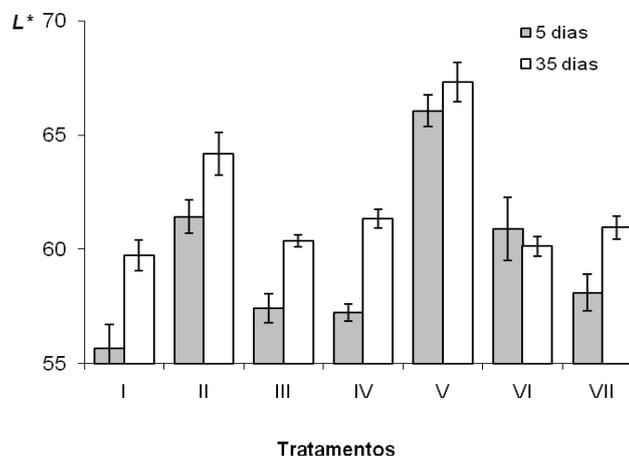


FIGURA 21 – VARIAÇÃO DA LUMINOSIDADE (L^*) AOS 5 E AOS 35 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO*.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

4.2.2.1.1.2 Valor a^*

Alguns autores têm demonstrado que a carne suína quando embalada a vácuo, tende a se tornar mais vermelha e mais amarela durante seu período de estocagem (ZHU; BREWER, 1998; ZHU; BIDNER; BREWER, 2001; LINDAHL *et al.*, 2006). Na presente pesquisa, o valor médio de a^* foi de 5,33 para todas as amostras no início da avaliação, subindo para 5,80 após trinta dias. Observa-se que, após 30 dias, o valor a^* aumentou nos tratamentos II, V, VI e VII, sendo maior no tratamento VI. Nos demais tratamentos, observa-se a redução do valor a^* durante a estocagem sob refrigeração.

Nos dois períodos de estocagem avaliados, todos os tratamentos apresentaram amostras com menores valores de a^* em comparação ao controle, demonstrando que a injeção de ingredientes não cárneos no lombo suíno promoveu a diminuição da intensidade de cor vermelha da carne (FIGURA 22). Esse

decréscimo da intensidade de vermelho ocorreu de forma significativa à primeira avaliação ($p < 0,05$), quando o controle diferiu de todos os outros tratamentos.

Entre os dois períodos de avaliação, particularmente o controle apresentou sensível decréscimo do valor a^* . Hayes *et al.* (2006) também observaram o decréscimo da intensidade de vermelho em amostras de lombo suíno injetadas com NaCl e STTP. No entanto, para que ocorra o efeito *blooming* na carne fresca, desejável pelos consumidores, é interessante que maiores valores de a^* sejam obtidos (BREWER; NOVAKOFSKI; FREISE, 2006).

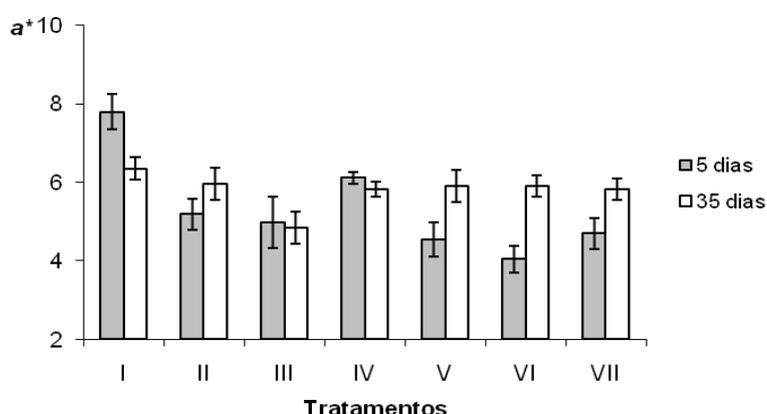


FIGURA 22 – VARIAÇÃO DA INTENSIDADE DE VERMELHO (a^*) AOS 5 E AOS 35 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO*.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

4.2.2.1.1.3 Valor b^*

Inicialmente, não houve diferença significativa quanto à intensidade de amarelo (b^*) entre as amostras dos diferentes tratamentos ($p > 0,05$). No entanto, no dia 35 observa-se leve redução da intensidade de amarelo nas amostras injetadas em relação ao controle (exceto no tratamento IV), embora somente no tratamento V tenha ocorrido de forma significativa ($p < 0,05$).

Segundo Hayes *et al.* (2006), soluções à base de fosfato incrementam a coloração do produto de forma sutil, podendo tornar as carnes vermelhas mais

claras ou mais escuras. Uma vez que a oxidação da mioglobina é acelerada pela presença de radicais livres e em baixo pH, a capacidade tamponante e quelante do fosfato pode contribuir para a estabilidade da cor da carne (LEE; HENDRICKS; CORNFORTH, 1998).

Na presente pesquisa, as alterações de coloração foram mais sensíveis na luminosidade e na intensidade de vermelho dos produtos do que na intensidade de amarelo (FIGURA 23). Wright *et al.* (2005) também não encontraram diferença significativa entre a intensidade de amarelo de amostras de lombo suíno injetado em comparação ao produto *in natura*.

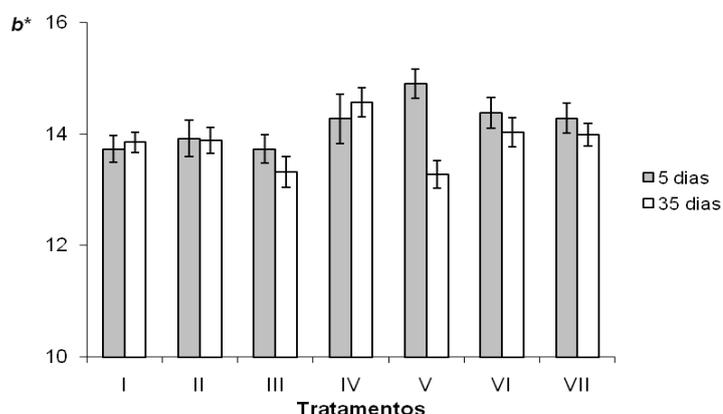


FIGURA 23 – VARIACÃO DA INTENSIDADE DE AMARELO (b^*) AOS 5 E AOS 35 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO*.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

4.2.2.1.2 Força de cisalhamento

A adição de ingredientes não cárneos promoveu a redução da força de cisalhamento das amostras em relação ao controle, corroborando os achados de Wright *et al.* (2005), que observaram a redução da tensão de cisalhamento em 324 amostras diversas de lombo suíno submetidas à injeção, quando comparadas a 276 amostras de lombo *in natura*. Nas amostras de lombo resfriado, o STTP e o CPSL foram os ingredientes mais eficazes em causar essa redução. Sheard e Tali (2004), estudando a utilização de NaCl, bicarbonato de sódio e fosfatos em lombos de

suíno, também observaram que todos os tratamentos em que houve a adição de ingredientes não cárneos ocorreu a redução da força de cisalhamento em relação ao controle.

As amostras do tratamento III foram as que ofereceram menor força de cisalhamento, promovendo uma redução significativa da força em até 39,92% em relação ao controle ($p < 0,05$). Xu *et al.* (2009), estudando a ação de diversos tipos de fosfatos na marinação da carne bovina, também observaram alta eficiência desses aditivos na redução da força de cisalhamento da carne, relatando que todos os fosfatos usados em todas as concentrações empregadas em seu experimento levaram a valores de tensão sempre menores que os observados para o controle. Nas amostras de lombo resfriado, a utilização de STTP levou a picos de força significativamente menores que os observados para o controle, mas o fosfato não teve efeito sinérgico com as proteínas não cárneas, uma vez que não houve diferença entre os tratamentos V e VII e entre os tratamentos IV e VI ($p > 0,05$).

A injeção de CPSL também promoveu a redução significativa da força de cisalhamento, sendo de -31,93% (tratamento V) e -25,21% (tratamento VII) em relação ao controle ($p < 0,05$). Hayes *et al.* (2006), estudando a injeção de lombos suínos com NaCl, fosfato e CPSL, também observaram redução da força de cisalhamento das amostras injetadas em relação ao controle, embora, entre as amostras submetidas à injeção, não tenha havido diferença estatisticamente significativa entre elas. Os autores também observaram os menores picos de força para as amostras do tratamento com água, NaCl e STTP.

TABELA 26 – VALORES OBTIDOS NA DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE CISALHAMENTO (EM kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO RESFRIADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Médias	2,38 ^a	1,98 ^{abc}	1,43 ^d	2,23 ^{ab}	1,62 ^{cd}	1,95 ^{bc}	1,78 ^{cd}	0,05
	(±0,055)	(±0,123)	(±0,060)	(±0,114)	(±0,126)	(±0,133)	(±0,095)	

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl, CPSL e STTP.

EPM= erro-padrão da média.

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente através do teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na tabela 26, observa-se que os tratamentos com PIS não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$). A PIS foi menos eficiente que o CPSL em reduzir a força de cisalhamento do lombo injetado resfriado. Ainda assim, foi capaz de promover a redução da força de cisalhamento em até -18,07% em relação ao controle, nos tratamentos em que foi empregada.

A simples injeção de água e NaCl nos lombos suínos não foi capaz de reduzir significativamente a força de cisalhamento em relação ao controle ($p > 0,05$), embora tenha sido observada redução média de 16,81%, ainda maior que a observada para o tratamento IV, que promoveu a redução da força de cisalhamento em 6,30% em relação ao controle.

Os resultados encontrados são concordantes com os disponíveis na literatura. Sindelar *et al.* (2003b), examinando amostras de lombo suíno marinado com STTP e bicarbonato de sódio, encontraram valores de 1,72kg a 2,89kg, semelhantes aos encontrados. Os autores utilizaram o mesmo modelo de equipamento que o empregado neste trabalho, observando que a utilização de níveis máximos de STTP se associa aos menores valores de força de cisalhamento.

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). Segundo Szerman *et al.* (2007), o edemaciamento das fibras musculares e os danos ao tecido conjuntivo gerados com o emprego da marinação, entre outros processos tecnológicos, são os responsáveis pela redução da resistência da carne ao cisalhamento pelo texturômetro. Essa afirmativa vem em encontro do processo tecnológico empregado na presente pesquisa, pelo qual os lombos foram massageados em *tumbler* após a injeção, o que pode ter contribuído para a redução da força de cisalhamento oferecida pelos produtos.

Quando lombos suínos são injetados com diferentes soluções, a redução da força de cisalhamento pode ocorrer em face do aumento do conteúdo de água e do enfraquecimento da estrutura miofibrilar, o que parece justificar os achados da presente pesquisa. A redução promovida pela injeção de soluções com ingredientes não cárneos 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 (SHEARD; TALI, 2004).

Diversos autores têm associado a utilização de STTP ao incremento da textura do lombo suíno (MILLER, 1998a; SHEARD *et al.*, 1999; BRASHEAR *et al.*, 2002; SINDELAR *et al.*, 2003b; BAUBLITS *et al.*, 2006). A injeção de água, NaCl e fosfatos em lombos suínos promove a redução da tensão de cisalhamento mesmo após o cozimento dos produtos em altas temperaturas, indicando que a injeção proporciona a estabilidade da maciez da carne mesmo sob condições abusivas (PRESTAT *et al.*, 2002; BAUBLITS *et al.*, 2006).

4.2.2.2 Análise instrumental de lombo suíno congelado injetado com ingredientes não cárneos

4.2.2.2.1 Coloração instrumental

4.2.2.2.1.1 Valor L^*

A coloração representa papel importante na aparência, apresentação e aceitabilidade da carne congelada. Alterações de coloração podem ocorrer durante a sua estocagem, devido à oxidação lipídica e aos processos de degradação dos pigmentos da carne (XIA *et al.*, 2009).

A luminosidade nas amostras congeladas variou de 54,81 (controle) a 64,78 (tratamento V). Maiores valores de L^* foram encontrados nas amostras do tratamento V após 120 dias de estocagem a -18°C ., sendo que esse tratamento diferiu significativamente dos demais ($p < 0,05$). A menor luminosidade foi observada para o controle (FIGURA 24).

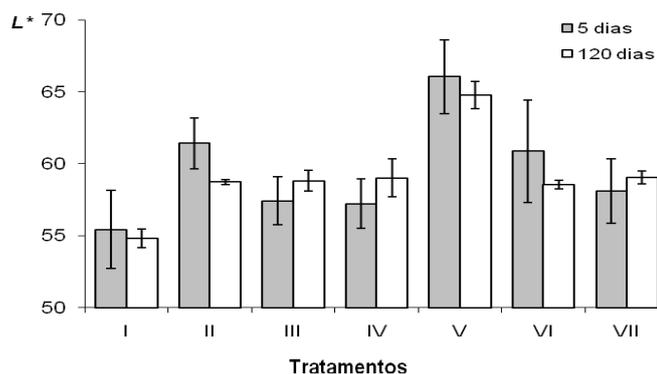


FIGURA 24 – VARIACÃO DA LUMINOSIDADE (L^*) AOS 5 E AOS 120 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO*.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

Embora a luminosidade das carnes possa variar durante a estocagem frigorífica, alguns autores têm demonstrado que, na carne suína embalada a vácuo, L^* não se altera de forma significativa durante a estocagem (ZHU; BIDNER; BREWER, 2001; HOLMER *et al.*, 2009). Por outro lado, Xia *et al.* (2009) associaram o aumento da oxidação lipídica ao aumento da luminosidade do lombo suíno após ciclos de congelamento e descongelamento. No presente experimento, a variação da luminosidade após 120 dias de estocagem não se deu de forma uniforme, aumentando nos tratamentos III, IV e VII, e diminuindo nos demais, o que impede de se fazer uma correlação como a dos autores.

4.2.2.2.1.2 Valor a^*

Após 120 dias, os valores de a^* variaram de 5,90 (tratamento VII) a 6,85 (tratamento II), sendo que ao quinto dia essa variação foi de 4,04 (tratamento VI) a 7,79 (controle). Na figura 25, observa-se que, com exceção do controle, ocorreu o aumento do valor a^* entre os tratamentos, o que concorda parcialmente com Holmer *et al.* (2009), que reportaram o aumento de a^* da carne suína embalada a vácuo durante a sua estocagem, tornando-se mais vermelha.

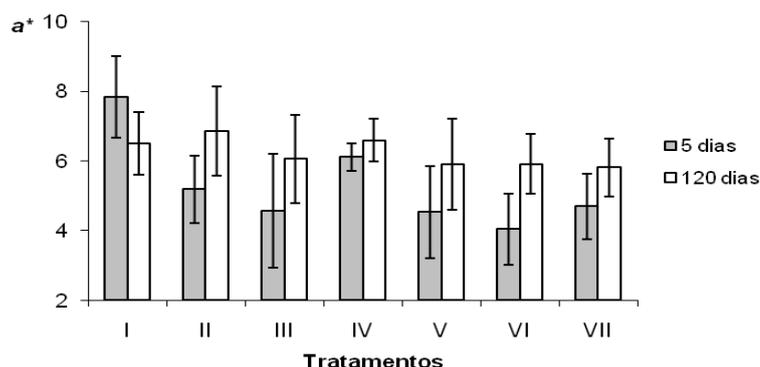


FIGURA 25 – VARIACÃO DA INTENSIDADE DE VERMELHO (a^*) AOS 5 E AOS 120 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO*.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

Contrariamente ao esperado, os tratamentos experimentais alcançaram valores de a^* que se aproximaram do controle, do qual não diferiram significativamente ($p > 0,05$). Não foi possível encontrar respaldo na literatura para justificar o presente achado, uma vez que as pesquisas envolvendo carne injetada congelada são escassas, e os dados disponíveis referem-se, geralmente, à carne *in natura*.

4.2.2.2.1.3 Valor b^*

Com a rancificação, produtos da oxidação lipídica podem fazer reações de escurecimento não enzimático com as aminas dos fosfolipídeos e das proteínas da carne, intensificando a sua coloração amarela (XIA *et al.*, 2009). Tal fato parece justificar os achados da presente pesquisa, onde, com exceção dos tratamentos V e VII, a intensidade de amarelo aumentou entre os demais tratamentos durante o período de estocagem (FIGURA 26).

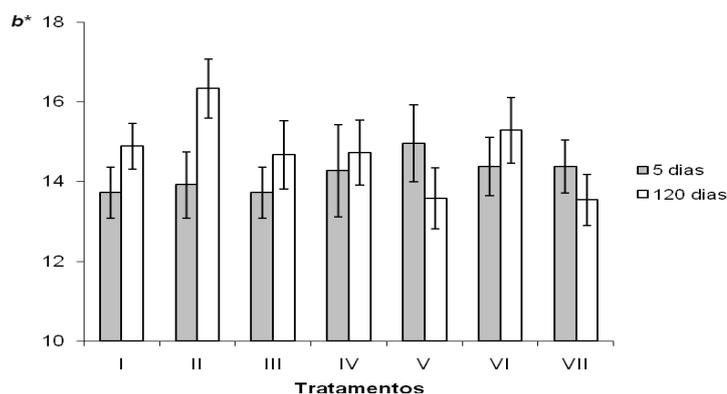


FIGURA 26 – VARIACÃO DA INTENSIDADE DE AMARELO (b^*) AOS 5 E AOS 120 DIAS ENTRE OS TRATAMENTOS DE LOMBO SUÍNO*.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

4.2.2.2 Força de cisalhamento

A estocagem sob congelamento, em que pese ser um método importante para a preservação microbiológica da carne, parece afetar a sua textura, causando também alterações no sabor, odor e coloração. Os prejuízos advêm da remoção osmótica da água, da desnaturação da miosina, de danos mecânicos e de reações cruzadas e agregação miofibrilar (XIA *et al.*, 2009). No presente experimento, o controle apresentou os maiores picos de força, em média 15,96% mais altos que os observados para as amostras resfriadas (TABELA 27).

TABELA 27 – MÉDIAS DA FORÇA DE CISALHAMENTO (EM kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO CONGELADO INJETADO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Tratamentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	EPM
Médias	2,76 ^a	1,67 ^b	1,58 ^b	2,25 ^a	1,61 ^b	1,35 ^b	1,51 ^b	0,073
	(±0,232)	(±0,063)	(±0,053)	(±0,193)	(±0,054)	(±0,111)	(±0,052)	

Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

EPM= erro-padrão da média.

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente através do teste de Tukey ($p > 0,05$).

No entanto, com exceção do tratamento IV, o controle diferiu significativamente de todos os tratamentos ($p < 0,05$), indicando que a injeção de ingredientes não cárneos proporcionou a melhoria da textura das carnes mesmo após congelamento e descongelamento. Analisando amostras de lombo suíno *in natura* submetidas a diferentes tempos e temperaturas de congelamento e descongelamento, Pires *et al.* (2002) não observaram diferença significativa entre os resultados de força de cisalhamento de amostras resfriadas e de amostras congeladas, o que está de acordo com os achados da presente pesquisa.

Dentre os lombos injetados, o tratamento IV foi o que apresentou o pior desempenho WBSF, com maiores picos de força (FIGURA 27).

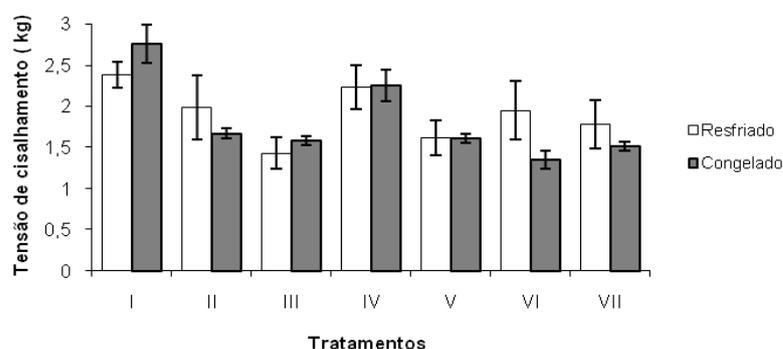


FIGURA 27 – DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE CISALHAMENTO (EM kg) DAS AMOSTRAS DE LOMBO SUÍNO*.

* Tratamentos: I = controle (não injetado); II = água e NaCl; III = água, NaCl e tripolifosfato de sódio (STTP); IV = água, NaCl e proteína isolada de soja (PIS); V = água, NaCl e concentrado proteico de soro de leite (CPSL); VI = água, NaCl, PIS e STTP; VII = água, NaCl; CPSL e STTP.

Assim como observado para as amostras de lombo resfriado, o STTP não teve efeito sinérgico significativo com o CPSL, indicando que ambos os ingredientes foram eficazes em reduzir a força de cisalhamento, mesmo quando usados isoladamente. No entanto, quando combinado com a PIS (tratamento VI), a redução da força de cisalhamento se deu de forma significativa ($p < 0,05$), sendo a menor observada entre todos os tratamentos (-51,09%). Entre os demais tratamentos, não houve diferença significativa ($p > 0,05$).

Os valores observados para as amostras congeladas chegaram a ser menores do que para as amostras resfriadas nos tratamentos II, V e VII. Fato

semelhante foi observado por Xia *et al.* (2009), que reportaram o decréscimo da força de cisalhamento em amostras de lombo após o terceiro e o quinto ciclos de congelamento e descongelamento, sugerindo perda da integridade das fibras musculares que refletiram no enfraquecimento do músculo. Tal fato, associado à eficácia dos ingredientes utilizados no presente experimento – sobretudo o STTP e o CPSL – parece justificar os baixos valores WBSF encontrados.

4.3 ESTUDO COM CONSUMIDORES

Na figura 28, está a distribuição por faixa etária, escolaridade e renda mensal dos 450 consumidores (217 homens e 233 mulheres) que responderam às entrevistas realizadas em supermercados das cidades de Florianópolis, Goiânia e Rio de Janeiro.

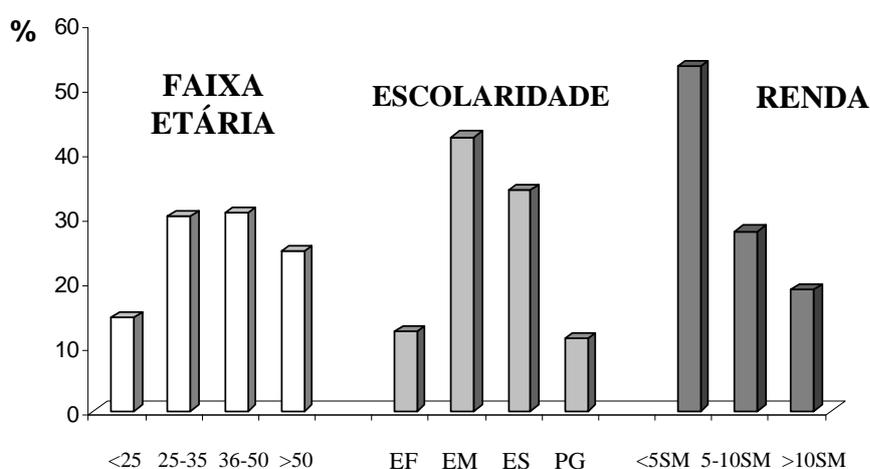


FIGURA 28 – DISTRIBUIÇÃO (EM %) POR FAIXA ETÁRIA, ESCOLARIDADE E RENDA MENSAL DOS 450 CONSUMIDORES DE CARNE SUÍNA ENTREVISTADOS*.

*Faixa etária em anos. EF = ensino fundamental; EM = ensino médio; ES= ensino superior; PG = pós-graduação. SM = salários mínimos.

Observa-se que enquanto 45% dos entrevistados possuem nível superior, mais da metade (52,45%) possui renda inferior a cinco salários mínimos. Do total de entrevistados, apenas 14,44% possuem menos de 25 anos.

Nas três capitais estudadas, houve variação significativa entre os entrevistados quanto à espécie de preferência para consumo de carne ($\chi^2 = 14,8961$; $\alpha = 0,05$). A carne bovina é a preferida para o consumo dos entrevistados. Apenas no Rio de Janeiro a carne suína surge em segundo lugar de preferência, sendo que em Florianópolis e Goiânia, a preferência dos entrevistados pela carne suína em relação às outras espécies chega a ser menor que a de pescado e de aves, respectivamente (FIGURA 29). Esses dados são concordantes com os da literatura, segundo os quais, no Brasil, a carne suína é menos consumida que a carne bovina e de aves (FONSECA; SALAY, 2008). Alguns autores relatam que o consumo de carnes suína e bovina tem decaído em grandes centros urbanos, em parte porque as mesmas têm sido associadas a riscos para a saúde, cedendo espaço para a carne de aves (LEVY-COSTA *et al.*, 2005; FONSECA; SALAY, 2008).

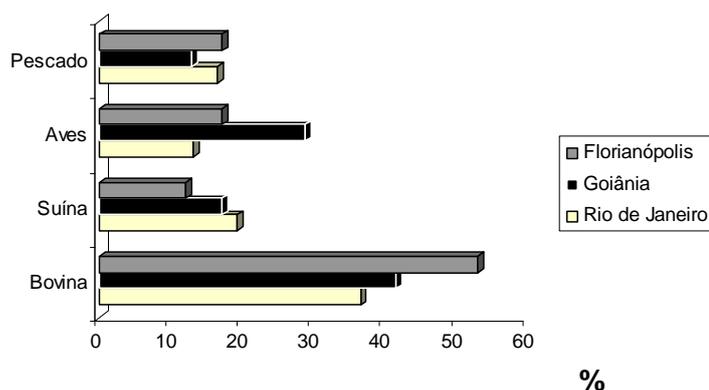


FIGURA 29 – DISTRIBUIÇÃO (EM %) DA ESPÉCIE DE PREFERÊNCIA DE CONSUMO DE CARNES DE ACORDO COM A CIDADE DOS ENTREVISTADOS.

A preferência de corte de carne suína variou entre as três cidades. O lombo é o corte preferido em Goiânia e Rio de Janeiro, sendo escolhido por 36,97% e por 38,67% dos entrevistados, respectivamente. Em Florianópolis, a costela suína foi o corte identificado como preferido entre os entrevistados (FIGURA 30).

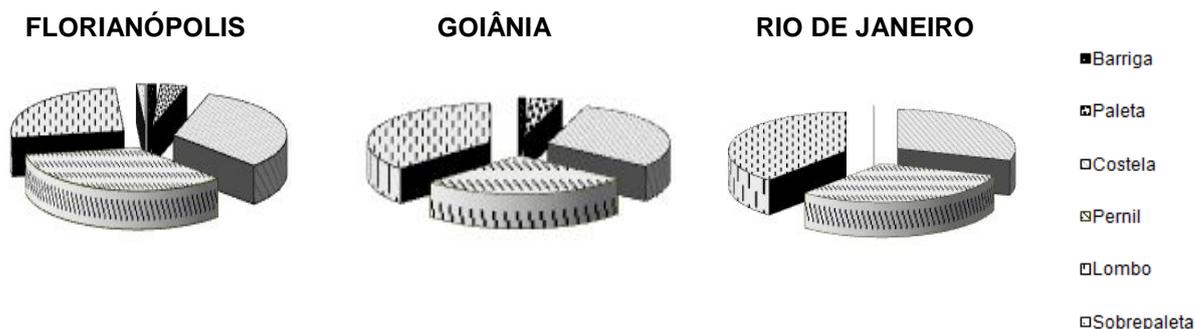


FIGURA 30 – DISTRIBUIÇÃO DA PREFERÊNCIA DE CORTES DE CARNE SUÍNA ENTRE OS ENTREVISTADOS, POR CIDADE DE REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA.

Nas três capitais, a maioria dos entrevistados (42,89%) declarou consumir carne suína no mínimo uma vez por semana. Estudo realizado em Campinas, pelo qual foram entrevistados 242 consumidores de carne suína, revelou que 25,6% declararam consumi-la uma vez por semana, enquanto apenas 1,7% dos entrevistados tinham o hábito de fazê-lo por quatro ou mais vezes por semana (FONSECA; SALAY, 2008). Na presente pesquisa, 5,11% dos entrevistados declararam possuir o hábito de consumir carne suína diariamente, sendo que em Goiânia os mesmos consomem esse produto com frequência significativamente mais alta que nos demais locais onde foi realizada a pesquisa ($\chi^2 = 37,3712$; $\alpha = 0,05$) (TABELA 28).

TABELA 28 – FREQUÊNCIA DE CONSUMO DE CARNE SUÍNA EM FLORIANÓPOLIS, GOIÂNIA E RIO DE JANEIRO.

Consumo:	Diário		Semanal		Quinzenal		Mensal		Inferior a mensal	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Cidade										
Florianópolis	1	0,67	60	40,0	36	24,0	38	25,33	15	10,0
Goiânia	18	12,0	68	45,60	34	22,67	17	11,33	13	8,67
Rio de Janeiro	4	2,67	65	45,33	32	21,33	27	18,0	22	14,67
Total	23	5,11	193	42,89	102	22,67	82	18,22	50	11,11

Consumidores costumam considerar o sabor como o mais importante atributo sensorial da carne suína (BRYHNI *et al.*, 2002). De fato, na presente pesquisa 70% dos entrevistados declararam considerar o sabor como o principal atributo de

qualidade da carne suína, ao passo que apenas 14,89% e 15,11% dos entrevistados elegeram os atributos suculência e maciez, respectivamente (TABELA 29).

TABELA 29 – DISTRIBUIÇÃO POR CIDADE DA PREFERÊNCIA DE FORMA DE AQUISIÇÃO DA CARNE SUÍNA E DA PRINCIPAL CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PARA OS ENTREVISTADOS.

	Florianópolis		Goiânia		Rio de Janeiro		Total	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Aquisição								
<i>In natura</i>	108	72	123	82	91	60,67	322	71,55
Produtos industrializados	42	28	27	18	59	39,33	128	28,45
Característica de qualidade								
Suculência	27	18	15	10	25	16,67	67	14,89
Maciez	26	17,33	20	13,33	22	14,67	68	15,11
Sabor	97	64,67	115	76,67	103	68,66	315	70,0

Não houve diferença significativa entre o atributo escolhido e a cidade de realização da entrevista ($\chi^2 = 4,525$; $\alpha = 0,05$).

A carne suína é preferencialmente adquirida na forma *in natura* pela maioria dos entrevistados (71,55%), enquanto 28,45% preferem adquiri-la na forma de produtos industrializados. Houve diferença significativa quanto à forma preferida de aquisição de carne suína entre os entrevistados das três cidades ($\chi^2 = 16,792$; $\alpha = 0,05$), sendo que no Rio de Janeiro a preferência por produtos industrializados de carne suína parece ser maior que em Florianópolis e Goiânia. Já em Goiânia, a maioria dos entrevistados prefere adquirir a carne suína na forma *in natura*.

Do total de entrevistados ($n = 450$), 7,11% declararam possuir alergia a algum tipo de alimento. Pescados foram os alimentos mais citados como alergênicos, indicados por 37,35% dos participantes. Foram também computados ingredientes alimentares citados por dois entrevistados, que declararam possuir alergia ao corante amarelo tartrazina, utilizado na industrialização de alimentos e bebidas. Nenhum dos participantes da pesquisa declarou ser alérgico à soja (TABELA 30).

TABELA 30 – QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS QUE DECLARARAM POSSUIR ALERGIA A ALGUM TIPO DE ALIMENTO OU INGREDIENTE ALIMENTAR.

Alimento/ingrediente	Indivíduos alérgicos
<i>Leite/intolerância à lactose</i>	7
<i>Camarão</i>	6
<i>Peixes</i>	5
<i>Glúten</i>	3
<i>Chocolate</i>	2
<i>Ovos</i>	2
<i>Frutas</i>	2
<i>Carne/produtos cárneos</i>	2
<i>Corantes</i>	2
<i>Gorduras</i>	1
Total	32

Na figura 31, estão representados os resultados da intenção de compra por tipo de produto baseada nos dois protótipos de rótulos apresentado nas três cidades agrupadas: lombo + PIS + STTP (rótulo 1) e lombo + CPSL + STTP (rótulo 2). Não houve diferença significativa entre as respostas dadas para os rótulos 1 e 2 ($\chi^2 = 1,1899$, $\alpha = 0,05$).

Para os dois rótulos apresentados, a intenção de compra de 55,78% dos entrevistados foi de “decididamente eu compraria” ou “provavelmente eu compraria”, variando de 46,67% (Goiânia) a 63,33% (Rio de Janeiro). O fato de no Rio de Janeiro ter havido melhor aceitação parece estar relacionado a uma atitude mais positiva dos consumidores com relação ao consumo de carne suína, os quais parecem ser mais receptivos aos produtos industrializados.

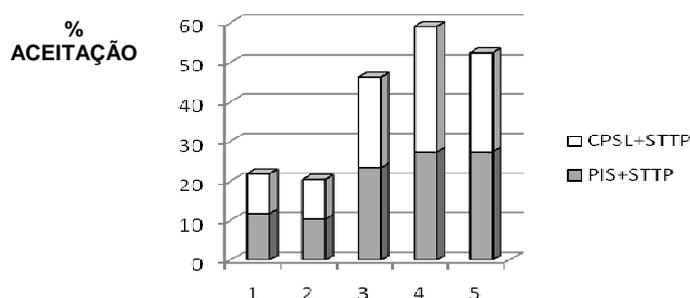


FIGURA 31 – ACEITAÇÃO PERCENTUAL DE LOMBO SUÍNO ADICIONADO DE PROTEÍNAS NÃO CÁRNEAS E TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO EM FLORIANÓPOLIS, GOIÂNIA E RIO DE JANEIRO*.

*1 = Decididamente não compraria; 2 = Provavelmente não compraria; 3 = Talvez sim/talvez não; 4 = Provavelmente compraria; 5 = Decididamente compraria.

Do total de entrevistados (n = 450), a quantidade de respostas “decididamente não compraria” foi de 11,67% e 10,13% para os rótulos 1 e 2, respectivamente. Algumas das justificativas apresentadas pelos entrevistados para a negativa de aquisição do produto estão listadas na tabela 31, considerando os que responderam “decididamente não compraria” ou “provavelmente não compraria”.

Para o rótulo 1, o percentual de indivíduos que decidida ou provavelmente comprariam o produto apresentou menor variação entre as cidades estudadas, variando de 21% a 36%. Para o rótulo 2, observa-se maior variação quanto a essas respostas. Em Florianópolis, apenas 6,49% dos entrevistados respondeu que “decididamente comprariam” o produto, contra os 28% que deram a mesma resposta na cidade de Goiânia.

TABELA 31 – JUSTIFICATIVAS DOS ENTREVISTADOS PARA AS RESPOSTAS “PROVAVELMENTE NÃO COMPRARIA” E “DECIDIDAMENTE NÃO COMPRARIA” REFERENTES AOS RÓTULOS DE LOMBO SUÍNO COM INGREDIENTES NÃO CÁRNEOS.

Justificativa para rechaço	Florianópolis	Goiânia	Rio de Janeiro	Total
<i>Não compra carne congelada</i>	5	12	6	23
<i>Não compra carne embalada</i>	5	2	3	10
<i>Presença de proteína de soja</i>	6	7	3	16
<i>Presença de proteína láctea</i>	4	2	1	7
<i>Rejeita o sódio</i>	3	1	2	6
<i>Rótulo pouco atraente</i>	2	1	1	4
<i>Não sabem/não justificaram</i>	7	22	3	32
Total	32	47	19	98

As maiores quantidades de respostas “decididamente eu compraria” foram dadas em Goiânia e Florianópolis, partindo de 29,33% e 27,33%. Esse dado é contraditório, pois ao mesmo tempo em que a maior aceitação se deu em Goiânia, o mesmo ocorreu para a rejeição dos consumidores, com 20% de respostas “decididamente não compraria” (FIGURA 32). No entanto, não foi observada diferença significativa entre a aceitação dos rótulos 1 e 2 nas diferentes cidades estudadas ($\chi^2 = 1,98$; $\alpha = 0,05$).

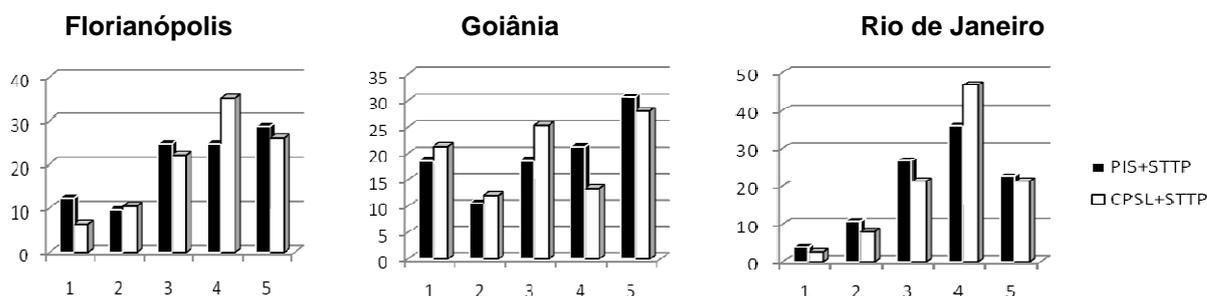


FIGURA 32 – DISTRIBUIÇÃO DE INTENÇÃO DE COMPRA DE LOMBO SUÍNO ADICIONADO DE PROTEÍNAS NÃO CÁRNEAS E TRIPOLIFOSFATO DE SÓDIO DE ACORDO COM A CIDADE DE REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA*.

*1 = Decididamente não compraria; 2 = Provavelmente não compraria; 3 = Talvez sim/talvez não; 4 = Provavelmente compraria; 5 = Decididamente compraria.

Houve variação da intenção de compra do produto de acordo com o sexo dos entrevistados, mas não foi considerada significativa ($\chi^2 = 0,4899$; $\alpha = 0,05$). Em Florianópolis, o rótulo 1 teve melhor aceitação entre os homens, enquanto nas outras cidades o mesmo teve melhor aceitação entre as mulheres. Já para o rótulo 2 houve variação de sua aceitação entre homens e mulheres entrevistados nas três cidades de realização da pesquisa.

Miller *et al.* (1995) avaliaram a percepção visual de consumidores de carne bovina nos EUA, submetendo rótulos para carne bovina injetada com cloreto de cálcio, em comparação ao rótulo de carne bovina *in natura*, à avaliação de 478 consumidores em supermercados norte-americanos. Os autores reportaram que a preferência pela carne injetada ultrapassou 70%, pois os consumidores constataram a melhoria de sua qualidade para consumo.

Na Escandinávia, estudo com consumidores revelou diferenças entre os países quanto à aceitação de lombo suíno injetado com adrenalina, maturada e

cozida, sendo que na Suécia, onde a carne suína é mais consumida, o produto teve melhor aceitação (BRYHNI *et al.*, 2003). Os autores chamam ainda a atenção para o fato de a carne suína ser mais consumida entre as pessoas mais velhas. De acordo com os resultados da presente pesquisa, também parece haver uma associação significativa ($\chi^2 = 12,2904$, $\alpha = 0,05$) entre a faixa etária e a aceitação de carne injetada. No entanto, ao contrário do que observaram os autores citados, a aceitação foi maior entre a faixa etária de 25 a 35 anos (28,6%), enquanto para a faixa etária acima de 50 anos, o índice de aceitação foi de 22,5%. Para as demais faixas, houve rejeição do produto.

Não houve variação significativa quanto à renda mensal dos entrevistados e o preço que os entrevistados estariam dispostos a pagar por kg do produto ($\chi^2 = 4,2545$; $\alpha = 0,05$). Para essa avaliação, foram desconsiderados os que responderam “decididamente não compraria”, pois os mesmos, na maioria das vezes, optaram por não responder a esse item. Dentre as respostas fornecidas, 57,2% sugeriram a faixa de preço entre R\$ 5 a R\$ 10 por kg do produto.

Alguns autores relataram que, nos Estados Unidos, mesmo sendo obrigatória por lei, a rotulagem de produtos injetados não é percebida pela maioria dos consumidores, provavelmente devido às informações serem impressas em fontes de tamanho muito pequeno (MURPHY-GUTEKUNST; URIBARRI, 2005). Segundo Verbeke (2009), estudo realizado com consumidores de carne nos países da União Europeia revelou que os principais aspectos observados na rotulagem são o rótulo de uma maneira geral, o tipo de carne e a data de validade. Essas constatações se fazem importantes, pois ao mesmo tempo em que os consumidores parecem aceitar bem a carne injetada, toda a informação necessária ao seu esclarecimento deve ser ostensivamente fornecida, de forma a não causar prejuízos a indivíduos alérgicos e nem causar confusão com a carne *in natura*, da qual deve ser plenamente diferenciada.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se inferir que:

- A injeção dos ingredientes não cárneos estudados promoveu alterações significativas na composição centesimal do lombo suíno. Essas alterações foram caracterizadas pelo aumento da umidade e cinzas e pelo decréscimo da proteína bruta. Todas as amostras mantiveram-se dentro dos parâmetros fixados pelo regulamento técnico vigente.
- As quantidades de fósforo total, fósforo adicionado e sódio aumentaram significativamente em função da adição de cloreto de sódio (NaCl) e tripolifosfato de sódio (STTP).
- A injeção de STTP levou ao aumento da capacidade de retenção de água dos tratamentos, promovendo menor exsudação (*purge loss*), menor perda por cocção e menor perda por descongelamento.
- O concentrado proteico de soro de leite (CPSL) foi mais eficiente que a proteína isolada de soja (PIS) em promover o aumento da capacidade de retenção de água.
- O fosfato e as proteínas não cárneas utilizadas promoveram a inibição da oxidação lipídica durante o período de estocagem avaliado. O CPSL foi o ingrediente mais eficaz, reduzindo a rancificação em até 85,92% em relação ao controle.
- A eletroforese de proteínas (SDS-PAGE) mostrou-se como ferramenta útil para controle da utilização de CPSL em produtos cárneos. No entanto, não foi capaz de detectar a presença de PIS nas amostras, devido à sobreposição das bandas do extensor com as bandas de proteínas intrínsecas da carne.

- A PIS foi quantificada pela separação de suas isoflavonas através de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), revelando a técnica como ferramenta rápida e fácil para controle do uso desse ingrediente em produtos cárneos.
- A adição dos ingredientes estudados não promoveu alterações significativas no perfil de aminoácidos dos produtos. No entanto, a adição de CPSL levou à redução significativa de fenilalanina e histidina em relação ao controle.
- A análise sensorial com julgadores treinados revelou que os tratamentos com STTP nem sempre foram percebidos como de melhor maciez, o que também ocorreu durante à avaliação da suculência.
- Os tratamentos em que as proteínas não cárneas (CPSL ou PIS) foram utilizadas sem associação ao STTP não foram sempre percebidos pelos julgadores como de melhor suculência que o controle.
- O STTP teve efeito sinérgico significativo com as proteínas não cárneas, aumentando a capacidade de retenção de água das amostras, que foram reconhecidas como de melhor maciez e suculência pelos julgadores em comparação ao controle.
- A associação de proteínas não cárneas ao STTP é uma alternativa eficaz em melhorar características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno, trazendo benefícios pela inibição da rancificação e pelo incremento da textura.
- A análise sensorial realizada com julgadores não treinados revelou que os lombos injetados foram sempre preferidos em relação ao controle, sendo reconhecidos como de melhor qualidade e bem aceitos pelos julgadores.

- A injeção de ingredientes não cárneos levou a menores picos de força de cisalhamento. O STTP e o CPSL foram os ingredientes que promoveram as maiores reduções em relação ao controle não injetado.
- A utilização de STTP não proporcionou efeito sinérgico significativo com as proteínas não cárneas à determinação da força de cisalhamento. No entanto, nas análises efetuadas nas amostras de lombo congelado, o STTP teve efeito sinérgico com a PIS, sem ter efeito sinérgico com CPSL nesses tratamentos.
- As variações observadas para a coloração $L^*a^*b^*$ ocorreram dentro do esperado para lombo suíno adicionado dos ingredientes estudados e durante o período de estocagem avaliado, não houve alterações que possam levar à rejeição do produto.
- Dentre os consumidores entrevistados, a maioria se mostrou disposta a adquirir lombo suíno injetado com 1,5% de PIS ou 1,5% de CPSL e 0,45% de STTP, revelando uma atitude positiva com relação a esse tipo de produto. No entanto, deve ser ressaltado que todas as informações necessárias ao esclarecimento do consumidor devem ser ostensivamente fornecidas, de forma a diferenciar a carne submetida à injeção de ingredientes da carne *in natura*.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliar a influência da injeção de outros ingredientes (carragena, maltodextrina) nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno.
- Estudar os efeitos da utilização de sais de potássio (tripolifosfato de potássio e cloreto de potássio) em substituição aos de sódio.
- Adaptar a outros produtos e validar a técnica de quantificação de soja em produtos cárneos pelos teores de isoflavonas, detectados por HPLC.
- Utilizar SDS-PAGE para pesquisa de fraudes em queijos e produtos lácteos.
- Estudar o tempo de prateleira de lombo suíno injetado.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-AZIZ, S.A.; ESMAIL, S.A.; HUSSEIN, L.; JANSSEN, F. Chemical composition and levels of non-meat proteins in meat brands extended with soy protein concentrate. **Food Chemistry**, v.60, n.3, p. 389-395, 1997.
- ABIPECS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Estatísticas**. Disponível em <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em 02/03/2009.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12806. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. Rio de Janeiro, 1993a. 8p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12995. **Teste triangular em análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. Rio de Janeiro, 1993b. 5p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13169. **Teste duo-trio em análise sensorial**. Rio de Janeiro, 1994a. 4p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13170. **Teste de ordenação em análise sensorial**. Rio de Janeiro, 1994b. 7p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13088. **Teste de comparação pareada em análise sensorial dos alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, 1994c. 7p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13526. **Teste de comparação múltipla em análise sensorial dos alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, 1995. 9p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14141. **Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, 1998. 3p.
- AGATER, I.B.; BRIANT, K.J.; LLEWELLYN, J.W.; SAWYER, R.; BAILEY, F.J.; HITCHCOCK, C.H.S. The determination of soya and meat protein in raw and processed meat products by specific peptide analysis. An evaluation. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.37, n.3, p.317-331, 1986.
- AGUIRRE, S.E. Ingredientes que aumentan la capacidad de retención de agua en productos cárnicos. **Carnetec**, v.6, n.4, p.32-37, 1999.
- ANEMA, S.G. The use of “lab-on-a-chip” microfluidic SDS-PAGE electrophoresis technology for the separation and quantification of milk proteins. **International Dairy Journal**, v.19, n.4, p.198-204, 2009.

ANTUNES, A.E.C.; MOTTA, E.M.P.; ANTUNES, A.J. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado proteico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23 (supl.), p.183-189, 2003.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18^a. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005. Cap. 39, p.1-24.

ARGENTINA. Lei 18.824, de 18/06/1969. **Código Alimentário Argentino**. Ministerio de Salud y Acción Social. Disponível em <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-3/normativa/normas_01.htm>. Acesso em 20/06/2009.

ARMSTRONG, D.J.; RICHERT, S.H.; RIEMANN, S. The determination of isolated soybean protein in raw and pasteurized meat products. **Journal of Food Technology**, v.17, n.3, p.327-337, 1982.

ASHOOR, S.H.; STILES, P.G. Determination of soy protein, whey protein, and casein in unheated meats by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography**, v.393, n.2, p.321-328, 1987.

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, n.9, p.827-830, 1976.

BAMPI, V. **Comentário avícola: consumo de frango**. Disponível em <<http://www.aviculturaindustrial.com.br>>. Acesso em 10/12/2009.

BARBOSA, A.C.L.; HASSIMOTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Teores de isoflavonas e capacidade antioxidante da soja e produtos derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.921-926, 2006.

BAUBLITS, R.T.; POHLMAN, F.W.; BROWN, A.H., Jr.; JOHNSON, Z.B. Effects of sodium chloride, phosphate type and concentration, and pump rate on beef *biceps femoris* quality and sensory characteristics. **Meat Science**, v.70, n.1, p.205-214, 2005.

BAUBLITS, R.T.; MEULLENET, J.-F.; SAWYER, J.T.; MEHAFFEY, J.M.; SAHA, A. Pump rate and cooked temperature effects on pork loins instrumental, sensory descriptive and consumer-rated characteristics. **Meat Science**, v.72, n.4, p.741-750, 2006.

BECKER, T. Defining meat quality. In: KERRY, J.; KERRY, J.; LEDWARD, D. (Eds.). **Meat processing: improving quality**. New York: CRC Press, 2002. 451p.

BELLOQUE, J.; GARCIA, M.C.; TORRE, M.; MARINA, M.L. Analysis of soyabean proteins in meat products: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, n.5, p.507-532, 2002.

BERKOWITZ, D.B.; WEBERT, D.W. Determination of soy in meat. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.70, n.1, p.85-90, 1987.

BJÖRKROTH, J. Microbiological ecology of marinated meat products. **Meat Science**, v.70, n.3, p.477-480, 2005.

BOHAYCHUK, V.M.; GREER, G.G. Bacteriology and storage-life of moisture-enhanced pork. **Journal of Food Protection**, v.66, n.2, p.293-299, 2003.

BORGES, P.F.Z.; SGARBIERI, V.C.; DIAS, N.F.G.P.; JACOBUCCI, H.B.; PACHECO, M.T.B.; BALDINI, V.L.S. Produção piloto de concentrados de proteínas de leite bovino: composição e valor nutritivo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.4, n.52, p.1-8, 2001.

BRASHEAR, G.; BREWER, M.S.; MEISINGER, D.; MCKEITH, F.K. Effect of raw material pH, pump level and pump composition on quality characteristics of pork. **Journal of Muscle Foods**, v.13, n.3, p.189-204, 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Portaria n°. 304, de 23/04/1996. Estabelecimentos de abate de bovinos, bubalinos e suínos, somente poderão entregar carnes e miúdos, para comercialização, com temperatura de até 7 (sete) graus centígrados. **Diário Oficial da União**, seção I, p.6856, 1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n°. 20, de 21/07/1999. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes, sal e salmoura. **Diário Oficial da União**, seção I, p.10, 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n°. 21, de 31/07/2000 (anexo III). Regulamento técnico de identidade e qualidade de lombo. **Diário Oficial da União**, seção I, p.12, 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n°. 62, de 26/08/2003. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, seção I, p.14, 2003a.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n°. 89, de 17/12/2003. Regulamento técnico de identidade e qualidade de aves temperadas. **Diário Oficial da União**, seção I, n.246, p.7, 2003b.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n°. 51, de 29/12/2006. Regulamento técnico de atribuição de aditivos e seus limites para a categoria 8 – carnes e produtos cárneos. **Diário Oficial da União**, seção I, p.14, 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº. 8, de 12/03/2009. Método oficial para determinação dos parâmetros para avaliação do teor total de água contida em cortes e aves. **Diário Oficial da União**, seção I, p.2, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº. 540, de 27/10/1997. Regulamento técnico: aditivos alimentares – definições, classificação e emprego. **Diário Oficial da União**, seção I, 1997.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Resolução RDC nº. 12, de 02/01/2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, seção I, 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Resolução RDC nº. 268, de 22/09/2005. Regulamento técnico para produtos protéicos de origem vegetal. **Diário Oficial da União**, seção I, 2005.

BREWER, M.S.; NOVAKOFSKI, J.; FREISE, K. Instrumental evaluation of pH effects on ability of pork chops to bloom. **Meat Science**, v.72, n.4, p.596-2002, 2006.

BRYHNI, E.A.; BYRNE, D.V.; RODBOTTEN, M.; CLAUDI-MAGNUSSEN, C.; AGERHEM, H.; JOHANSSON, M.; LEA, P.; MARTENS, M. Consumer perceptions of pork in Denmark, Norway and Sweden. **Food Quality and Preference**, v.13, n.5, p.257-266, 2002.

BRYHNI, E.A.; BYRNE, D.V.; RODBOTTEN, M.; MOLLER, S.; CLAUDI-MAGNUSSEN, C.; KARLSSON, A.; AGERHEM, H.; JOHANSSON, M.; MARTENS, M. Consumer and sensory investigations in relation to physical/chemical aspects of cooked pork in Scandinavia. **Meat Science**, v.65, n.2, p.737-748, 2003.

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, n.9, 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, n.4, p.471-474, 2000.

CASTRO, F.; MARINA, M.L.; RODRIGUEZ, J.; GARCIA, M.C. Easy determination of the addition of soybean proteins to heat-processed meat products prepared with turkey meat or pork-turkey meat blends that could also contain milk proteins. **Food Additives and Contaminants**, v.22, n.12, p.1209-1218, 2005.

CASTRO, F.; GARCIA, M.C.; RODRIGUEZ, R.; RODRIGUEZ, J.; MARINA, M.L. Determination of soybean proteins in commercial heat-processed meat products prepared with chicken, beef or complex mixtures of meats from different species. **Food Chemistry**, v.100, n.2, p.468-476, 2007.

CASTRO-RUBIO, F.; GARCIA, M.C.; RODRIGUEZ, R.; MARINA, M.L. Simple and inexpensive method for the reliable determination of soybean proteins in heat-processed meat products: an alternative to the AOAC official method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.2, p.220-226, 2005.

CESAR, I.C.; BRAGA, F.C.; VIANNA-SOARES, C.D.; NUNAN, A.; BARBOSA, T.A.F.; MOREIRA-CAMPOS, L.M. Determinação de daidzeína, genisteína e gliciteína em cápsulas de isoflavonas por cromatografia em camada delgada (CCD) e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.4, p.616-625, 2007.

CIE (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE). Recommendations on uniform color spaces—color difference equations, psychometric color terms. **CIE**, Supp. n.º.2, CIE n.º. 15 (E-1.3.1), 1971 (TC-1-3), Paris, 1978.

COHEN, S.A.; STRYDOM, D.J. Compositional protein analysis using 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate, a novel derivatization reagent. **Techniques in protein chemistry IV**. San Diego: Academic Press, 1993.

COSTA, D.P.S.; LEMOS, A.L.S.C.; HARADA, M.M.; CIPOLLI, K.M.V.B.; FIORI, J. Quality traits of processed roast beef as affected by various polyphosphate injection brines. **Anais... 49th International Congress of Meat Science and Technology**, p.264-265, 2003.

DAGUER, H.; BERSOT, L.S.; BARCELLOS, V.C. Absence of *Trichinella* infection in adult pigs slaughtered in Palmas, State of Paraná (Brazil), detected by modified artificial digestion assay. **Journal of Food Protection**, v.69, n.3, p.686-688, 2006.

DAGUER, H.; BERSOT, L.S.; PICININ, L.C.A. Composição, características físico-químicas e comerciais de ingredientes utilizados na extensão carne. XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Anais...** Belo Horizonte, 2008 (disponível em CD-ROM).

DELLA LUCIA, S.M.; MINIM, V.P.R. Grupo de foco. In: MINIM, V.P.R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006. Cap. 1, p.13-49.

DELLA LUCIA, S.M.; MINIM, V.P.R.; CARNEIRO, J.D.S. Análise sensorial de alimentos. In: MINIM, V.P.R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006. Cap. 4, p.85-109.

DELLA TORRE, J.C.M. **Proteínas de soja e colágeno**: validação das metodologias de quantificação e avaliação tecnológica do uso em produtos cárneos. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. 277p. 2004.

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

DUŠEK, M.; KVASNICKA, F.; LUKASKOVA, L.; KRATKA, J. Isotachophoretic determination of added phosphate in meat products. **Meat Science**, v.65, n.2, p.765-769, 2003.

ELLIS, R.L. Chemical analysis of meat products. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.70, n.1, p.77-80, 1987.

ESTADOS UNIDOS. Food Safety and Inspection Service. Department of Agriculture. **Code of Federal Regulations**, Title 9: Animals and animal products, Part 424: Preparation and processing operations, Subpart C: Food ingredients and sources of radiation, p.634-637, 2001.

FARMER, L.J. Meat Flavour. In: LEDWARD, D.A.; JOHNSON, D.E.; KNIGHT, M.K. (Ed.). **The chemistry of muscle based foods**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1992. p. 175-182.

FENG, J.; XIONG, Y.L. Interaction and functionality of mixed myofibrillar and enzyme hydrolyzed soy proteins. **Journal of Food Science**, v.68, n.3, p.803-809, 2003.

FONSECA, M.C.P.; SALAY, E. Beef, chicken and pork consumption and consumer safety and nutritional concerns in the City of Campinas, Brazil. **Food Control**, v.19, n.11, p. 1051-1058, 2008.

FRAZÃO, A.S.; STEPHAN, M.P.; FURTADO, A.A.L. Utilização de eletroforese (SDS-PAGE) para estudo de proteínas de tecido muscular de lula "in natura" e processada. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.23, n.2, p.311-328, 2005.

FREIRE, R.B. **Imunologia dos animais domésticos: diagnóstico e controle**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 1988. 141p.

FREITAS, M.Q. **Análise sensorial de alimentos**. Niterói: Universidade Federal Fluminense, Centro de Ciências Médicas. Faculdade de Veterinária. Departamento de Tecnologia dos Alimentos, 2007. 90f.

FRENTZ, J.C. **L'Encyclopédie de la charcuterie**: dictionnaire encyclopédique de la charcuterie. 2^a. edição. Paris: Soussana, 1982. 790p.

GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Determinação de isoflavonas em derivados de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p.86-93, 2001.

GENOVESE, M.I.; PINTO, M.S.; BARBOSA, A.C.L.; LAJOLO, F.M. Avaliação do teor de isoflavonas de "suplementos nutricionais à base de soja". **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.39, n.2, p.159-167, 2003.

GIL, M.; GUERRERO, L.; SÁRRAGA, C. The effect of meat quality, salt and ageing time on biochemical parameters of dry-cured *Longissimus dorsi* muscle. **Meat Science**, v.51, n.4, p.329-337, 1999.

GILL, C.O. Intrinsic bacteria in meat. **Journal of Applied Bacteriology**, v.47, n.3, p.367-378, 1979.

GÓES-FAVONI, S.P.; BELÉIA, A.D.P.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MANDARINO, J.M.G. Isoflavonas em produtos comerciais de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.582-586, 2004.

GONÇALVES, J.R. Marinação e *enhancement*. **Revista Nacional da Carne**, v.350, p.94-96, 2006.

GONZÁLEZ-CÓRDOVA, A.F.; CALDERÓN DE LA BARCA, A.M.; COTA, M.; VALLEJO-CÓRDOBA, B. Detección inmunoquímica de la adulteración de chorizo de cerdo com proteínas de soja. **Food Science and Technology International**, v.4, n.4, p.257-262, 1998.

GOODING, J.P.; HOLMER, S.F.; CARR, S.N.; RINCKER, P.J.; CARR, T.R.; BREWER, M.S.; MCKEITH, F.K.; KILLEFER, J. Characterization of striping in fresh, enhanced pork loins. **Meat Science**, v.81, n.2, p.364-371, 2009.

GRÜN, I.U.; ADHIKARI, K.; LI, C.; LI, Y.; LIN, B.; ZHANG, J.; FERNANDO, L.N. Changes in the profile of genistein, daidzein, and their conjugates during thermal processing of tofu. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.6, p. 2839-2843, 2001.

GUY, R.C.E.; WILLCOX, C.J. Analysis of soya proteins in commercial meat products by polyacrilamide gel electrophoresis of the proteins extracted in 8M-urea and 1% 2-mercaptoethanol. **Annales de la Nutrition et de l'Alimentation**, v.31, n.2, p.193-200, 1977.

HAYES, J.E.; DESMOND, E.M.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J.; MEHRA, R. The effect of whey protein-enriched fractions on the physical and sensory properties of frankfurters. **Meat Science**, v.71, n.2, p.238-243, 2005.

HAYES, J.E.; DESMOND, D.M.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J.; MEHRA, R. The effect of enhancement with salt, phosphate and milk proteins on the physical and sensory properties of pork loin. **Meat Science**, v.72, n.3, p.380-386, 2006.

HOFMANN, K. Identification and determination of meat and foreign proteins by means of dodecyl sulphate polyacrilamide gel electrophoresis. **Annales de la Nutrition et de l'Alimentation**, v.31, n.2, p.207-216, 1977.

HOLMER, S.F.; MCKEITH, R.O.; BOLER, D.D.; DILGER, A.C.; EGGERT, J.M.; PETRY, D.B.; MCKEITH, F.K.; JONES, K.L.; KILLEFER, J. The effect of pH on shelf-life of pork during aging and simulated retail display. **Meat Science**, v.82, n.1, p.86-93, 2009.

HOMAYOUNFAR, H. Identification électrophorétique des protéines étrangères et en particulier des protéines de soja dans les produits alimentaires carnés frais ou en conserve. **Annales de la Nutrition et de l'Alimentation**, v.31, n.2, p.187-192, 1977.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n.4, p.447-457, 1998.

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

HUFF-LONERGAN, E.; BAAS, T.J.; MALEK, M.; DEKKERS, J.C.; PRUSA, K.; ROTHSCHILD, M.F. Correlations among selected pork quality traits. **Journal of Animal Science**, v.80, n.3, p.617-627, 2002.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª. edição. Brasília: IAL, 2005. 1000p.

INTARAPICHET, K.O.; MAIKHUNTHOD, B.; THUNGMANEE, N. Physicochemical characteristics of pork fed palm oil and conjugated linoleic acid supplements. **Meat Science**, v.80, n.3, p.788-794, 2008.

JANSSEN, F.W.; VOORTMAN, G.; DE BAAIJ, J.A. Detection of wheat gluten, whey protein, casein, ovalbumin, and soy protein in heated meat products by electrophoresis, blotting, and immunoperoxidase staining. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.35, n.4, p.563-567, 1987.

JAYASINGH, P.; CORNFORTH, D.P. Comparison of antioxidant effects of milk mineral, butylated hydroxytoluene and sodium tripolyphosphate in raw and cooked ground pork. **Meat Science**, v.66, n.1, p.83-89, 2004.

LAEMMLI, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head bacteriophage T4. **Nature**, v.227, p.680-685, 1970.

LARREA, V.; HERNANDO, I.; QUILES, A.; LLUCH, M.A.; PÉREZ-MUNUERA, I. Changes in proteins during Teruel dry-cured ham processing. **Meat Science**, v.74, n.3, p.586-593, 2006.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.

LEE, Y.B.; RICKANSRUD, D.A.; HACBERG, E.C.; FORSYTHE, R.H. Detection of various nonmeat extenders in meat products. **Journal of Food Science**, v.41, n.3, p.589-593, 1976.

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, n.3, p.273-283, 1998.

LEITNER, A.; CASTRO-RUBIO, F.; MARINA, M.L.; LINDNER, W. Identification of marker proteins for the adulteration of meat products with soybean proteins by multidimensional liquid chromatography – tandem mass spectrometry. **Journal of Proteome Research**, v.5, n.9, p.2424-2430, 2006.

LEMOS, A.L.S.C. Estudos de marinação/enhancement no CTC do Itai. **Revista Nacional da Carne**, v.350, p.98-100, 2006.

LEVY-COSTA, R.B.; SICHIERI, R.; PONTES, N.S.; MONTEIRO, C.A. Disponibilidade domiciliar de alimento no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista de Saúde Pública**, v.39, n.4, p.530-540, 2005.

LINDAHL, G.; KARLSSON, A.H.; LUNDSTRÖM, K.; ANDERSEN, H.J. Significance of storage time on degree of blooming and colour stability of pork loin from different crossbreeds. **Meat Science**, v.72, n.4, p. 603-612, 2006.

LIU, J.; CHANG, S.K.C.; WIESENBORN, D. Antioxidant properties of soybean isoflavone extract and tofu in vitro and in vivo. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.6, p.2333-2340, 2005.

LÓPEZ-TAPIA, J.; GARCÍA-RISCO, M.R.; MANSO, M.A.; LÓPEZ-FANDIÑO, R. Detection of the presence of soya proteins in milk powder by sodium dodecyl sulfate capillary electrophoresis. **Journal of Chromatography A**, v.836, n.1, p.153-160, 1999.

LUI, M.C.Y.; AGUIAR, C.L.; ALENCAR, S.M.; SCAMPARINI, A.R.; PARK, Y.K. Isoflavonas em isolados e concentrados protéicos de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23 (supl.), p.206-212, 2003.

LUND, M.N.; HVIID, M.S.; CLAUDI-MAGNUSSEN, C.; SKIBSTE, L.H. Effects of dietary soybean oil on lipid and protein oxidation in pork patties during chill storage. **Meat Science**, v.79, n.4, p.727-733, 2007.

LUVIELMO, M.M.; ANTUNES, A.J. Substituição de proteínas da carne por proteínas do concentrado protéico de soro e adição de CaCl₂ em sistema cárneo. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.24, n.1, p.25-46, 2006.

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, n.2, p.345-349, 2005.

MANHANI, M.R.; CAVA, G.C.; POLLONIO, M.A.R. Avaliação da atividade antimicrobiana de extrato de alecrim, diacetato e lactato de sódio sobre *Listeria innocua* em lagarto bovino (*m. semitendinosus*) injetado e assado. **Higiene Alimentar**, v.21, p.90-91, 2007.

MARCHIORI, A.F.; FELICIO, P.E. Quality of wild boar meat and commercial pork. **Scientia Agricola**, v.60, n.1, p.1-5, 2003.

MARTIN, D.; ANTEQUERA, T.; MURIEL, E.; ANDRES, A.I.; RUIZ, J. Oxidative changes of fresh loin from pig, caused by dietary conjugated linoleic acid and monounsaturated fatty acids, during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v.111, n.3, p.730-737, 2008.

MCCARTHY, T.L.; KERRY, J.P.; KERRY, J.F.; LYNCH, P.B.; BUCKLEY, D.J. Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. **Meat Science**, v.57, n.1, p.45-52, 2001.

MCINTOSH, G.H.; ROYLE, P.J.; LE LEU, R.K.; REGESTER, G.O.; JOHNSON, M.A.; GRINSTED, R.L.; KENWARD, R.S.; SMITHERS, G.W. Whey proteins as functional food ingredients? **International Dairy Journal**, v.8, n.5/6, p.425-434, 1998.

MELLENTHIN, O.; GALENSA, R. Analysis of polyphenols using capillary zone electrophoresis and HPLC: detection of soy, lupin, and pea protein in meat products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.2, p.594-602, 1999.

MILLER, M.F.; HUFFMAN, K.L.; GILBERT, S.Y.; HAMMAN, L.L.; RAMSEY, C.B. Retail consumer acceptance of beef tenderized with calcium chloride. **Journal of Animal Science**, v.73, n.8, p.2308-2314, 1995.

MILLER, R. **Functionality of non-meat ingredients used in enhanced pork**. Des Moines: National Pork Board, 1998a. 12f. Disponível em <<http://www.meatscience.org/Pubs/factsheets/functionalitynonmeat.pdf>>. Acesso em 18/04/2009.

MILLER, R. **Sensory evaluation of pork**. Des Moines: National Pork Board, 1998b. 14f. Disponível em <<http://www.meatscience.org/Pubs/factsheets/q-sensoryeval.pdf>>. Acesso em 01/11/2009.

MODESTA, R.C.D. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1994. t.1.78f.

MORRISSEY, P.A.; OLBRANTZ, K.; GREASER, M.L. A simple, sensitive enzymatic method for quantitation of soya proteins in soya-meat blends. **Meat Science**, v.7, n.2, p.109-116, 1982.

MURPHY-GUTEKUNST, L.; URIBARRI, J. Hidden phosphorus-enhanced meats: part 3. **Journal of Renal Nutrition**, v.15, n.4, pp.E1-E4, 2005.

OFFER, G.; TRINICK, L. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. **Meat Science**, v.8, n.4, p.245-281, 1983.

OLIVERA CARRIÓN, M.; VALENCIA, M.E. Detección y cuantificación de soja em productos cárnicos por electroforesis. I. Estudio em sistema modelo. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.30, n.4, p.509-517, 1990a.

OLIVERA CARRIÓN, M.; VALENCIA, M.E. Detección y cuantificación de soja em productos cárnicos por electroforesis. II. Identificación e interferencias de otras proteínas diferentes de soja. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.30, n.4, p.518-528, 1990b.

OLIVEIRA, C.M.; SILVA, O.F.; SILVA, M.C.; REGIS, S.A.; CABRAL, L.M.C.; CENCI, S.A. Utilização do soro de leite bovino como revestimento protetor em morangos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.26, n.2, p.187-196, 2008.

OLIVO, R. Tecnologia da Extensão Cárnea. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. p.175-184.

OSAWA, C.C.; FELICIO, P.E.; GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v.28, n.4, p.655-663, 2005.

PEDERSEN, H.E. Application of soya protein concentrates in processed meat products. **Fleischwirtschaft**, v.75, n.6, p.798-802, 1995.

PEÑA-RAMOS, E.A.; XIONG, Y.L. Whey and soy protein hydrolysates inhibit lipid oxidation in cooked pork patties. **Meat Science**, v.64, n.3, p.259-263, 2003.

PIHLANTO, A. Antioxidative peptides derived from milk proteins. **International Dairy Journal**, v.16, n.11, p.1306-1314, 2006.

PIRES, I.S.C.; ROSADO, G.P.; AZEREDO, R.M.C.; NEVES, M.B.; MIRANDA, L.S. Composição centesimal, perdas de peso e maciez de lombo (*longissimus dorsi*) suíno submetido a diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento. **Revista de Nutrição**, v.15, n.2, p.163-172, 2002.

PORZIO, M.A.; PEARSON, A.M. Improved resolution of myofibrillar proteins with sodium dodecyl sulfate-polyacrilamide gel electrophoresis. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.490, n.1, p.27-34, 1977.

PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H.J. **Tecnología e Higiene de la Carne**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. 854p.

PRESTAT, C.; JENSEN, J.; MCKEITH, F.K.; BREWER, M.S. Cooking method and endpoint temperature effects on sensory and color characteristics of pumped pork loin chops. **Meat Science**, v.60, n.4, p.395-400, 2002.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes**: fundamentos e metodologias. Viçosa: Editora UFV, 2007. 599p.

RASBAND, W. **ImageJ**: Image processing and analysis in Java (*software*). Versão 1.42j. Bethesda, Maryland: National Institute of Mental Health. Disponível em: <<http://rsbweb.nih.gov/ij>>. Acesso em 05/03/2009.

REIS, R.C.; MINIM, V.P.R. Testes de aceitação. In: MINIM, V.P.R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006. Cap.3, p.67-83.

RIBLETT, A.L.; HERALD, T.J.; SCHMIDT, K.A.; TILLEY, K.A. Characterization of β -conglycinin and glycinin soy protein fractions from four selected soybean genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.10, p.4983-4989, 2001.

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, n.11, p.1763-1768, 1994.

ROÇA, R.O. **Desenvolvimento de método para avaliação da absorção de água em carcaças e cortes de frangos**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2006. 10f. Disponível em <<http://dgta.fca.unesp.br/carnes>>. Acesso em 19/04/2009.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, v.70, n.3, p.531-541, 2005.

RYWOTYCKI, R. The effect of selected functional additives and heat treatment on nitrosamine content in pasteurized pork ham. **Meat Science**, v.60, n.4, p.335-339, 2002.

SAMMEL, L.M.; CLAUS, J.R.; GREASER, M.R.; LUCEY, J.A. Identifying constituents of whey protein concentrate that reduce the pink color defect in cooked ground turkey. **Meat Science**, v.77, n.4, p.529-539, 2007.

SCANGA, J.A.; DELMORE, R.J., Jr.; AMES, R.P.; BELK, K.E.; TATUM, J.D.; SMITH, G.C. Palatability of beef steaks marinated with solutions of calcium chloride, phosphate, and (or) beef-flavoring. **Meat Science**, v.55, n.4, p.397-401, 2000.

SCHIRMER, B.C.; HEIR, E.; LANGSRUD, S. Characterization of the bacterial spoilage flora in marinated pork products. **Journal of Applied Microbiology**, v.106, n.6, p.2106-2116, 2009.

SCHLINDWEIN, M.M.; KASSOUF, A.L. Análise da influência de alguns fatores socioeconômicos e demográficos no consumo domiciliar de carnes no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.44, n.3, p.549-572, 2006.

SEIBEL, N.F.; BELÉIA, A.D.P. Carboidratos das fibras de cotilédones e proteínas de produtos derivados de soja (*Glycine max* (L.) Merril). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p.607-613, 2008.

SEKIGUCHI, Y.; MATSUNAGA, A.; YAMAMOTO, A.; INOUE, Y. Analysis of condensed phosphates in food products by ion chromatography with an on-line hydroxide eluent generator. **Journal of Chromatography A**, v.881, n.1-2, p.639-644, 2000.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades-degradações-modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

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, n.4, 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, n.2, p.305-311, 2004.

SILVA, F.A.S. **Assistat versão 7.5 beta** (software). Disponível em <<http://www.assistat.com>>. Acesso em 02/03/2008.

SILVA JUNIOR, J.G. **Cromatografia de proteínas**: guia teórico e prático. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 111p.

SILVA JUNIOR, J.G. **Eletroforese de proteínas**: guia teórico-prático. Rio de Janeiro: Interciência, 2001. 125p.

SINDELAR, J.J.; PROCHASKA, F.; BRITT, J.; SMITH, G.L.; MILLER, R.K.; TEMPLEMAN, R.; OSBURN, W.N. Strategies to eliminate atypical flavours and aromas in sow loins. I. Optimization of sodium tripolyphosphate, sodium bicarbonate, and injection level. **Meat Science**, v.65, n.4, p.1211-1222, 2003a.

SINDELAR, J.J.; PROCHASKA, F.; BRITT, J.; SMITH, G.L.; OSBURN, W.N. Strategies to eliminate atypical aromas and flavors in sow loins – part II: consumer acceptance of loins marinated with sodium tripolyphosphate and sodium bicarbonate. **Meat Science**, v.65, n.4, p.1223-1230, 2003b.

SISO, M.I.G. The biotechnological utilization of cheese whey: A review. **Bioresource Technology**, v.57, n.1, p.1-11, 1996.

SMITHERS, G.W. Whey and whey proteins – from 'gutter to gold'. **International Dairy Journal**, v.18, n.7, p.695-704, 2008.

SOUZA, A.R.M.; ARTHUR, V.; CANNIATI-BRAZACA, S.G. Efeito da radiação gama e do armazenamento na oxidação lipídica e no colesterol da carne de cordeiros da raça Santa Inês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.67-71, 2007.

SOUZA, E.M.T.; ARRUDA, S.F.; BRANDÃO, P.O.; SIQUEIRA, E.M.A. Electrophoretic analysis to detect and quantify additional whey in milk and dairy beverages. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.3, p.314-317, 2000.

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, n.6, 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, n.6, p.703-711, 1994b.

SOUZA, S.M.A.; SOBRAL, P.J.A.; MENEGALLI, F.C. Extração de proteínas miofibrilares de carne bovina para elaboração de filmes comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.619-626, 2004.

STEPHAN, M.P. Estudos iniciais de utilização de eletroforese (SDS-PAGE) para avaliação de fraude em produtos comercializados como concentrado de soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.61, n.351, p.214-217, 2006.

STOVER, F.S. Capillary electrophoresis of oxo anions. **Journal of Chromatography A**, v.834, n.1-2, p.243-256, 1999.

SZERMAN, N.; GONZALEZ, C.B.; SANCHO, A.M.; GRIGIONI, G.; CARDUZA, F.; VAUDAGNA, S.R. Effect of whey protein concentrate and sodium chloride addition plus tumbling procedures on technological parameters, physical properties and visual appearance of *sous vide* cooked beef. **Meat Science**, v.76, n.3, p.463-473, 2007.

TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T.; DUGAN JR., L. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.37, n.1, p.44-48, 1960.

TASKI-AJDUKOVIC, K.; NIKOLIC, M.; VUJAKOVIC, M.; MILOSEVIC, M.; IGNJATOV, M.; PETROVIC, D. Detection of genetically modified organisms in processed meat products on the Serbian food market. **Meat Science**, v.81, n.1, p.230-232, 2009.

TERRA, N.N.; FRIES, L.L.M; MILANI, L.I.G.; RICHARDS, N.S.P.S.; REZER, A.P.S.; BACKES, A.M.; BEULCH, S.; SANTOS, B.A. Emprego de soro de leite líquido na elaboração de mortadela. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.885-890, 2009.

TORRES, E.A.F.S.; OKANI, E.T. Teste de TBA – Ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, v.243, n.5, p.68-76, 1997.

TORRES, E.A.F.S.; RIMOLI, C.D.; OLIVO, R.; HATANO, M.K.; SHIMOKOMAKI, M. Papel do sal iodado na oxidação lipídica em hambúrgueres bovino e suíno (misto) ou de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.1, p.49-52, 1998.

TORRES, E.A.F.S.; CAMPOS, N.C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M.L.; PHILIPPI, S.T.; RODRIGUES, R.S.M. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.145-150, 2000.

UDAETA, J.E.M.; TERRA, N.N. A proteína isolada de soja no presunto "cook-in". **Higiene Alimentar**, v.10, n.43, p.36-40, 1996.

VALLEJO-CORDOBA, B.; GONZÁLEZ-CÓRDOVA, A.F.; MAZORRA-MANZANO, M.A.; RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, R. Capillary electrophoresis for the analysis of meat authenticity. **Journal of Separation Science**, v.28, n.9-10, p.826-836, 2005.

VAN OECKEL, M.J.; WARNANTS, N.; BOUCQUÉ, C.V. Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. **Meat Science**, v.51, n.4, p.313-320, 1999.

VELAZCO, J. El proceso de inyección desde el punto de vista fisiológico. **Carnetec**, v.6, n.5, p.24-29, 1999.

VELOSO, A.C.A.; TEIXEIRA, N.; FERREIRA, I.M.P.L.V.O.; FERREIRA, M.A. Detecção de adulterações em produtos alimentares contendo leite e/ou proteínas lácteas. **Química Nova**, v.25, n.4, p.609-615, 2002.

VERBEKE, W. European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. Apresentação oral. In: **55th International Congress of Meat Science and Technology**. Copenhagen, 2009. Disponível em: <<http://www.icomst2009.dk>>.

VOTE, D.J.; PLATTER, W.J.; TATUM, J.D.; SCHMIDT, G.R.; BELK, K.E.; SMITH, G.C.; SPEER, N.C. Injection of beef strip loins with solutions containing sodium tripolyphosphate, sodium lactate, and sodium chloride to enhance palatability. **Journal of Animal Science**, v.78, n.4, p.952-957, 2000.

WRIGHT, L.I.; SCANGA, J.A.; BELK, K.E.; ENGLE, T.E.; TATUM, J.D.; PERSON, R.C.; MCKENNA, D.R.; GRIFFIN, D.B.; MCKEITH, F.K.; SAVELL, J.W.; SMITH, G.C. Benchmarking value in pork supply chain: Characterization of US pork in the retail marketplace. **Meat Science**, v.71, n.3, p.451-463, 2005.

XARGAYÓ, M.; FREIXANET, L.; LAGARES, J.; FERNANDEZ, E.; DE JAEGER-PONNET, P. Effects of pre-massaging in the manufacture of whole muscle cooked meat products. **Fleishwirtschaft International**, v.5, p.20-24, 1998.

XIA, X.; KONG, B.; LIU, Q.; LIU, J. Physicochemical change and protein oxidation in porcine longissimus dorsi as influenced by different freeze-thaw cycles. **Meat Science**, v.83, n.2, p.239-245, 2009.

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, n.7, p.1053-1059, 1999.

XIONG, Y.L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International**, v.38, n.3, p.281-287, 2005.

XIONG, Y.L.; GOWER, M.J.; LI, C.; ELMORE, C.A.; CROMWELL, G.L.; LINDEMANN, M.D. Effect of dietary ropamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. **Meat Science**, v.73, n.4, p.600-604, 2006.

XU, S.Q.; ZHOU, G.H.; PENG, Z.Q.; ZHAO, L.Y.; YAO, R. The influence of polyphosphate marination on Simmental beef shear value and ultrastructure. **Journal of Muscle Foods**, v.20, n.1, p.101-116, 2009.

ZARKADAS, C.G.; KARATZAS, C.N.; KHANIZADEH, S. Evaluating protein quality of model meat/soybean blends using amino acid compositional data. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, n.4, p.624-632, 1993.

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

ZHU, L.G.; BIDNER, B.; BREWER, M.S. Postmortem pH, muscle, and refrigerated storage effects on ability of vacuum-packaged pork to bloom. **Journal of Food Science**, v.66, n.8, p.1230-1235, 2001.

ZINOVIADOU, K.G.; KOUTSOUMANIS, K.P.; BILIADERIS, C.G. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. **Meat Science**, v.82, n.3, p.338-345, 2009.

ANEXO 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
 SETOR DE TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
 EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (DOUTORADO)
 PPGTA/UFPR

QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE SENSORIAL

Nome (opcional):

Sexo: M F

Idade:

Escolaridade: nível médio nível superior pós-graduação

Renda mensal: até 5 salários mínimos
 5 a 10 salários mínimos
 mais de 10 salários mínimos

Numere (de 1 a 4) as carnes abaixo, de acordo com sua preferência de consumo (sendo 1 a mais preferida, 4 a menos preferida):

BOVINA SUÍNA AVES PESCADO

Assinale a frequência que você consome carne suína:

- DIARIAMENTE
 UMA VEZ POR SEMANA
 UMA VEZ A CADA QUINZE DIAS
 UMA VEZ POR MÊS

Como você prefere adquirir carne suína para seu consumo (assinale abaixo)?

IN NATURA PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS

Você tem alergia a algum alimento?

Você consome produtos dietéticos/para fins especiais? Caso positivo, assinale abaixo o(s) produto(s) consumidos:

- DIET
 LIGHT
 COM BAIXO TEOR DE SÓDIO

Observações:

ANEXO 2**ANÁLISE SENSORIAL - TESTE DUO-TRIO**

Nome: _____ Data : ____ / ____ / ____

Produto: LOMBO SUÍNO

Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e circule o código da amostra que você julgar idêntica à de referência, marcada com a letra R. Enxágüe a boca após a degustação de cada amostra e espere trinta segundos.

435

876

Comentários:

ANEXO 3**ANÁLISE SENSORIAL – TESTE TRIANGULAR**

Nome: _____ Data : ____ / ____ / ____

Produto: LOMBO SUÍNO

Duas das três amostras apresentadas são idênticas. Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e circule o código da amostra que lhe pareça diferente. Enxágüe a boca após a degustação de cada amostra e espere trinta segundos.

Código da amostra: 216 447 307

Comentários:

ANEXO 4

ANÁLISE SENSORIAL – COMPARAÇÃO MÚLTIPLA

Nome:

Data:

Produto: LOMBO SUÍNO

Instruções:

Você está recebendo uma amostra padrão e duas codificadas. Por favor, avalie as amostras da esquerda para a direita e avalie, de acordo com a escala abaixo, o quanto cada amostra codificada difere do padrão (P).

1. Extremamente mais macia que P
2. Muito mais macia que P
3. Moderadamente mais macia que P
4. Ligeiramente mais macia que P
5. Não há diferença entre P e a amostra quanto à maciez
6. Ligeiramente menos macia que P
7. Moderadamente menos macia que P
8. Muito menos macia que P
9. Extremamente menos macia que P

Grau de diferença:

AMOSTRAS:		

Comentários:

ANEXO 5**ANÁLISE SENSORIAL - COMPARAÇÃO PAREADA**

Nome: _____ Data : ____ / ____ / ____

Produto: LOMBO SUÍNO

Por favor, prove o par de amostras da esquerda para direita e circule o código da amostra de sua preferência. Enxágüe a boca após a degustação de cada amostra e espere trinta segundos.

327

952

Comentários:

ANEXO 6**ANÁLISE SENSORIAL - MÉTODO DE ORDENAÇÃO**

Nome: _____ Data : ____ / ____ / ____

Produto: LOMBO SUÍNO

Você está recebendo três amostras codificadas. Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e ordene-as em ordem CRESCENTE em relação à MACIEZ. Enxágüe a boca após a degustação de cada amostra e espere trinta segundos.

Menos macia

Mais maciaComentários:
_____**ANÁLISE SENSORIAL - MÉTODO DE ORDENAÇÃO**

Nome: _____ Data : ____ / ____ / ____

Produto: LOMBO SUÍNO

Você está recebendo três amostras codificadas. Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e ordene-as em ordem CRESCENTE em relação à SUCULÊNCIA. Enxágüe a boca após a degustação de cada amostra e espere trinta segundos.

Menos suculenta

Mais suculentaComentários:

ANEXO 7

ANÁLISE SENSORIAL – TESTE DE ACEITAÇÃO	
Nome:	Data:
<p>INSTRUÇÕES: Por favor, prove cada uma das amostras e expresse a intensidade de MACIEZ de cada amostras utilizando a escala abaixo.</p>	
5. Nenhuma maciez 4. Ligeiramente macio 3. Moderadamente macio 2. Muito macio 1. Extremamente macio	
Código da amostra	Valor atribuído
<p>Observações:</p>	

ANÁLISE SENSORIAL – TESTE DE ACEITAÇÃO	
Nome:	Data:
<p>INSTRUÇÕES: Por favor, prove cada uma das amostras e expresse a intensidade de SUCULÊNCIA de cada amostras utilizando a escala abaixo.</p>	
5. Nenhuma suculência 4. Ligeiramente suculência 3. Moderadamente suculência 2. Muito suculência 1. Extremamente suculência	
Código da amostra	Valor atribuído
<p>Observações:</p>	

ANEXO 8

QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO PARA ANÁLISE SENSORIAL

Estamos realizando uma pesquisa de aceitação de lombo suíno injetado com ingredientes não cárneos (proteína isolada de soja, concentrado protéico de soro de leite e tripolifosfato de sódio), para avaliar os efeitos desses ingredientes em comparação à carne in natura (não injetada). Os resultados serão parte de uma Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos que será apresentada ao Programa de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná.

Se você deseja participar desse estudo, por favor, preencha este formulário e o retorne o quanto antes. Se tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, entrar em contato com a Professora responsável pela disciplina de Tecnologia de Alimentos.

Nome (opcional):

Sexo: () M () F Idade:

Escolaridade: () nível médio () nível superior () pós-graduação

Renda mensal: () até 5 salários mínimos
 () 5 a 10 salários mínimos
 () mais de 10 salários mínimos

Numere (de 1 a 4) as carnes abaixo, de acordo com sua preferência de consumo (sendo 1 a mais preferida, 4 a menos preferida):

() BOVINA () SUÍNA () AVES () PESCADO

Assinale a frequência que você consome carne suína:

() DIARIAMENTE
 () UMA VEZ POR SEMANA
 () UMA VEZ A CADA QUINZE DIAS
 () UMA VEZ POR MÊS

Como você prefere adquirir carne suína para seu consumo (assinale abaixo)?

() IN NATURA () PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS

Você tem alergia a algum alimento?

Você consome produtos dietéticos/para fins especiais? Caso positivo, assinale abaixo o(s) produto(s) consumidos:

() DIET () LIGHT () COM BAIXO TEOR DE SÓDIO
 () _____

Observações:

ANEXO 9**ANÁLISE SENSORIAL – ACEITAÇÃO GLOBAL**

Nome:

Data:

Produto: **LOMBO SUÍNO***Instruções:*

Por favor, avalie as amostras utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.

- (1) Desgostei extremamente
- (2) Desgostei muito
- (3) Desgostei moderadamente
- (4) Desgostei ligeiramente
- (5) Não desgostei e nem gostei
- (6) Gostei ligeiramente
- (7) Gostei moderadamente
- (8) Gostei muito
- (9) Gostei extremamente

AMOSTRA	NOTA	COMENTÁRIOS

ANEXO 10

PESQUISA DE INTENÇÃO DE COMPRA

Após degustação das amostras, analise o rótulo abaixo e responda às perguntas 1 e 2:

1 - Caso fosse comercializado lombo suíno adicionado de ingredientes que o tornem mais macio e suculento, qual seria sua intenção de compra em relação ao produto (assinale uma opção)?

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL (porção de 100 g)	
Proteínas	19,58%
Gordura total	7,16%
Minerais	2,08%
Fósforo	604 mg
Sódio	591 mg
Fibra alimentar	NS

NS = não significativo

CONSERVAÇÃO DOMÉSTICA	
Freezer (-18°C)	12 meses
Congelador (-12°C)	8 meses
Refrigerador (8°C)	5 dias

Fabricado em: ___/___/___

Lote / Validade: ___/___/___



Lombo

Mais suculento

CARNE SUÍNA CONGELADA SEM OSSO (LOMBO) ADICIONADA DE PROTEÍNA DE SOJA

Ingredientes: lombo suíno, água (15%), proteína isolada de soja (1,5%), sal e estabilizante tripolifosfato de sódio.

NÃO CONTÉM GLÚTEN
Peso da embalagem: 5g

Registro no Ministério da Agricultura/SIF/DIPOA sob nº. 001/000

Produzido por: FÁBRICA DE CONSERVAS S/A
Estrada Industrial, s/nº. – Frigolândia
INDÚSTRIA BRASILEIRA

- () Decididamente eu compraria
 () Provavelmente eu compraria
 () Talvez sim / talvez não
 () Provavelmente eu não compraria
 () Decididamente eu compraria

2 - Quanto pagaria por kg desse produto?

- () R\$ 5,00 a R\$ 10,00
 () R\$ 10,00 a R\$ 15,00
 () R\$ 15,00 a R\$ 20,00

ANEXO 11 – QUESTIONÁRIO 1

Nome: _____ Cidade: _____ Data: ___/___/2009

1. Faixa etária
 menos de 25 anos
 de 25 a 35 anos
 de 36 a 50 anos
 mais de 50 anos
2. Sexo
 masculino
 feminino
3. Escolaridade
 nível fundamental
 nível médio
 nível superior
 pós-graduação

4. Renda mensal:
 até 5 salários mínimos
 de 5 a 10 salários mínimos
 mais de 10 salários mínimos

5. Numere (de 1 a 4) as carnes abaixo, de acordo com sua preferência de consumo (sendo 1 a mais preferida e 4 a menos preferida):

Bovina Suína Aves Pescado

6. Assinale a frequência com que você consome carne suína:

Diariamente Uma vez a cada 15 dias Menos de uma vez por mês
 Uma vez por semana Uma vez por mês

7. Como você prefere adquirir carne suína para seu consumo (assinale abaixo)?

In natura Produtos industrializados

8. Qual é o corte de carne suína de sua preferência (assinale um)?

barriga costela lombo
 paleta pernil sobrepaleta

9. Você tem alergia a algum alimento? Qual? R.: _____

10. Qual a característica de qualidade que você mais leva em consideração quando consome carne suína?

Suculência Maciez Sabor

11. Caso fosse comercializado lombo suíno adicionado de ingredientes que o tornem mais macio e suculento, qual seria sua intenção de compra em relação ao produto:

- Decididamente eu compraria
 Provavelmente eu compraria
 Talvez sim / Talvez não
 Provavelmente eu não compraria
 Decididamente eu não compraria

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL (porção de 100 g)	
Proteínas	19,58%
Gordura total	7,16%
Minerais	2,08%
Fósforo	604 mg
Sódio	591 mg
Fibra alimentar	NS

NS = não significativo

CONSERVAÇÃO DOMÉSTICA	
Freezer (-18°C)	12 meses
Congelador (-12°C)	8 meses
Refrigerador (5°C)	5 dias

Fabricado em: _____

Lote / Validade: _____

LOMBO *Mais suculento*

CARNE SUÍNA CONGELADA SEM OSSO (LOMBO) ADICIONADA DE PROTEÍNA DE SOJA

Ingredientes: lombo suíno, água (15%), proteína isolada de soja (1,5%), sal e estabilizante tripolifosfato de sódio.

NÃO CONTÉM GLÚTEN
 Peso da embalagem: 5g

Registro no Ministério da Agricultura/SIF/DIPOA sob nº. 001/000

Produzido por: FÁBRICA DE CONSERVAS S/A
 Estrada Industrial, s/nº. – Frigolândia
 INDÚSTRIA BRASILEIRA

12. Quanto pagaria por kg desse produto?

- R\$ 5,00 a R\$ 10,00
 R\$ 10,00 a R\$ 15,00
 R\$ 15,00 a R\$ 20,00

ANEXO 12 – QUESTIONÁRIO 2

Nome: _____ Cidade: _____ Data: ___/___/2009

1. Faixa etária
 menos de 25 anos
 de 25 a 35 anos
 de 36 a 50 anos
 mais de 50 anos

2. Sexo
 masculino
 feminino

3. Escolaridade
 nível fundamental
 nível médio
 nível superior
 pós-graduação

4. Renda mensal:
 até 5 salários mínimos
 de 5 a 10 salários mínimos
 mais de 10 salários mínimos

5. Numere (de 1 a 4) as carnes abaixo, de acordo com sua preferência de consumo (sendo 1 a mais preferida e 4 a menos preferida):
 Bovina Suína Aves Pescado

6. Assinale a frequência com que você consome carne suína:
 Diariamente Uma vez a cada 15 dias Menos de uma vez por mês
 Uma vez por semana Uma vez por mês

7. Como você prefere adquirir carne suína para seu consumo (assinale abaixo)?
 In natura Produtos industrializados

8. Qual é o corte de carne suína de sua preferência (assinale um)?
 barriga costela lombo
 paleta pernil sobrepaleta

9. Você tem alergia a algum alimento? Qual? R.: _____

10. Qual a característica de qualidade que você mais leva em consideração quando consome carne suína?
 Suculência Maciez Sabor

11. Caso fosse comercializado lombo suíno adicionado de ingredientes que o tornem mais macio e suculento, qual seria sua intenção de compra em relação ao produto:
 Decididamente eu compraria
 Provavelmente eu compraria
 Talvez sim / Talvez não
 Provavelmente eu não compraria
 Decididamente eu não compraria

12. Quanto pagaria por kg desse produto?
 R\$ 5,00 a R\$ 10,00
 R\$ 10,00 a R\$ 15,00
 R\$ 15,00 a R\$ 20,00

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL (porção de 100 g)	
Proteínas	18,62%
Gordura total	5,76%
Minerais	2,27%
Fósforo	704 mg
Sódio	683 mg
Fibra alimentar	NS

NS = não significativo

CONSERVAÇÃO DOMÉSTICA	
Freezer (-18°C)	12 meses
Congelador (-12°C)	8 meses
Refrigerador (8°C)	5 dias



LOMBO

CARNE SUÍNA CONGELADA SEM OSSO (LOMBO) ADICIONADA DE PROTEÍNA LÁCTEA

Ingredientes: lombo suíno, água (15%), concentrado protéico de soro de leite (1,5%), sal e estabilizante tripolifostato de sódio.

NÃO CONTÉM GLÚTEN
Peso da embalagem: 5g

Registro no Ministério da Agricultura/SIF/DIPOA sob nº. 001/000

Fabricado em: _____
Lote / Validade: _____

Produzido por: FÁBRICA DE CONSERVAS S/A
Estrada Industrial, s/nº. – Frigolândia
INDÚSTRIA BRASILEIRA